

EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO NOS BRICS

Márcia Regina Gabardo da Camara¹

RESUMO: Este artigo analisa o desempenho científico científico e busca inferir o grau de desenvolvimento dos sistemas de inovação baseados em ciência no Brasil, Rússia, Índia e China (BRIC), a partir da análise de produção científica. Os procedimentos metodológicos envolvem a revisão de literatura sobre crescimento endógeno, sistemas de inovação e a análise de indicadores de ciência (publicação científica). A parte empírica envolveu a coleta de informações sobre produção científica nos países do BRIC, através do *Global Research Report - Thomson Reuters*. O estudo identifica a evolução e maturidade dos sistemas de inovação nos BRICs através dos indicadores científicos e destaca a predominância pesquisas agrárias no Brasil e na Índia, o crescimento exponencial de pesquisas na China e o declínio científico russo.

PALAVRAS-CHAVE: Publicações Científicas, Pesquisa e Desenvolvimento, BRIC

ABSTRACT: This article examines the scientific performances and seeks to infer the degree of development of innovation systems based on science in the Brazil, Russia, India and China (BRIC), from the analyses on the scientific production. The methodological procedures involved the review of literature on endogenous growth, innovation systems and an analyses of science indicators (scientific publication). The empirical part involved collecting information about scientific production in the BRIC countries through the *Global Research Report - Thomson Reuters*. The study identifies the evolution and maturity of innovation systems in the BRIC countries through scientific indicators and highlights the predominance of agricultural research in Brazil and India, the exponential growth of research in China and the russian scientific decline.

KEYWORDS: Scientific Publications; Research and Development; BRIC.

1 INTRODUÇÃO

Para que ocorra a criação de vantagens competitivas dinâmicas e a superação dos limites impostos pelo subdesenvolvimento, assim como a

¹ Doutora em Economia pela USP e Professora do Departamento de Economia da UEL.

dotação inicial de fatores produtivos, a literatura evolucionária tem defendido o desenvolvimento de redes técnico-científicas e a formação de Sistemas Nacionais de Inovação. Com a sua formação, a dependência teórica, científica e produtiva dos países Brasil, Rússia, Índia e China (BRICs) em relação a outros países seriam reduzidas, possibilitando o desenvolvimento local de conhecimentos científicos e tecnológicos que permitiriam uma maior competitividade empresarial e a redução da dependência e vulnerabilidade de setores estratégicos.

A Abordagem Evolucionista do desenvolvimento econômico de inovação tecnológica defende a endogeneização do processo inovativo, superando em sua abordagem os modelos teóricos que descreveram as mudanças técnicas e os processos de difusão baseados exclusivamente em inovações *demand-pull* (puxadas pela demanda), *science-push* (empurradas pela ciência), e ainda *technology-push* (empurrados pela tecnologia). Os modelos mais recentes aprimoram o modelo interativo de Kline Rosenberg.

O aprendizado é fundamental para a geração de inovações tecnológicas baseadas na formação de uma economia do conhecimento. Os processos formais de pesquisa e desenvolvimento – P&D ou *learning-by-research* –, e os processos de aprendizado informais e individuais – *learning-by-doing* e *learning-by-using* – são defendidos pelos evolucionistas.

A abordagem da endogeneidade da inovação tecnológica baseada na promoção do aprendizado direciona a formação de Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) e a existência de redes. Muitos autores têm ressaltado que o campo da nanotecnologia irá criar uma nova onda de destruição criadora, tornando, portanto, seu estudo de fundamental importância, dada a convergência de tecnologias. Os países emergentes (Brasil, Rússia, Índia e China) têm ganhado cada vez mais importância na economia mundial. Através de um estudo aprofundado de suas políticas de crescimento de produtividade do trabalho, estímulo às inovações, incentivos fiscais e financeiros, além de outras políticas diversas, torna-se possível conhecer quais foram alguns dos principais determinantes do crescimento e evolução de tais países.

Os modelos de Sistemas Nacionais de Inovação (SNI) de Freeman (1995), Lundvall (1992), Nelson (1993) e Edquist (1997, 2001) e o modelo

da Tríplice Hélice de Etzkowitz e Leidesdorff (2000), permitem analisar e discutir as políticas estatais de fomento à inovação, com a participação das universidades, empresas e governo agindo em conjunto, sendo estas, fundamentais para a criação dos SNI.

O Sistema Nacional de Inovação (SNI) desenvolvido por Freeman (1987) e Lundvall (1988) é definido como um sistema, onde elementos e relações determinam amplamente a capacidade de aprendizado de um país e, portanto, sua capacidade de inovar e de adaptação às mudanças do ambiente.

O conceito do SNI é uma ferramenta que serve para analisar o processo inovativo local, e pode ser definido como instituições que individual e conjuntamente contribuem para o desenvolvimento e difusão de tecnologias.

Neste sentido, o papel das redes de agentes e as proximidades geográficas e culturais, fontes importantes de diversidade e vantagens comparativas, se sobressaem. Tanto quanto a disponibilidade de qualificações técnicas e organizacionais, e os conhecimentos tácitos acumulados (LUNDVALL, 1995).

A endogeneidade do progresso técnico e da inovação para ser bem sucedida requer que a empresa internalize suas funções inovativas, interaja com as universidades para promover o *spill-over* do conhecimento das universidades em termos regionais, disseminando o conhecimento e destacando o papel dos governos, agentes responsáveis pelo fomento de atividades científicas e produtivas industriais, através de suporte e estruturas de apoio às pesquisas científico-tecnológicas.

Dosi (1988) caracteriza a inovação como um processo de busca, descoberta, experimentação, desenvolvimento, imitação e adoção de novos produtos, processos e novas técnicas organizacionais. A inovação faz com que as firmas em mercados competitivos passem a possuir uma vantagem em relação às outras, obtendo assim uma maior fatia do mercado.

O desenvolvimento científico e tecnológico pode contribuir para o crescimento econômico de um país de maneira a estimular o emprego, a renda e o desenvolvimento auto-sustentado. Os países podem acelerar o seu desenvolvimento com investimentos em nanotecnologia e nanociências mediante a ação de políticas públicas de incentivo, elevando o grau de

investimentos em educação e formação de mão de obra, cujos resultados poderão ser mensurados através de indicadores de ciência, tecnologia e inovação.

Com a finalidade de entender o processo de desenvolvimento científico e tecnológico nos países emergentes foram propostas para serem respondidas neste artigo, as seguintes questões:

- Os BRICs possuem políticas públicas de desenvolvimento científico? Quais as políticas adotadas? Os instrumentos de política são similares ou diferentes dos países desenvolvidos?

- Quais os resultados que os BRICs têm obtido no que refere aos indicadores de ciência, tecnologia e inovação?

O artigo tem como objetivo discutir a formação e desenvolvimento dos sistemas nacionais de inovação nos BRICs e especificamente: a) realizar uma revisão da literatura evolucionária, institucionalista e neo-schumpeteriana sobre os sistemas de inovação e a tríplice hélice; b) discutir as políticas públicas para o desenvolvimento científico nos BRICS; e, c) verificar a evolução de publicações científicas dos BRICs entre 1999 até 2008, através dos relatórios publicados pela Thomson Reuters em 2009 e 2010 para inferir a evolução das contribuições científicas dos BRICs.

A metodologia consiste na realização de uma revisão da literatura sobre as teorias evolucionárias, institucionalistas e neo-schumpeterianas, com foco em sistemas de inovação e redes permitirá avaliar as políticas públicas focadas em inovação no Brasil nos setores selecionados. É realizada a coleta de informações sobre as publicações brasileiras, chinesas, indianas e russas nos relatórios Global Research Report da Thomson Reuters, em seguida discute-se a produção bibliográfica científica dos BRICs para inferir o grau de amadurecimento e de evolução dos sistemas de inovação, como resposta aos estímulos oferecidos ao desenvolvimento setorial. O estudo é de natureza descritiva e longitudinal que acompanha a produção científica a partir de 1999 nos países selecionados.

O artigo, também discute o desempenho inovativo e a evolução de indicadores de publicações e trabalhos científicos nos BRICS e está dividido em quatro partes: que inclui essa introdução, a seguinte revisão da literatura, posterior análise dos dados e as considerações finais.

2 INOVAÇÃO E CIÊNCIA

Conforme Zucoloto (2004), Schumpeter define inovação tecnológica como a força central no dinamismo do sistema capitalista, além de ser um fator de diferenciação competitiva entre as empresas. Autores neo-Schumpeterianos enfatizam a necessidade da inovação para que um país se desenvolva e aumente a capacidade competitiva de seus setores e empresas.

Observa-se que não houve evolução na capacidade competitiva brasileira nas décadas de oitenta e noventa, o que pode ser inferido pelo fato de apenas 55% das exportações brasileiras serem de produtos manufaturados, sendo a média internacional de 80%. A pauta de exportação permaneceu estagnada, alheia ao dinamismo do mercado internacional (ZUCOLOTO, 2004).

A sobrevivência de empresas não inovadoras no país se deu pelo protecionismo característico nacional que vigorou durante décadas e, portanto, a falta de concorrência entre as empresas. Dosi et al. (1990) mostrou que para cada grupo de setor existe uma importância diferente para as atividades inovadoras, e que dessa forma, indicadores de inovação como patentes, por exemplo, não seriam significativos para todos os setores.

Existem diversas maneiras de como se pode inovar desde o melhoramento significativo de produtos e processos, como pela criação de novos produtos, novos processos, novos setores econômicos ou novas fontes de matéria prima. A chamada destruição criativa é concebida por Schumpeter como o combustível do progresso econômico, onde as firmas existentes são “desafiadas” quando as inovações são inseridas.

Matesco (1993), Iglioni (2000), Tigre (1997) *apud* Zucoloto (2004), expõem que o crescimento depende não somente das inovações em si, também de um ambiente propício que possibilite a difusão das mesmas. Alternando períodos de recessão e crescimento, o desenvolvimento tem sua prosperidade associada à difusão de inovações-chave no sistema produtivo.

A acumulação criativa é resultado do acúmulo de conhecimentos tácitos, assim sendo, não transferíveis no mercado tecnológico, (ZUCOLOTO,

2004). As assimetrias tecnológicas podem agir tanto como uma barreira à entrada quanto como um incentivo à inovação. As firmas inovadoras são então beneficiadas devido à alta cumulatividade, tendo condições melhores para investir em P&D, melhorando assim seu próprio *learn-to-learn* e aumentando as chances de que ela inove e copie no futuro.

As inovações tecnológicas radicais são ressaltadas por Schumpeter, pois são elas as grandes responsáveis por grandes transformações que modificam o equilíbrio vigente do sistema econômico. Como já mencionado, o progresso tecnológico é visto como o grande responsável pelo desenvolvimento econômico. Os autores neo-schumpeterianos ressaltam que as inovações incrementais são importantes para a diferenciação entre as empresas, estas ocorrem com maior frequência e provocam modificações adicionais no funcionamento da economia.

Observa-se que em países desenvolvidos as inovações tecnológicas ocorrem com frequência nas próprias empresas. Ainda deve se levar em consideração a importância da cooperação entre empresas, com clientes, fornecedores e outras instituições como as universidades para que seja possível inovar. É necessário ainda que existam trabalhadores habilidosos e bem treinados nas empresas para o melhor domínio de novas tecnologias, possibilitando inovações. Conhecidamente, existem muitos riscos e incertezas no processo inovador, além de esta ocorrer possivelmente apenas no longo prazo. É necessário que haja uma relação entre o sistema financeiro e as empresas, de modo a minimizar os riscos e incertezas.

Freeman (1963, 1965, 1968) *apud* Tigre (2002), acredita que na indústria de plásticos, para se alcançar a liderança é necessário o progresso técnico, devido ao fato de segredos comerciais e patentes protegerem o inovador durante certo período. O que Freeman conclui desta forma, é que a diferença de tempo que se sustentam os inovadores antes dos imitadores, é positivamente relacionado à continuação do fluxo inovativo e à fragilidade das externalidades que possibilitem aos países imitadores inovarem.

A utilização dos indicadores de patentes como forma de representação do processo de inovação tecnológica não é muitas vezes adequadas, pois como Dosi et al. (1990) reforça, muitos casos não envolvem inovações patenteáveis, além de serem mais adequadas para representarem invenções

ao invés de inovações. Teece (1986) reforçará esse ponto de vista ao expor que nem todas as inovações têm capacidade para se tornarem produtos comercializados no mercado. Ainda nesse sentido, nem todas as empresas são propensas a patentear suas inovações e nem todas elas podem ser patenteadas.

Países em desenvolvimento podem se beneficiar da difusão de inovações realizadas em países mais avançados, sem precisar financiar eles mesmos o processo inovativo. Apesar de existirem argumentações contrárias, onde se discute que o processo de difusão deve trazer inovações incrementais, as mesmas ainda ocorrem durante o processo de difusão, sendo que os beneficiários da utilização da tecnologia adquirida são de extrema importância para que essa tecnologia seja realmente incorporada.

Em ambientes onde se observa facilidade de apropriação tecnológica, os segredos comerciais e as patentes protegem o inovador da concorrência por mais tempo. As patentes, porém, não conseguem ser eficientes na proteção de inovações de processo, sendo mais apropriado nesse caso, a utilização de segredos comerciais, como é ressaltado por Teece (1986).

Para que possam utilizar de tecnologias desenvolvidas em outros países, é necessária a criação de capacidade de absorção nos países em desenvolvimento, ou seja, do conhecimento e treinamento que tornem possível a utilização de seus benefícios.

Em países da América Latina e na Índia, historicamente a intensidade de mudança técnica não foi alta, com os países procurando se adaptar à tecnologia e em contrapartida aprimorá-la.

As empresas que realizam P&D interna são mais propícias a se moverem mais rápido no sentido de obter a inovação. Se considerarmos a importância que a difusão tecnológica tem nos países em desenvolvimento, assim como as atividades de P&D, é possível utilizar os gastos em P&D com maior exatidão, como um indicador de inovação, do que utilizar o indicador registros de patentes. Possivelmente, a utilização dos mesmos seria mais acurada ao medir a performance de países desenvolvidos, tecnologicamente mais avançados e, portanto, mais propícios a criarem algo totalmente novo.

Mas existem também limitações à utilização do indicador de P&D.

Existe uma subestimação dos esforços inovadores das pequenas empresas, e também é possível que ocorra uma inovação que não possua relação com os esforços em P&D.

No modelo de ligações em cadeia de Kline-Rosemberg (1986), a pesquisa não é uma condição para que ocorram inovações e sim auxiliar ao seu melhor desempenho, como por exemplo, quando se torna necessário a correção de erros.

Segundo Vermulm (1993 apud Zucoloto 2004), afirma que os setores industriais são impactados de forma diferenciada pelo ambiente econômico, logo surgem respostas diferenciadas. Em Dosi et al. (1990) é apresentada uma taxonomia baseada em observações sobre países industrializados, onde os setores são classificados em dominados por fornecedores, baseados em ciência, intensivos em produção, este, dividido em intensivos em escala e fornecedores especializados.

O setor dominado por fornecedores caracteristicamente tem suas atividades inovadoras voltadas para inovação de processos, tendo como estratégia principal a utilização de tecnologias criadas por outros setores.

Os setores baseados em ciência têm como representantes as indústrias química e eletroeletrônica. É característica desses setores a realização de inovações internamente, desenvolvidas em seus próprios centros de P&D. A apropriação das inovações é feita através de patentes, segredos e habilidades próprias das empresas e *know-how*.

Os setores intensivos em escala, dos quais fazem parte os fabricantes de materiais padronizados e de bens de consumo duráveis e veículos, possuem atividades inovativas voltadas mais especificamente para as inovações de processo, dessa forma, desenvolvendo inovações incrementais a partir de suas próprias experiências.

Já dos setores de fornecedores especializados fazem parte pequenas empresas que destinam insumos de alta performance para demais empresas e produtos. São predominantemente voltadas mais para inovações de produtos, focando um aumento de performance.

No campo das novas abordagens teóricas para as políticas de inovação, nota-se que cada vez mais os países desenvolvidos têm implementado políticas públicas que contrabalancem os efeitos que podem

ser causados pela alta exposição das economias a um ambiente externo diferenciado, e como forma de melhorar sua capacidade competitiva.

O que mais predominou na década de 90 foi às políticas voltadas para dominar tecnologias essenciais e mesmo obter autonomia sobre elas, se utilizando para isso de diferentes estratégias. Ressaltado por Cassiolato, Lastres e Szapiro (2000), existem outras áreas também importantes, como a promoção do pleno emprego, a inserção na sociedade da informação, melhoria da balança comercial e o apoio às micro, pequenas e médias empresas, assim como ao desenvolvimento regional.

Devido à grande importância destinada à dimensão financeira, existem diversas dificuldades na implementação de algumas políticas públicas em áreas essenciais de desenvolvimento tecnológico, industrial e inovativo. Johnson e Lundvall (2000) *apud* Lemos (2003) ressaltam que as políticas macroeconômicas de organismos internacionais, destinadas à manutenção do equilíbrio econômico não contribuíram para desenvolver os países e, portanto, devem ter o complemento de políticas que promovam inovações institucionais e mudança cultural.

Algumas das preocupações mais recorrentes têm sido no sentido de reconhecer a importância dos processos de aprendizado e inovação interativos, seu caráter local e os sistemas nacionais de inovação, e de incorporá-los nas formulações das políticas públicas.

As empresas de pequeno porte são em vários sentidos, diferentes das grandes empresas, assim, necessitando de políticas especiais voltadas para elas. Estas devem estar direcionadas para desenvolver a capacidade de aprendizado dessas pequenas empresas, assim como modificar, de forma a melhorar, o acesso e a quantidade de recursos externos voltados para elas.

Como em Lemos (2003):

“Sendo a inovação um processo interativo, resultante da combinação de diversas fontes, internas e externas às empresas, reforça-se a necessidade de estímulo à interação entre empresas e entre estas e outras organizações, particularmente aquelas que possam contribuir para a melhor realização de tarefas, como organizações tecnológicas, de prestação de serviços e informações diversas, de metrologia e conformidade de produtos, entre outras, visando uma mais profícua interação e cooperação para que estes

tipos de organizações consigam de fato interagir com as empresas, compreender suas necessidades e contribuir para a realização de melhorias” (LEMOS, 2003).

Recentemente observa-se mais comumente a necessidade de aproximação entre as empresas e instituições geradoras de conhecimentos para o fomento da inovação, com estímulos e financiamentos às pesquisas conjuntas, e com formas que priorizem um melhor atendimento às necessidades tecnológicas, de marketing, acesso a mercados e gerenciais.

3 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS SOBRE INDICADORES CIENTÍFICOS NOS BRICS

A seguir, serão analisados os quatro países mencionados anteriormente, no período que se estende de 1981 até 2008, onde é possível observar a evolução dos trabalhos científicos realizados por cada país.

Será abordada tanto a evolução das publicações em cada país, quanto seu desempenho relativo mundial em diferentes campos da ciência, assim como quais são os países e institutos que mais colaboraram com cada país em suas publicações científicas. Os dados e análises foram obtidos através do *Global Research Report* realizado pela *Thomson Reuters* ao longo de 2009 e 2010.

3.1 Indicadores Científicos no Brasil

Em estudo realizado por Adams e King (2009a) observa-se que a produção científica brasileira dobrou nos dez anos até 2007, excedendo em muito a tendência de crescimento de longo prazo das economias do G-7. Se comparado aos demais países mundialmente, o Brasil possui notável capacidade em disciplinas baseadas em biologia e em pesquisas naturais.

Os principais colaboradores internacionais são pertencentes ao G-7, estes com grandes bases de pesquisas em seus próprios países, mas nota-se que Portugal tem aumentado significativamente sua participação nas colaborações com o Brasil.

Em 2007, o gasto brasileiro com P&D atingiu a cifra de 13 bilhões de

dólares, o que se aproxima de 1% de seu PIB daquele ano. Comparativamente a média dos países da OCDE de 2%, a porcentagem brasileira ainda é modesta, mas excede a média dos países latino-americanos e mesmo de alguns países europeus, figurando em patamares semelhantes com Portugal e Espanha.

De acordo com o relatório elaborado por Adams e King (2009a), o Brasil possui 0,92 pesquisadores para cada 1000 trabalhadores, consideravelmente menos do que os 6 a 8 pesquisadores em média do G-8, mas similar com outras nações com pesquisa em crescimento como a China. Em termos educacionais, o Brasil produz 500.000 graduados e 10.000 pesquisadores PhD por ano, quantias similares às observadas na França e Coréia do Sul, o que representou um aumento de dez vezes em vinte anos, como é mostrado na Tabela 1.

Na Tabela 1 podem-se ver as principais áreas de atuação das pesquisas científicas brasileiras, em termos de participação mundial:

Tabela 1 - Contribuição brasileira nas publicações mundiais

Campos	1999-2003		2004-2008		Rank	
	Total	%	Total	%	Total	Crescimento
Plantas e Ciência Animal	5.857	2,62	10.006	3,91	1	1
Ciências Agrárias	2.155	3,07	3.308	3,72	2	9
Microbiologia	1.438	2,20	2.192	2,86	3	8
Meio Ambiente/Ecologia	1.353	1,47	3.209	2,63	4	2
Farmacologia e Toxicologia	1.156	1,65	2.152	2,55	5	3
Neurociência e Comportamento	2.106	1,68	3.394	2,40	6	6
Física	8.645	2,28	10.121	2,28	7	22
Imunologia	725	1,28	1.225	2,11	8	5
Ciência Espacial	1.000	1,95	1.208	2,08	9	20
Biologia e Bioquímica	3.189	1,29	5.240	1,97	10	7

Fonte: Adams e King (2009).

A América Latina aumentou de 1,7 para 4,8% sua produção científica mundial entre 1990 e 2008. Já o Brasil, entre os anos de 1981 e 2008,

elevou sua produção de aproximadamente 2.000 trabalhos para 20.000, produz 1,83% das publicações mundiais, sendo relativamente fortes em ciências da saúde, principalmente as relacionadas a recursos naturais, biologia dos organismos e meio ambiente/ecologia, posicionam-se alto tanto em porcentagem relativa mundial como um todo, como quanto em crescimento nos períodos sucessivos. Outras áreas relacionadas à biomedicina são também representativas.

A seguir, na Tabela 2, as dez maiores participações brasileiras nos campos científicos mundiais.

Tabela 2 - Porcentagem brasileira das publicações mundiais em dez campos da ciência

Campos	% Mundial	Volume (produções 2004-08)
Medicina Tropical	18,40	1.433
Parasitologia	12,34	1.635
Agricultura Multidisciplinar	8,61	1.627
Cirurgia e Medicina Oral	8,19	2.203
Entomologia	7,06	1.629
Laticínios e Ciência Animal	6,49	1.617
Biologia	6,43	1.999
Ciências do Solo	5,84	947
Ciências Veterinárias	5,79	3.421
Zoologia	5,57	2.264

Fonte: Adams e King(2009)

O Brasil se destaca mundialmente em duas áreas de fundamental importância para a saúde de sua própria população: Medicina Tropical e Parasitologia, assim como também em áreas relacionadas à biologia animal e vegetal, e ciências agrárias e veterinárias, alcançando mais de 5% das publicações mundiais.

Dividido em dois períodos distintos, 1999-2003 e 2004-2008, os dez países que mais colaboraram com o Brasil em trabalhos científicos pouco se alteraram, observando-se a liderança norte-americana inalterada e um grande número de colaborações com França, Alemanha e Reino Unido, que representaram cada, aproximadamente 3% da produção brasileira.

Conforme Tabela 3 o crescimento expressivo observado por Portugal,

que mais do que dobrou sua colaboração em produções brasileiras. Regionalmente, três países se destacam: Argentina, México e Chile, o que pode sugerir uma crescente colaboração latino-americana, tornando a região mais estimulante e dinâmica para os demais países do mundo. Um ponto interessante é a ausência de economias asiáticas como Índia e China.

Tabela 3 - Parceiros internacionais líderes de publicações com o Brasil na última década

Publicações em colaboração com o Brasil		Porcentagem do total brasileiro (%)		
1999-2003		2004-2008		
EUA	8.754	EUA	13.349	11,1
França	2.773	Reino Unido	4.162	3,5
Reino Unido	2.628	França	4.131	3,4
Alemanha	2.249	Alemanha	3.727	3,1
Itália	1.403	Itália	2.358	2,0
Canadá	1.294	Canadá	2.382	2,0
Espanha	1.245	Espanha	2.313	1,9
Argentina	1.176	Argentina	2.092	1,7
Rússia	790	Portugal	1.381	1,1
Japão	779	Holanda	1.226	1,0
Holanda	636	Japão	1.165	1,0
Portugal	634	Rússia	953	0,8
México	494	México	913	0,8
Chile	457	Chile	795	0,7

Fonte: Adams e King (2009a).

A seguir, na Tabela 4, são mostradas algumas das instituições internacionais que mais colaboraram com as pesquisas científicas brasileiras:

Tabela 4 - Instituições internacionais em frequente colaboração com o Brasil

Instituição	País	Número de publicações em conjunto
• University of Texas	EUA	1.021
• Harvard University	EUA	813
• University of Paris 06	França	792
• Centre National de la Recherche Scientifique	França	756
• McGill University	Canadá	559
• Imperial College London	Reino Unido	482
• Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Itália	472
• University of Oxford	Reino Unido	442
• University of Toronto	Canadá	424
• University of Lund	Suécia	423

Fonte: Adams e King(2009).

De acordo ainda com Adams e King (2009a), os investimentos crescentes de Brasil, China, Índia e outros países emergentes na ciência e inovação, têm contribuído para que as colaborações se tornem uma prioridade estratégica.

3.2 Indicadores Científicos na China

A produção científica chinesa é analisada no relatório elaborado por Adams, King e Ma (2009) para a Thomson Reuters. Os autores afirmam que após a reforma econômica chinesa de 1978, a China não consolidou uma posição de destaque no cenário mundial no âmbito de desenvolvimento. Atualmente, porém, diversas tecnologias, de acordo com o relatório mais da metade de todas as tecnologias disponíveis chinesas, alcançaram ou se aproximam de níveis reconhecidos de realizações, como por exemplo, a energia atômica, ciência espacial, física de altas energias, biologia, ciências da computação e tecnologia da informação.

O total despendido com P&D aumentou consideravelmente entre 1995 e 2006, crescendo a taxas apenas 1% mais baixas que o crescimento de seu PIB, considerado na época como excepcional, de acordo com o relatório elaborado por Adams, King e MA (2009). De acordo com a OCDE,

o gasto chinês em P&D é o terceiro maior do mundo em volume, com crescimento de 18% entre o início da década e 2005, aparecendo dessa forma como o maior contribuinte em P&D entre os países não pertencentes à OCDE.

A partir de 1980, diversos programas de apoio à ciência e ao P&D tecnológico foram desenvolvidos pelos chineses, com o objetivo de otimizar a competitividade do país em tecnologia e ciência. Podemos citar como os principais programas de apoio à ciência e tecnologia, o Programa 863, Programa 973 e o Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico Chave.

Um elemento de destaque no sistema de inovação nacional da China têm sido as instituições de educação superior, com o número de estudantes nas universidades chinesas alcançando a faixa dos 25 milhões atualmente, número cinco vezes maior do que o alcançado nove anos antes.

Atualmente mais de 1.700 instituições padrão de educação superior atuam no país, sendo 6% delas parte do Projeto 211. Segundo Adams, King e Ma (2009), estas são responsáveis por quatro quintos dos doutorandos, dois terços dos estudantes de pós-graduação, metade dos estudantes no exterior e um terço dos estudantes de graduação do país, oferecendo 85% das principais matérias do país, possuindo 96% dos principais laboratórios e utilizando 70% do fundo de pesquisa científica, demonstrando, portanto, uma grande força para o fomento do crescimento, pesquisa e inovação.

A partir da metade da década de 90, a produção de trabalhos científicos chineses se expandiu amplamente, tendência que tem aumentado ainda mais nos últimos anos. Com aproximadamente 20.000 trabalhos em 1998, a produção atingiu 112.000 publicações em 2008, conforme é mostrado na Figura 2 a seguir. O crescimento chinês tem sido muito superior em comparação ao resto do mundo. Desta forma, tanto os EUA quanto a União Europeia têm crescido a taxas menores que a média de crescimento mundial, este influenciado pelo crescimento da China. A tendência é de superação chinesa em relação aos EUA na década que começa a partir de 2011.

No período 2004-2008, a produção chinesa alcançou aproximadamente 400.000 publicações de diversos campos da ciência,

número que representa 8,5% de todas as publicações mundiais, de acordo com a Thomson Reuters.

A divisão por áreas pode ser vista na Tabela 5. As ciências físicas e tecnológicas exercem, assim como a Ciência dos Materiais, Química e Física, uma liderança nas publicações. Essas são as áreas tradicionais em uma economia onde ainda existe a indústria pesada e as manufaturas primárias são predominantes. Como Adams, King e Ma (2009) observam, os investimentos nessas áreas irão possibilitar à China uma forte plataforma de inovação para a modernização dessas indústrias.

Tabela 5 - Contribuição chinesa nas publicações mundiais

Campo	1999-2003		2004-2008		Rank	
	Total	(%)	Total	(%)	Total	Crescimento
Ciência dos Materiais	20.847	12,22	48.210	20,83	1	12
Química	44.573	9,29	99.206	16,90	2	15
Física	31.103	7,97	66.153	14,16	3	17
Matemática	7.321	7,37	16.029	12,82	4	16
Engenharia	19.343	6,42	43.162	10,92	5	14
Ciência da Computação	3.943	4,54	16.009	10,66	6	4
Geociência	5.322	4,95	12.673	9,30	7	11
Farmacologia e Toxicologia	2.259	3,11	6.614	7,28	8	7
Meio Ambiente/Ecologia	3.171	3,26	9.032	6,85	9	8
Ciência Espacial	2.055	3,80	3.514	5,89	10	21
Biologia e Bioquímica	6.697	2,66	15.971	5,86	11	10
Plantas e Ciência Animal	5.915	2,61	14.646	5,42	12	9
Ciências Agrárias	1.082	1,48	4.872	4,88	13	1
Microbiologia	921	1,38	3.863	4,74	14	3
Genética e Biologia Molecular	1.642	1,43	6.210	4,49	15	5
Imunologia	493	0,87	2.114	3,51	16	2

Fonte: Adams, King e Ma (2009).

As áreas em que se observam os maiores crescimentos na produção de trabalhos são as Ciências Agrárias, Imunologia, Microbiologia, e Biologia e Genética Molecular. De acordo com o relatório da *Thomson Reuters*, esse fato representa tanto uma oportunidade para as economias que já investem pesado nesses campos e gostariam de colaborar com a China, como um desafio enquanto os frutos dessas pesquisas são aplicados em processos inovativos e produtos.

Historicamente existe uma força chinesa nas ciências físicas, principalmente em materiais, superando 30% das produções mundiais nos campos de Cristalografia e Metalurgia e Engenharia Metalúrgica.

Nacionalmente, o foco nas ciências dos materiais é dado em Compostos, Cerâmicas e Ciência dos Polímeros, como é mostrado na Tabela 6 a seguir:

Tabela 6 - Porcentagem chinesa das publicações mundiais

Campo	% Mundial	Volume (publicações 2004- 08)
Cristalografia	31.67	14322
Metalurgia e Engenharia Metalúrgica	31.24	16624
Física Multidisciplinar	22.12	23422
Matemática Aplicada	21.06	16058
Materiais: Composto	19.88	3070
Materiais: Cerâmica	19.83	5204
Ciência dos Polímeros	19.25	13022
Matérias: Multidisciplinar	19.02	38468
Química Inorgânica e Nuclear	18.07	10470
Química Multidisciplinar	16.94	24315

Fonte: Adams, King e Ma(2009).

Na Tabela 7 a seguir, são mostrados os países que mais colaboram com as produções chinesas, com os EUA liderando em termos de frequência, contribuindo com aproximadamente 9% dos trabalhos realizados em instituições chinesas entre 2004 e 2008. Singapura ocupa uma posição de destaque entre os colaboradores regionais, porém com o Japão ainda predominante. Adams, King e MA (2009) alertam para o fato de a emergência de uma rede regional asiática.

Tabela 7 - Parceiros internacionais líderes de publicações com a China na última década

Publicações em colaboração com a China				Porcentagem do total chinês (%)
1999-2003		2004-2008		
EUA	16.389	EUA	39.428	8,9
Japão	7.251	Japão	13.418	3,0
Alemanha	4.480	Reino Unido	9.987	2,3
Reino Unido	4.433	Alemanha	8.263	1,9
Canadá	2.806	Canadá	7.547	1,7
Austrália	2.796	Austrália	7.116	1,6
França	2.196	França	4.997	1,1
Singapura	1.782	Singapura	4.635	1,0
Coréia do Sul	1.565	Coréia do Sul	4.485	1,0
Taiwan	1.471	Taiwan	3.219	0,73
Itália	1.221	Suécia	2.311	0,52
Rússia	1.042	Holanda	2.261	0,51
Holanda	970	Itália	2.114	0,48
Suécia	944	Rússia	1.880	0,43

Fonte: Adams, King e Ma(2009).

Entre os institutos que mais colaboraram com a China, é destacado o lugar de destaque da *National University of Singapore*, como mostrado na Tabela 8.

Tabela 8 - Instituições Internacionais colaborando frequentemente com a China

Instituição	País	Número de publicações em conjunto
National University of Singapore	Singapura	3145
University of Texas	EUA	2045
University of Tokyo	Japão	2039
Harvard University	EUA	1568
University of Sydney	Austrália	1432
Imperial College London	Reino Unido	987
Centre National de la Recherche Scientifique	França	973
Seoul National University	Coréia do Sul	957
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Itália	930
McGill University	Canadá	918

Fonte: Adams, King e Ma(2009).

3.3 Indicadores Científicos na Índia

Em mais um relatório realizado pela Thomson Reuters, Adams, King e Singh (2009) dão ênfase ao fato que na antiguidade a tradição científica na Índia remete aos estudos em matemática, astronomia e química. Após a independência em 1947, os campos da ciência e tecnologia lideraram os estudos no país. Atualmente, após e através de programas governamentais como o *Scientific Policy Resolution*, o *Technology Policy Statement* e o *Science and Technology Policy*, o país alcançou um destacado sucesso científico.

A prioridade governamental têm sido os investimentos realizados em educação. A criação de facilidades como o Instituto Indiano de Educação e Pesquisa Científica dá base às esperanças do governo de aumentar os investimentos em educação em quatro vezes no período 2007-2012, e os gastos com pesquisas científicas de 0,9% para 1,2% do PIB em 2012.

A falta de recursos humanos especializados aparece, entretanto, como um entrave, mesmo com a proporção da população com graduação aumentando de 2,4% em 1991 para 4,5% em 2005. As publicações indianas passaram por um período de estagnação entre os anos 1998 e 2000, mas se intensificaram nos anos mais recentes, passando dos 16.500 trabalhos em 1998 para perto de 30.000 em 2007, como mostrado na Tabela 9. Houve um aumento de 80% no período 2000-2007, mas em termos de volume absoluto as publicações indianas são aproximadamente a metade de países como o Reino Unido, Alemanha, China ou Japão.

Tabela 9 - Contribuição indiana nas publicações mundiais

Campos	1999-2003		2004-2008		Rank	
	Total	%	Total	%	Total	Crescimento
Química	21.206	4,42	33.504	5,71	1	10
Ciências Agrícolas	4.303	5,91	5.634	5,65	2	17
Ciências de Materiais	6.960	4,08	11.126	4,81	3	9
Farmacologia e Toxicologia	2.034	2,80	3.866	4,25	4	3
Planta e Ciência Animal	8.132	3,58	10.190	3,77	5	19
Física	11.700	3,00	17.295	3,70	6	14
Engenharia	8.101	2,69	14.103	3,57	7	5
Geociências	2.839	2,64	4.266	3,13	8	13
Ciências Espaciais	1.322	2,44	1.665	2,79	9	18
Microbiologia	1.078	1,62	2.273	2,79	10	2

Fonte: Adams, King, Singh (2009).

Comparativamente a outros países o crescimento indiano é muito maior. Como mencionado por Adams, King e Singh (2009), o “gigante adormecido”, como é conhecido, tem uma capacidade de pesquisa e experiência de tal forma que, uma vez iniciada, alcançou outros países em um período muito curto. Na hipótese de que esse crescimento continue nos próximos 7 ou 8 anos, a produtividade indiana alcançará a maior parte das produções dos países do G-8, ultrapassando-os entre 2015-2020. No período 2004-2008 as publicações indianas alcançaram em torno de 126.000 trabalhos, 2,75% de toda publicação mundial.

Na Tabela 9 pode-se notar que relativamente ao mundo, os trabalhos indianos têm a Química como predominante, seguida por Ciências Agrárias, esta com crescimento inferior que Farmacologia e Toxicologia nos períodos observados. É claro uma divisão de publicações entre as Ciências da Saúde e Físicas. Observa-se que dois campos da saúde tiveram crescimentos destacados entre os dois períodos (Microbiologia e Farmacologia e Toxicologia), ocasionados pelos altos gastos das indústrias de drogas farmacêuticas, equivalente a 45% da P&D do setor privado no país. O grande líder em crescimento, entretanto, foi a Ciência da Computação, com crescimento superior a 100%.

Na Tabela 10 a seguir aparece com mais destaque a histórica força indiana na agricultura.

Tabela 10 - Porcentagem indiana das publicações mundiais

Campo	%Mundial	Volume (produções 2004-08)
Engenharia Agrária	11,21	800
Medicina Tropical	8,32	716
Química Orgânica	8,29	7.834
Ciência Animal e Laticínios	8,24	2.184
Agricultura Multidisciplinar	7,89	1.735
Cristalografia	7,51	3.397
Medicina Integrativa e Complementar	7,47	382
Têxtil	6,76	400
Química Medicinal	6,50	2.756
Agronomia	6,07	1.686

Fonte: Adams, King e Singh(2009).

Na agricultura três campos estão relacionados, além de Engenharia Agrária que aparece na liderança, os campos da medicina merecem destaque (Medicina Tropical e Medicina Integrativa e Complementar), e os relativos a materiais (Têxtil e Cristalografia).

Na Tabela 11, os EUA aparecem como os maiores colaboradores de produções científicas indianas, porém, com o nível de colaboração como uma fração da produção nacional em menor quantidade na Índia do que em outros países emergentes como o Brasil e menor ainda mais do que os países do G-8. A participação da Coreia do Sul aumentou consideravelmente, com sua colaboração normalmente igual ao dobro das produções em colaboração com os demais países asiáticos.

Tabela 11 - Parceiros internacionais líderes de publicações com a Índia

Publicações em Colaboração com a Índia				Porcentagem do Total Indiano (%)
1999-2003		2004-2008		
EUA	6.725	EUA	10.728	6,7
Alemanha	2.667	Alemanha	4.284	2,7
Reino Unido	2.137	Reino Unido	3.646	2,3
Japão	1.908	Japão	3.017	1,9
França	1.393	França	2.402	1,5
Canadá	927	Coreia do Sul	2.074	1,3
Itália	822	China	1.665	1,0
China	674	Canadá	1.590	0,98
Austrália	643	Austrália	1.338	0,83
Holanda	563	Itália	1.309	0,81
Coreia do Sul	558	Suíça	1.067	0,66
Taiwan	540	Taiwan	1.102	0,63
Suíça	493	Rússia	940	0,58
Rússia	482	Holanda	874	0,54

Fonte: Adams, King e Singh(2009).

Algumas das principais instituições internacionais colaboradoras da Índia são mostradas na Tabela 12. O que aparece como fato inusitado é a falta de muitos parceiros europeus, como o Reino Unido. Adams, King e Singh (2009) destacam que no passado recente indiano, o país não soube como utilizar sua capacidade científica, mas mostrou que nos últimos anos

vem crescendo, alcançando um patamar que trará benefícios para a sua economia e população, contribuindo para o conhecimento mundial.

Tabela 12 - Instituições Internacionais colaborando frequentemente com a Índia

Instituição	País	Número de publicações em conjunto
University of Tokyo	Japão	686
University of Texas	EUA	642
Tohoku University	Japão	639
Centre National de la Recherche Scientifique	França	534
Korea University	Coréia do Sul	534
Chinese Academy of Sciences	China	533
National Taiwan University	Taiwan	466
National University of Singapore	Singapura	429
University of Melbourne	Austrália	423
University of Amsterdam	Holanda	384

Fonte: Adams, King e Singh(2009).

3.4 Indicadores Científicos na Rússia

Adams e King (2010) afirmam que foram grandes os impactos da dissolução da União Soviética em 1991 nos meios políticos, econômicos e intelectuais russos. As mudanças trouxeram como resultado orçamentos reduzidos para a ciência e tecnologia. Como exemplo, em 2007 os orçamentos de alguns dos melhores institutos de pesquisas na Rússia estavam entre 3 e 5% se comparados aos seus semelhantes nos EUA.

Uma questão preocupante é o envelhecimento dos cientistas russos, e diferentemente da tendência mundial das economias baseadas na investigação, a sua não reposição. Em 1994, a Rússia obteve o auge de suas publicações com pouco mais de 29.000 trabalhos. A partir deste momento, até 2006, sua produtividade diminuiu para 22.000 trabalhos, recuperando-se nos dois últimos anos da análise, atingindo 27.600 publicações em 2008, como pode ser observado na Tabela 13. Se comparadas, a produção russa é praticamente estável - exceto em 2007 -, até mesmo caindo em momentos que a produção indiana cresce e a brasileira

crece de forma exponencial. Pode-se notar que entre 2004 e 2008 a produção russa de trabalhos científicos atingiu 2,6% da produção mundial, totalizando em torno de 127.000 trabalhos em todos os campos da ciência.

Tabela 13 - Contribuição russa nas publicações mundiais

Campos	1999-2003		2004-2008		Rank	
	Total	%	Total	%	Total	Crescimento
Física	37.796	9,68	34.548	7,39	1	11
Ciência Espacial	4.143	7,66	4.122	6,90	2	10
Geociência	8.677	8,07	9.213	6,76	3	5
Química	29.498	6,15	28.564	4,87	4	12
Matemática	5.638	5,68	5.795	4,63	5	8
Ciência dos Materiais	8.078	4,73	7.594	3,28	6	15
Engenharia	11.586	3,84	9.095	2,30	7	19
Microbiologia	1.606	2,41	1.622	1,99	8	9
Genética e Biologia Molecular	2.855	2,48	2.729	1,97	9	8
Biologia e Bioquímica	5.509	2,19	4.998	1,84	10	17
Neurociência e Comportamento	1.126	0,88	1.699	1,16	11	1
Plantas e Ciência Animal	3.044	1,34	3.163	1,17	12	7
Meio Ambiente e Ecologia	1.125	1,16	1.411	1,07	13	3
Ciência da Computação	1.570	1,81	1.481	0,99	14	14
Ciências Agrárias	906	1,24	879	0,88	15	11
Medicina Clínica	5.946	0,70	6.219	0,62	16	6

Fonte: Adams e King(2010)

Fato curioso, se comparados os períodos 1999-2003 e 2004-2008, os dois líderes em publicações na Rússia, Física e Ciência Espacial, sofreram quedas nos números absolutos de trabalhos. Nas áreas em que a Rússia possuía uma produção acima da média mundial no primeiro período, a quantidade produzida diminuiu no período seguinte. O maior crescimento de produtividade foi observado nas áreas de Neurociência e Comportamento.

A Tabela 14 destaca a concentração russa nas ciências físicas, especialmente as especialidades da Física Nuclear, de Partículas e Campos, e Multidisciplinar.

Tabela 14 - Porcentagem russa das publicações mundiais em dez campos da ciência

Campo	%Mundial	Volume (publicações 2004-08)
Física Nuclear	10,28	3.131
Mineralogia	10,10	922
Física: Partículas e Campos	9,94	4.880
Paleontologia	9,09	933
Ciência da Computação:	8,97	473
Cibernética		
Engenharia do Petróleo	8,69	537
Física Multidisciplinar	8,02	8.489
Geoquímica e Geofísica	7,91	2.828
Espectroscopia	7,58	2.710
Instrumentos e Instrumentação	7,42	3.571

Fonte: Adams e King(2010)

As grandes reservas de petróleo do país dão suporte à representatividade que possuem os campos da Engenharia do Petróleo e Geoquímica e Geofísica. Mundialmente, os EUA alcançam a liderança em termos de colaboração com os trabalhos russos, ultrapassando a líder do período 1999-2003, Alemanha. Também é possível notar na Tabela 15, a crescente colaboração com o Reino Unido, França e Itália.

Tabela 15- Parceiros internacionais líderes de publicações com a Rússia na última década

Publicações em colaboração com a Rússia				Porcentagem do total russo (%)
1999-2003		2004-2008		
Alemanha	12.005	EUA	12.989	10,3
EUA	11.515	Alemanha	12.728	10,1
França	5.630	França	6.641	5,3
Reino Unido	4.412	Reino Unido	5.420	4,3
Itália	3.459	Itália	4.337	3,4
Japão	3.440	Japão	3.712	3,0
Suécia	2.427	Polónia	2.695	2,1
Polónia	2.250	Suíça	2.526	2,0
Holanda	2.072	Holanda	2.469	2,0
Suíça	2.006	Suécia	2.351	1,9
Ucrânia	1.663	Espanha	2.347	1,9
Canadá	1.659	Canadá	2.311	1,8
Espanha	1.656	China	1.880	1,5

Fonte: Adams e King(2010).

Entre os institutos internacionais que mais contribuíram com as publicações russas, destacam-se a *Max Planck Society*. E os institutos europeus que pesquisam a área nuclear e suas aplicações.

Os institutos colaboradores importantes podem ser observados na Tabela 16. Enquanto outros países têm aumentado sua produção científica, a Rússia tem se esforçado para conseguir manter sua produção constante, em alguns casos diminuindo sua participação relativa mundial. Em áreas historicamente fortes, como Ciência Física e Engenharia, as produções de trabalhos reduziram-se, mas em campos que se tornaram mundialmente mais importantes no século 21, como as Ciências da Saúde e Meio Ambiente, a Rússia tem mantido ou mesmo aumentado sua produção, mas a taxas inferiores ao dos outros países.

Tabela 16 - Instituições Internacionais colaborando frequentemente com a Rússia

Instituição	País	Número de publicações em conjunto
Max Panck Society	Alemanha	4.040
Istituto Nazionale di Fisica Nucleare	Itália	2.813
Commissariat à l'Énergie Atomique	França	2.018
MIT	EUA	1.380
European Organisation for Nuclear Research	Suíça	1.331
University of Tokyo	Japão	1.231

Fonte: Adams e King(2010).

4 CONCLUSÃO

Os estudos de casos permitiram o melhor conhecimento das políticas bem sucedidas na criação de Sistemas Nacionais de Inovação, a identificar as diferenças entre os países emergentes em suas políticas de fomento à inovação, e o levantar dados sobre a evolução de trabalhos científicos no Brasil, China, Índia e Rússia.

A revisão da literatura evolucionária, institucionalista e neo-schumpeteriana, realizada principalmente através dos trabalhos de Zucoloto

(2004) e Lemos (2003), junto à análise dos quatro relatórios referentes a Brasil, Rússia, Índia e China publicados pela Thomson Reuters em 2009 e 2010, possibilitou um melhor entendimento sobre o fomento da pesquisa e desenvolvimento e busca pela inovação no Brasil, Rússia, Índia e Chinas (BRICs).

A inovação tem características de um processo interativo e, portanto, necessita para a sua concretização, programas que visem à interação entre Governo, institutos de pesquisa, universidades, empresas, fornecedores e clientes. Essa interação possibilitará o *spill-over* do conhecimento, facilitando assim a realização das inovações e o processo adaptativo. Países em desenvolvimento, por estarem distantes das fronteiras tecnológicas mundiais em diversos setores da economia, ciência e tecnologia, possuem dificuldade em realizar as inovações radicais, ou seja, novas para o mundo, utilizando-se assim, pelo menos em um primeiro momento, das inovações realizadas em outros países. A adaptação às inovações, dessa forma, é de extrema importância para os países em desenvolvimento, pois possibilitarão a eles alcançarem o desempenho dos países desenvolvidos com mais rapidez e facilidade.

O fato de ter se observado uma evolução da produção científica brasileira, que entre os anos de 1981 a 2008 aumentou em aproximadamente 10 vezes, demonstra a preocupação destinada à P&D nacional despendida pelo país. Numericamente, o gasto nacional em P&D foi de 13 bilhões de dólares, o que equivale a quase 1% de seu PIB.

O maior destaque brasileiro foi dado às pesquisas nos campos de agrárias, biologia e saúde, assim como os campos relacionados aos recursos naturais, como demonstra a capacidade brasileira nos estudos e atividades relacionadas ao petróleo.

Entre os países analisados, a liderança chinesa é inquestionável. Nota-se que sua produção de trabalhos científicos saltou de 20.000 trabalhos em 1998 para 112.000 em 2008, o que reflete o incentivo dado à ciência e P&D nacional, e a criação de diversos programas de apoio às iniciativas científicas. Os maiores destaques chineses aparecem nas áreas de estudo das ciências físicas e tecnológicas.

A Índia, segundo país em população mundial, apresentou um

crescimento expressivo em suas produções científicas entre os anos de 2000 a 2007. Esse aumento se deu devido à criação de diversos institutos educacionais e pela crescente dedicação do governo com a educação no país. Porém, ainda existe a falta de recursos humanos qualificados no país, mas esse número tem aumentado em grandes proporções. Os destaques nas publicações indianas devem ser dados à química e às ciências agrárias.

Na Rússia verificou-se um declínio absoluto nas produções científicas entre os dois períodos analisados, o que reflete a mudança institucional ocasionada com a mudança do regime socialista soviético para o capitalismo em 1991. Diferentemente da tendência entre os demais BRICs, os investimentos nas ciências e P&D declinaram, e os pesquisadores russos tem envelhecido sem que haja renovação.

5 REFERÊNCIAS

ADAMS, J.; KING, C..Global Research Report – Brazil. Research and collaboration in the new geography of science. Thomson Reuters. 2009.

ADAMS, J.; KING, C.; MA, N..Global Research Report – China. Research and collaboration in the new geography of science. Thomson Reuters. 2009.

ADAMS, J.; KING, C.; SINGH, V. Global Research Report – Índia. Research and collaboration in the new geography of science. Thomson Reuters. 2009.

DOSI, G. The nature of the innovative process. In: DOSI, G. et al. (eds), **Technical Change and Economic Theory**. London: Pinter Publishers, 1988.

DOSI, G.Technological paradigms and technological trajectories. **Research Policy**, vol.11, p.147-162, 1982.

EDQUIST, C. **Systems of innovation approaches - their emergence and characteristics** in EDQUIST, C. (ed.) (1997) *Systems of Innovation: Technologies, Institutions and Organizations*.London: Pinter/Cassell .

EDQUIST, C. The systems of innovation approach and innovation policy: an account of the state of the art. **DRUID Conference**, Aalborg, jun, 2001.

ETZKOWITZ, H; LEYDESDORFF, L. **The Endless Transition: a “Triple Helix” of University-Industry-Government Relations**, v.36, p.203-208. Ed. Minerva.1998.

ETZKOWITZ, H; LEYDESDORFF,L. The dynamics of innovation: from national

systems and “mode 2” to a triple helix of university industry government relations. *Research Policy* 29(2) 109-123, 2000.

FORAY, D.; LUNDVALL, B. The knowledge-based economy: from the economics of knowledge to the learning economy, **DRUID Conference**, Aalborg, jun 1996.

FREEMAN, C.; SOETE, L., **The Economics of Industrial Innovation**. 3rd ed., London: Pinter, 1997.

FREEMAN, C., 1995, ‘The national system of innovation in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, Vol 19 No 1: 5-24. 1995.

LEMOS, C. R.. **Micro, pequenas e médias empresas no Brasil: novos requerimentos de políticas para a promoção de sistemas produtivos locais**. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2003.

LUNDVALL, B.-A. Explaining interfirm cooperation and innovation: limits of the transaction-cost approach. In: G. Grahber (ed.), **The Embedded Firm - On the Socio-economics of Industrial Networks**, London: Routledge: 1993.

MALERBA, F. Sectorial systems of innovation and production. **DRUID Conference**, Rebild, 1999.

ZUCOLOTO, G. F.. **Inovação Tecnológica na Indústria Brasileira: Uma Análise Setorial**. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo. 2004.

Recebido em 15/02/2012 - Aprovado em 18/06/2012