

ESTUDOS E PESQUISAS Nº 469

Brasil e a Economia do Conhecimento

Cláudio R. Frischtak,* Katharina Davies e Victor Chateaubriand

XXV Fórum Nacional
(Jubileu de Prata – 1988/2013)
O Brasil de Amanhã.
Transformar Crise em Oportunidade.
Rio de Janeiro, 13-16 de maio de 2013



* Diretor do International Growth Center.

Versão Preliminar – Texto sujeito à revisões pelo(s) autor(es).

Copyright © 2012- INAE - Instituto Nacional de Altos Estudos. Todos os direitos reservados. Permitida a cópia desde que citada a fonte. *All rights reserved. Copy permitted since source cited.*

INAE - Instituto Nacional de Altos Estudos - Rua Sete de Setembro, 71 - 8º andar - Rio de Janeiro - 20050-005 - Tel.: (21) 2212-5200 - Fax: (21) 2212-5214- E-mail: forumnacional@inae.org.br - web: <http://forumnacional.org.br>

XXV Fórum Nacional

Brasil e a Economia do Conhecimento

Cláudio R. Frischtak, Katharina Davies e Victor Chateaubriand

13 de Maio de 2013

O Brasil e a Economia do Conhecimento

Claudio R. Frischtak, Katharina Davies e Victor Chateaubriand¹

I. Introdução

O país experimentou nas duas últimas décadas ganhos pronunciados em termos de estabilidade macroeconômica, redução da desigualdade e da pobreza, e melhoria nas condições de trabalho e de acesso aos bens de consumo por camadas mais amplas da população – com a ascensão da chamada nova classe média.

Contudo, esses ganhos ainda não podem ser caracterizados como irreversíveis. A experiência histórica mostra que acertos cumulativos dependem da qualidade das políticas de governo, e da capacidade da sociedade fazer escolhas que levem a soluções duradouras e a uma trajetória sustentável de desenvolvimento.

O Brasil vive um desses momentos de definição. Talvez as recentes conquistas tenham trazido um pouco de *hubris* (“nunca neste país...”) e certa acomodação das elites políticas, refletindo possivelmente o fato que a população se satisfaz quando olha o presente e aposta que a próxima geração terá mais oportunidades que a atual. Um mercado de trabalho que produz um equilíbrio dinâmico próximo do pleno emprego e ganhos reais de renda na base da pirâmide, combinado com uma disponibilidade de crédito sem precedentes, ratifica diuturnamente essa percepção. Se a fronteira de consumo de bens e serviços se expande de forma praticamente ininterrupta há quase uma década, porque transitar para um novo modelo?

Na realidade, o país enfrenta um conjunto de desafios que se não são abstrações – pois tem conseqüências no cotidiano das pessoas – mas que para a imensa maioria não é obvio como se relacionam. Em particular há três aspectos centrais interconectados:

(i) ***O tecido produtivo está se esgarçando pela elevação sistemática dos custos.*** Nos últimos anos o custo de investir e operar no país se expandiu de forma célere e somente atividades com fortes vantagens comparativas ou naturalmente protegidas

¹ Presidente, Inter.B Consultoria Internacional de Negócios e “Country Director”, International Growth Center, e analistas da Inter.B Consultoria.

são competitivas o suficiente para justificar compromissos não marginais de capital, particularmente em novas plantas industriais. Políticas que tangenciam essa questão ou tentam dar uma resposta com medidas *ad-hoc* estão fadadas ao insucesso.

(ii) ***O aumento dos custos foi impulsionado pela ação do Estado.*** Uma combinação de elevação da carga tributária para compensar a expansão dos gastos correntes e transferências, articulada à política de aumentos reais do salário mínimo, num quadro de estagnação da produtividade, elevaram de forma acentuada os custos unitários do trabalho. Pelo lado da oferta, há escassez de mão de obra qualificada num amplo espectro de profissões e níveis de educação, porém com especial ênfase para técnicos, engenheiros e graduados, assim como pós-graduados, em ciências “duras”.

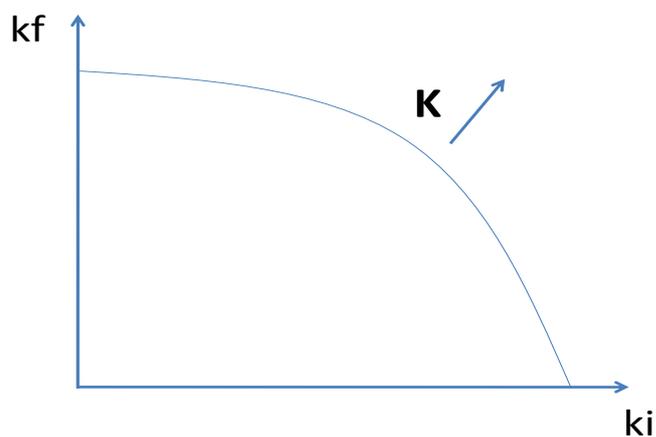
(iii) ***Expandem-se o consumo de bens individuais, e torna-se mais precário o acesso aos bens coletivos.*** O aumento dos rendimentos dos trabalhadores, transferências e subsídios, combinado com o salto no mercado de crédito (consignado, consumidor, imobiliário) abriu espaço para uma expansão considerável do poder aquisitivo da população e dos níveis de consumo. Contudo, falhas de Estado (na mobilização dos recursos, e no planejamento, gestão e execução dos gastos) limitaram a oferta de bens coletivos essenciais, a exemplo de infraestruturas e serviços de mobilidade urbana e amenidades que qualificam a vida nas cidades, acesso à informação e meios eficientes de conectividade, e uma educação de qualidade que possibilite o Brasil transitar para uma nova época em que o conhecimento será a base da riqueza das nações.

O modelo redistributivo está esgotado na sua raiz, pois implica na perda progressiva de competitividade da economia brasileira. O desafio é superá-lo, mantendo seus aspectos virtuosos - o acesso ampliado aos bens materiais e simbólicos - de modo que estes possam ser usufruídos por parcelas crescentes da população. Se nos últimos anos o direcionador da economia foi fundamentalmente o consumo doméstico, nos próximos deverá ser os investimentos em bens coletivos que irão estabelecer os alicerces de um novo padrão de desenvolvimento.

O novo modelo, na sua essência, diz respeito a uma questão de precedência: a expansão da fronteira do consumo deve seguir – e ser impulsionada pelo – deslocamento da fronteira de oportunidades; e esta se move na exata medida da criação de novas idéias, produtos, e formas de gerir e fazer: isto é, ***com base no conhecimento.***

De maneira simplificada, o conhecimento (K) é função de uma combinação de capital físico (Kf) e capital intelectual (Ki), e sua fronteira se desloca com a ampliação da base desses ativos (Figura 1). Enquanto o capital intelectual ou intangível – calcado na educação – é o que permite transformar num sentido mais profundo informação em conhecimento abstrato, o capital físico é necessário para facilitar o acesso à informação, a colaboração presencial ou virtual entre pares, a pesquisa científica e tecnológica com estruturas e ferramentas de ponta, e os meios materiais para a qualificação dos trabalhadores. Ademais, nas economias direcionadas pela geração e uso do conhecimento, o capital físico se cristaliza em certos bens coletivos e amenidades– infraestruturas que propiciam a oferta de serviços públicos voltados para a melhoria da qualidade de vida cidadã.

Figura 1: A Fronteira do Conhecimento e seus Determinantes

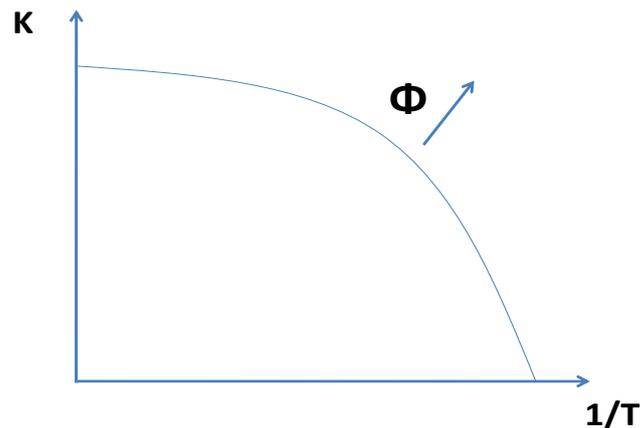


A nova economia também depende de novos arranjos institucionais – organizações mais abertas, articuladas em rede, onde a geração de novas idéias se transforma em inovação. E esta depende tanto dos incentivos econômicos advindos da propriedade intelectual, quanto do seu “contrário”, da livre circulação e troca de idéias (como se dá contemporaneamente nos “hacker spaces”). Esse paradoxo é comumente pouco entendido.

Nesta perspectiva, quanto menores os custos de transação (T no gráfico 2), quanto mais fluida a troca de informação, quanto mais facilitada a coordenação tácita ou explícita entre pesquisadores, tecnólogos, pessoas com idéias e capacidade de inovação, maiores os ganhos advindos da acumulação de conhecimento.

Os frutos da nova economia serão assim resultado da *expansão da fronteira de oportunidades*, impulsionada pela acumulação do conhecimento (K), e da redução dos custos de transação T (Figura 2). Seu fundamento será o conhecimento útil, multifacetado, inovador, que responde às necessidades da sociedade; e seu motor instituições capazes de traduzir idéias, conceitos, descobertas, em oportunidades.

Figura 2: A Fronteira de Oportunidades e seus Determinantes



Neste contexto:

- A educação é um instrumento estratégico para transformar informação em conhecimento, disseminando-o pela sociedade; qualificar os trabalhadores, e fazê-los mais produtivos e com maior poder de iniciativa e autonomia; e alicerçar o conhecimento científico e tecnológico, que de forma crescente depende de indivíduos educados nas ciências “duras” e nas engenharias, e por períodos relativamente prolongados.
- Os bens coletivos são essenciais para possibilitar o acesso e circulação de informação; a geração e teste de conceitos, tecnologias e inovações; o treinamento e qualificação de técnicos, engenheiros e cientistas; e, de modo mais amplo, a melhoria da qualidade de vida que acompanha a sociedade do conhecimento.
- As instituições formais de geração do conhecimento – universidades e institutos de pesquisa em particular – necessitam serem estruturadas, deterem os recursos (humanos e financeiros), e operarem num quadro de incentivos, novas normas organizacionais e regras de conduta, que estimulem a produção do conhecimento *útil* à sociedade.

Um modelo de economia do conhecimento e de uma sociedade de oportunidades depende, porém de uma agenda de trabalho que vai além de uma educação de qualidade para todos – apesar de sua essencialidade – e da acumulação de capital físico sob a forma de bens coletivos, mesmo que críticos. Deverá se basear também em uma nova institucionalidade, de novas formas de relacionamento, de facilitação da troca de informação e experiências, do estímulo à colaboração, de arranjos que possibilitem a abertura das instituições e a porosidade de suas estruturas.

A construção desse novo ambiente propiciará uma nova modernidade para o país, e lançará as bases *duradouras* em simultâneo de:

- (i) Uma melhoria da produtividade, acompanhada de uma redução da desigualdade e da pobreza; e
- (ii) Uma economia centrada e impulsionada pela inovação.

Finalmente, não há uma economia do conhecimento que não se inscreva numa sociedade do conhecimento, baseada na livre circulação da informação, seu acesso de forma ampla e irrestrita, e sua apreensão por todas as camadas da sociedade. Um corolário desse processo construtivo é a melhoria da qualidade da representação política, pois quanto mais informada e educada a sociedade, menor será o espaço para o clientelismo, o mandonismo e a corrupção. *O aprofundamento da democracia virá com a sociedade do conhecimento.*

As primeiras seções deste trabalho discutem respectivamente os três vetores capazes de prover as bases para a economia do conhecimento. A seção que segue essa introdução sublinha a importância do acesso amplo à informação (em escopo, volume, qualidade) e em bases modernas, contemporaneamente facultadas pela emergência de novas tecnologias de informação e comunicação (TICs). Uma análise da cobertura de banda larga e da velocidade efetiva estabelece que o país permanece distante da fronteira da conectividade.

A terceira seção avalia a capacidade de efetiva apreensão e transformação da informação em conhecimento abstrato e científico, determinado pela existência de uma massa crítica de pessoas pós-graduadas em ciências e engenharia, e pelos esforços de pesquisa e desenvolvimento empreendidos nas universidades e instituições de ciência e tecnologia, e empresas. Nos últimos anos houve um expressivo crescimento da pós-graduação em todas as áreas, porém não de maneira

uniforme, com ênfase relativamente maior naquelas mais distantes da produção do conhecimento científico e tecnológico. Ao mesmo tempo, já há uma década que os gastos de P&D vêm se situando em torno de 1% do PIB, ainda que parte considerável voltados para o avanço do conhecimento em áreas aparentemente não prioritárias.

Recursos humanos, materiais e organizacionais engajados em P&D resultam em novas idéias e achados científicos, assim como inovação, produtos, processos, serviços úteis à sociedade. Apesar de nem todos os produtos de pesquisa científica e tecnológica ser codificados (muitos permanecem sob a forma de segredo industrial, por exemplo), as duas métricas universalmente aceitas de produção científica e inovação são respectivamente trabalhos filtrados por pareceristas e publicados em revistas qualificadas, a frequência com que esses trabalhos são citados por outros publicados igualmente em revistas científicas, e pela incidência de registros de patentes. Com base nessas métricas, a quarta seção estabelece a posição do país em relação à fronteira da ciência e da inovação. Houveram avanços, principalmente no plano das publicações e seu impacto, mas o país permanece engatinhando na produção tecnológica consubstanciada em produtos e processos inovadores.

A seção V discute as ações de política pública que visam romper as barreiras que impedem o país transitar para a economia do conhecimento. As transformações necessárias e de caráter estrutural chamam por um programa de ***“Inovação sem Fronteiras”***. Um Plano de Metas para colocar o Brasil mais próximo da fronteira de conectividade; ações para superar o represamento do conhecimento e de pessoas altamente qualificadas nas universidades e instituições de C&T, e órgãos de governo, e em simultâneo expandir a oferta e reduzir os custos de sua contratação por empresas; mudanças na legislação para facilitar o acesso a equipamentos, insumos e serviços; a remoção de obstáculos regulatórios que travam o processo de P&D, aqui ilustrado com o caso da Bioeconomia; e a construção de novos espaços para dotar de fluidez as trocas, a aproximação entre unidades estruturadas (universidades, empresas), assim como entre estas e agentes empreendedores da sociedade.

Não se subestima as dificuldades de mudar a alocação de recursos públicos, e fazer escolhas que certamente ferem o status quo. E talvez ainda mais difícil, mudar padrões aceitos de comportamento e desempenho institucional. A estratégia requer uma definição clara dos objetivos que se quer atingir e do interesse público; e porque transitar para uma economia do conhecimento requer mudanças estruturais que ensejam novas prioridades, modelos de colaboração e forma de trabalhar e inovar. Finalmente, a seção VI sintetiza e conclui o trabalho.

II. Acesso à Informação e Imperativo da Conectividade

O conceito de economia do conhecimento ainda não está sedimentado. Na nova economia – uma extensão da “sociedade da informação” - o capital intelectual ou intangível tem uma contribuição crescente e eventualmente dominante na composição do produto². Ademais, as tecnologias de informação e comunicação têm um papel central na circulação da informação e o conhecimento adquire protagonismo, sua utilização depende das institucionalidades capazes de traduzir idéias e conceitos, e os esforços de pesquisa e desenvolvimento, em bens e serviços úteis para a sociedade. E finalmente, a gestão e operação dos ativos da sociedade e suas instituições está centrada em trabalhadores bem educados e qualificados.

Se a nova economia representa uma descontinuidade não abrupta (“soft discontinuity”) com o passado³, leva em simultâneo e progressivamente a uma reorganização das bases produtivas e institucionais da sociedade. Esta passa a ser calcada na inovação, na colaboração organizada (e mesmo anônima), e na construção de novas regras de convivência e socialização.

Um conjunto de vetores serve de suporte à nova economia. *Primeiro* a livre circulação e o acesso à *Informação*. Historicamente, barreiras significativas dificultaram o acesso à informação na sociedade brasileira, sendo talvez o maior obstáculo o baixo nível educacional da população, e os elevados índices de analfabetismo funcional. A lentidão com que as novas TICs chegaram ao país se explica em parte pela Lei de Informática (que restringiu de forma radical o acesso a equipamentos e ferramentas), pelo monopólio da antiga Telebrás que circunscreveu os avanços na qualidade de serviços até meados da década de 1990, e mais recentemente pelo custo e qualidade do acesso tanto à internet como às ferramentas de busca em bases eficazes (em termos de velocidade e largura de banda).

De fato, desde a década de 1990 houve mudanças radicais que possibilitaram um novo paradigma de acesso a informação, por uma combinação de revolução tecnológica no plano global, disseminação de plataformas móveis, e maior

² Walter W. Powell and Kaisa Snellman., “The knowledge Economy”, Annual. Rev. Sociology, 2004. 30:199–220. Ver também os trabalhos clássicos de Moses Abramovitz e Paul David, “Technological change and the rise of intangible investments. The U.S. economy’s growth-path in the twentieth century” em Employment and Growth in the Knowledge-Based Economy, pp. 35–60. Paris: OECD, 1996, e Fritz Machlup, The Production and Distribution of Knowledge in the United States, Princeton, NJ: Princeton Univ. Press, 1962.

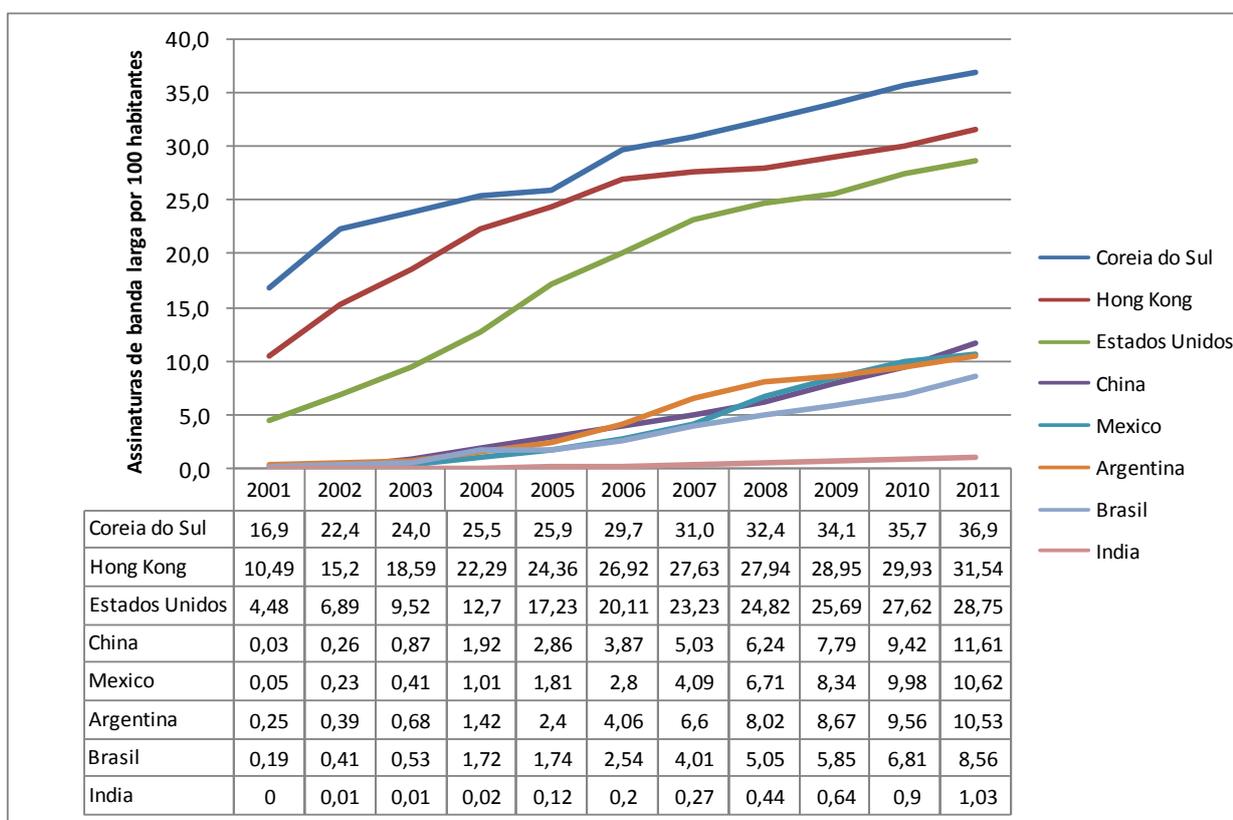
³ Ian Brinkley, “Defining the Knowledge Economy”, The Work Foundation, 2006.

competição no país no que diz respeito à provisão de serviços de informação e comunicação. Parte crescente da população vem tendo acesso a novos serviços e dispositivos. Porém, esse parece ser um fenômeno mundial – progresso nessa área é tangível globalmente. Nesse sentido, seria importante estabelecer em que medida o Brasil vem se aproximando da **fronteira de conectividade** definida tanto em termos de cobertura de banda larga como de sua velocidade (tomado por indicador ou Proxy de qualidade).

Em termos de cobertura, os ganhos foram bastante pronunciados nos últimos anos, ainda que o Brasil permaneça com níveis relativamente baixos frente a seus pares e economias mais avançadas (Gráfico 1). A menos de um forte impulso, alcançar níveis equivalentes de cobertura dos EUA (próximo a 30 assinaturas por 100 habitantes) levaria mais uma década, o que retardaria em muitos anos a transição do Brasil para a economia do conhecimento.

Gráfico 1: Assinaturas de Banda Larga por 100 habitantes

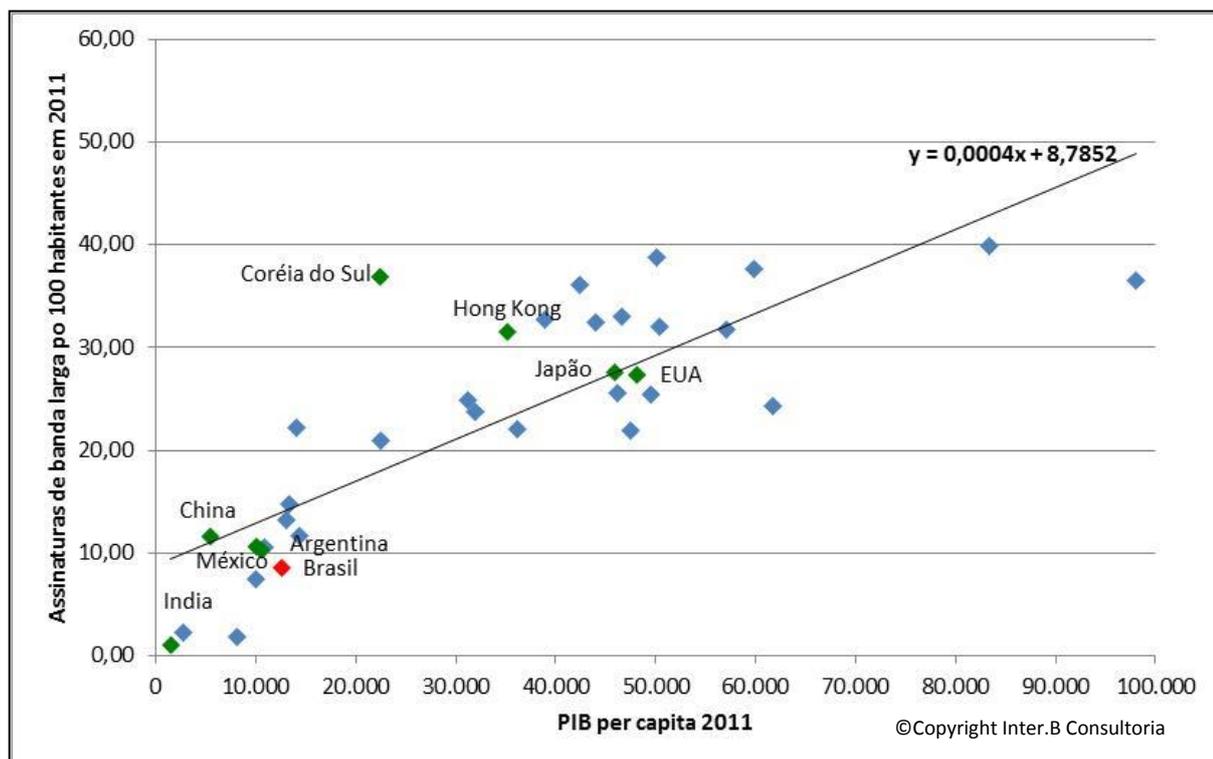
2001 – 2011, Brasil e Países Selecionados.



Fonte: Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria

Uma perspectiva complementar é propiciada pelo Gráfico 2, que relaciona os índices de cobertura com a renda per capita para uma amostra mais ampla e significativa de 35 países relevantes economicamente. No aglomerado de países de renda média, o Brasil se posiciona atrás ainda que próximo da reta de mínima distância⁴.

Gráfico 2: Assinaturas de Banda Larga por 100 habitantes e PIB per Capita 2011- Brasil e Países Seleccionados⁵.



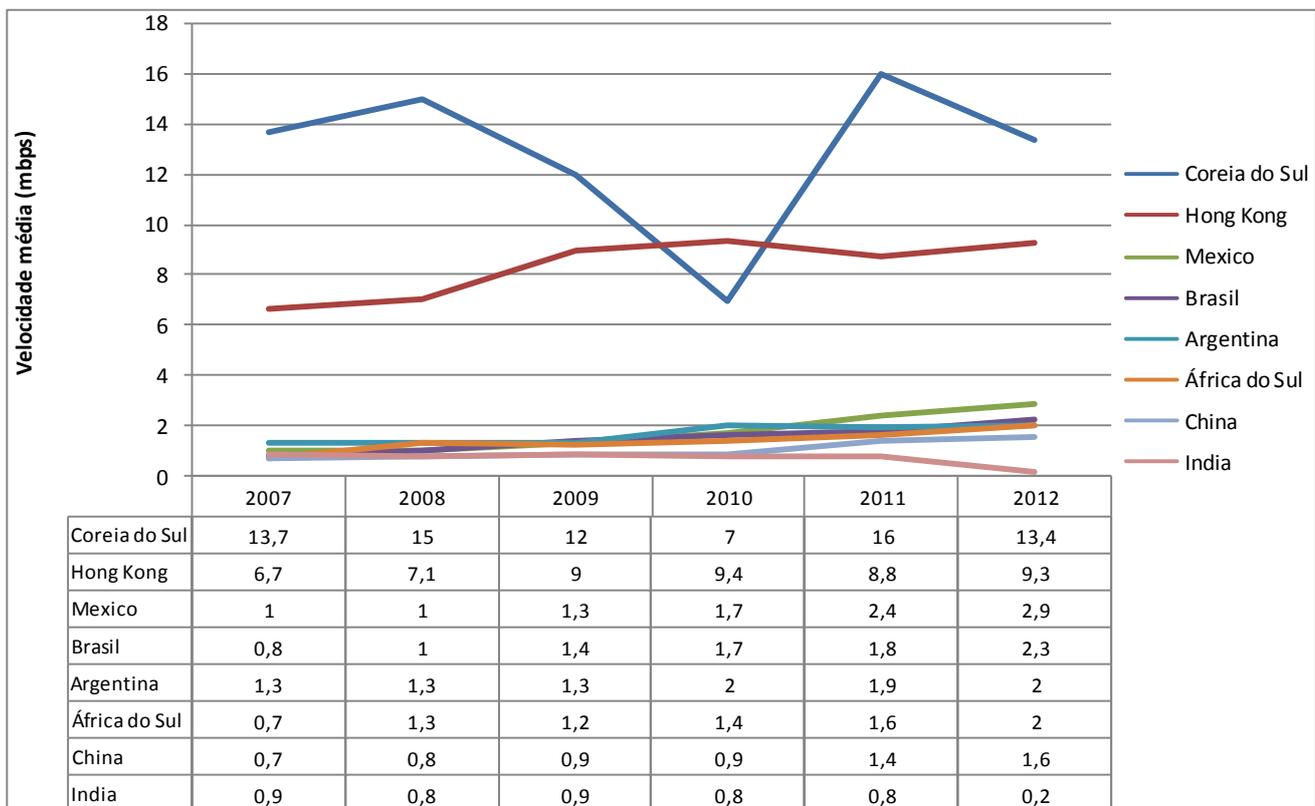
Fonte: Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria.

⁴ Um estudo do ITU sobre o impacto da disseminação da banda larga sobre o crescimento econômico conclui que a contribuição é maior em países que têm tecnologia mais avançada, e a adoção da internet banda larga leva a um aumento de produtividade e que o impacto econômico é maior quando atrelada a novas aplicações em negócios criativos. Ver “The Impact of Broadband on the Economy” (http://www.itu.int/ITU-D/treg/broadband/ITU-BB-Reports_Impact-of-Broadband-on-the-Economy.pdf). Na realidade, por conta dos chamados “efeitos rede”, quanto maior a penetração da internet banda larga maior o impacto sobre o crescimento, sendo que um aumento de 10% na penetração da banda larga resulta em um impulso de 1,21% - 1,38% no PIB. Ver Qiang, C.Z, & Rossotto, C.M. (2009). Economic Impacts of Broadband. In *Information and Communications for Development 2009: Extending Reach and Increasing Impact*, 35-50. Washington, DC: World Bank.

⁵ Os países selecionados para esse gráfico são os de maior relevância no mercado mundial e com características semelhantes ao Brasil: África do Sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, China, Coréia do Sul, Dinamarca, Egito, Espanha, Estados Unidos, França, Holanda, Hong Kong, Hungria, Índia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Malásia, México, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, Rússia, Singapura, Suécia, Suíça e Turquia.

Quanto à velocidade média, os ganhos recentes parecem ser significativos. Desde 2007, esta praticamente triplicou no país, da mesma forma como o fez no México e África do Sul (Gráfico 3). Países que tiveram enormes avanços ao início da década de 2000 parecem ter arrefecido nesse quesito, ainda que esses sejam valores aproximados por conta das metodologias empregadas para a mensuração das velocidades em diferentes mercados.

Gráfico 3: Velocidade Média em Mbps
2007 – 2012, Brasil e Países Seleccionados⁶



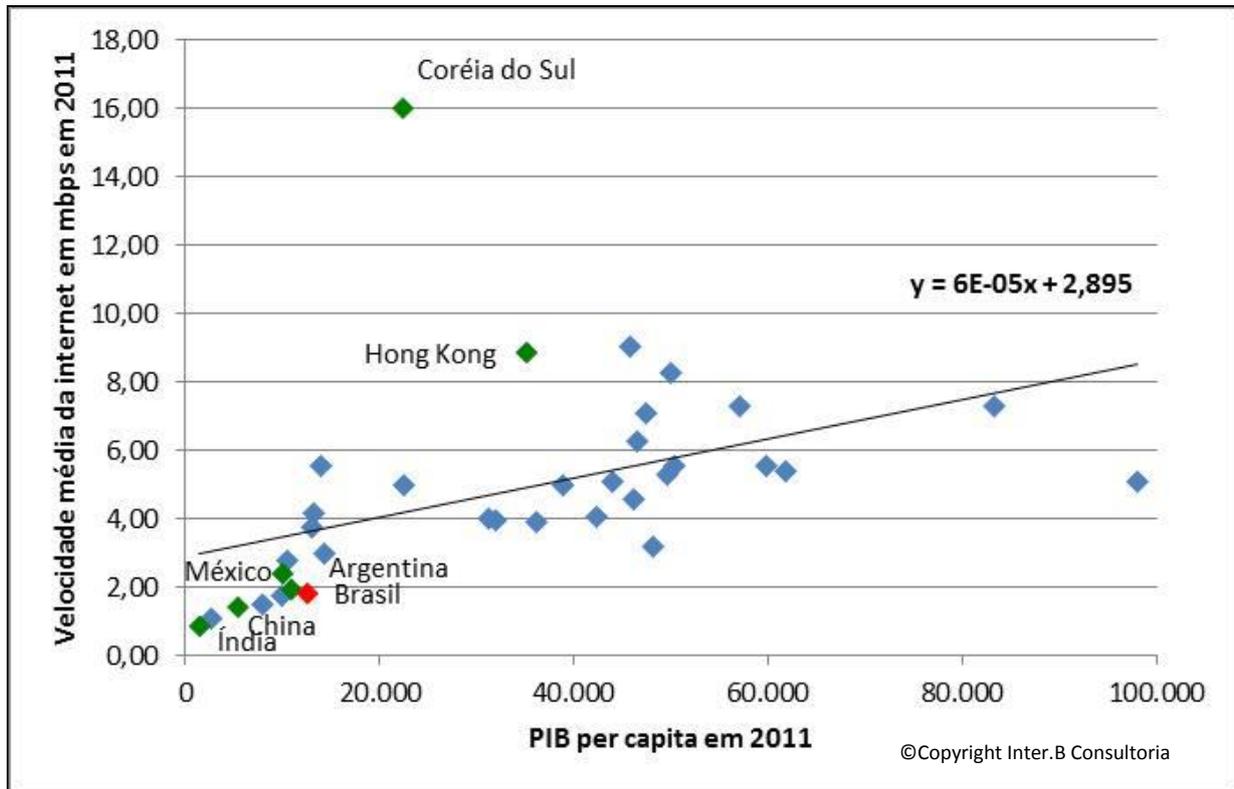
Fonte: Akamai Faster Forward, “The State of the Internet”. Elaboração Inter.B Consultoria.

O Gráfico 4 relaciona a velocidade média da internet com a renda per capita de uma mostra de 35 países economicamente relevantes. Da mesma forma que na dimensão de cobertura, no cluster dos países de renda média, o Brasil permanece abaixo da linha de ajuste.

⁶ Os dados de velocidade média dos Estados Unidos não são confiáveis, pois a velocidade média no país varia muito de acordo com a cidade e/ou estado. Portanto, seria necessária uma análise mais fragmentada para compreender onde se posiciona os EUA em relação ao mundo.

Gráfico 4: Velocidade Média da Internet e PIB per capita

2011- Brasil e Países Seleccionados⁷.

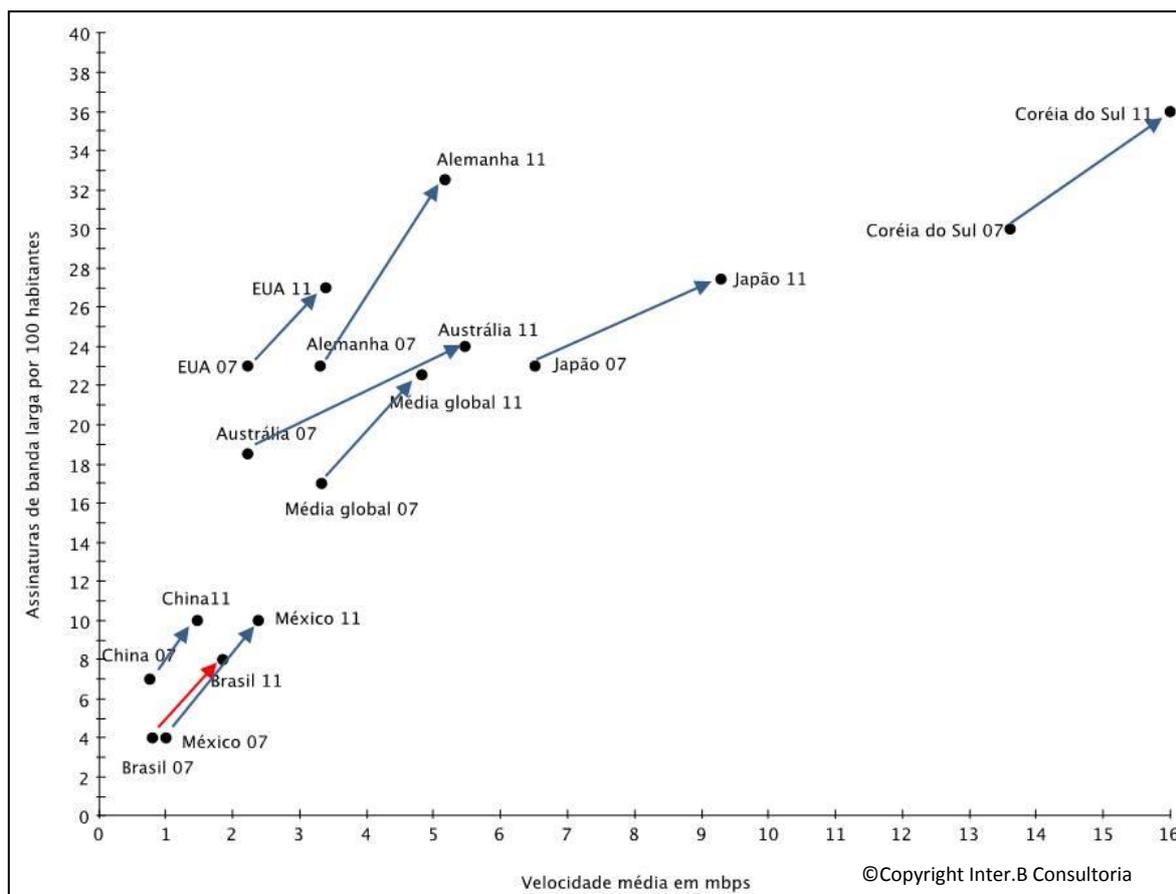


Fontes: Akamai Faster Forward, “The State of the Internet”; Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria .

Aqui se define como **“fronteira de conectividade”** a distribuição dos países pelo índice de cobertura ou penetração da banda larga (assinaturas por 100 habitantes) e pela velocidade média, além da média global (Gráfico 5). A dinâmica da fronteira é capturada pelo posicionamento em dois momentos: 2007 e 2011. Dado o ritmo de mudança nessa indústria, a diferença de relativamente poucos anos já é suficiente para capturar o movimento absoluto e relativo dos países. O Gráfico sugere uma fronteira em rápido movimento, e aponta ganhos generalizados. No caso do Brasil, apesar dos ganhos, a fronteira parece ter se deslocado ainda mais rapidamente, da mesma forma que a média dos 35 países o fez.

⁷ Os países selecionados para esse gráfico são os de maior relevância no mercado mundial e com características semelhantes ao Brasil: África do Sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, China, Coréia do Sul, Dinamarca, Egito, Espanha, Estados Unidos, França, Holanda, Hong Kong, Hungria, Índia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Malásia, México, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, Rússia, Singapura, Suécia, Suíça e Turquia.

Gráfico 5: A Fronteira de Conectividade em Movimento⁸
2007 - 2011



Fontes: Akamai Faster Forward e Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria.

Em síntese, ainda que não se possa afirmar que o Brasil vem se aproximando da fronteira de conectividade, observa-se alguns avanços, inclusive pela disseminação de plataformas móveis que revolucionam o acesso a informação. Ao mesmo tempo, do ponto de vista da produção e difusão do conhecimento, são crescentes os requisitos de largura de banda, velocidade e demais parâmetros que garantam uma conectividade alta qualidade. A discussão que segue revolve em torno das condições de transformar informação em conhecimento, pois mais além de acessar as informações, é necessário transformá-la, o que requer recursos humanos e materiais. O resultado é uma combinação de conhecimento abstrato e útil: ciência, tecnologia e inovação.

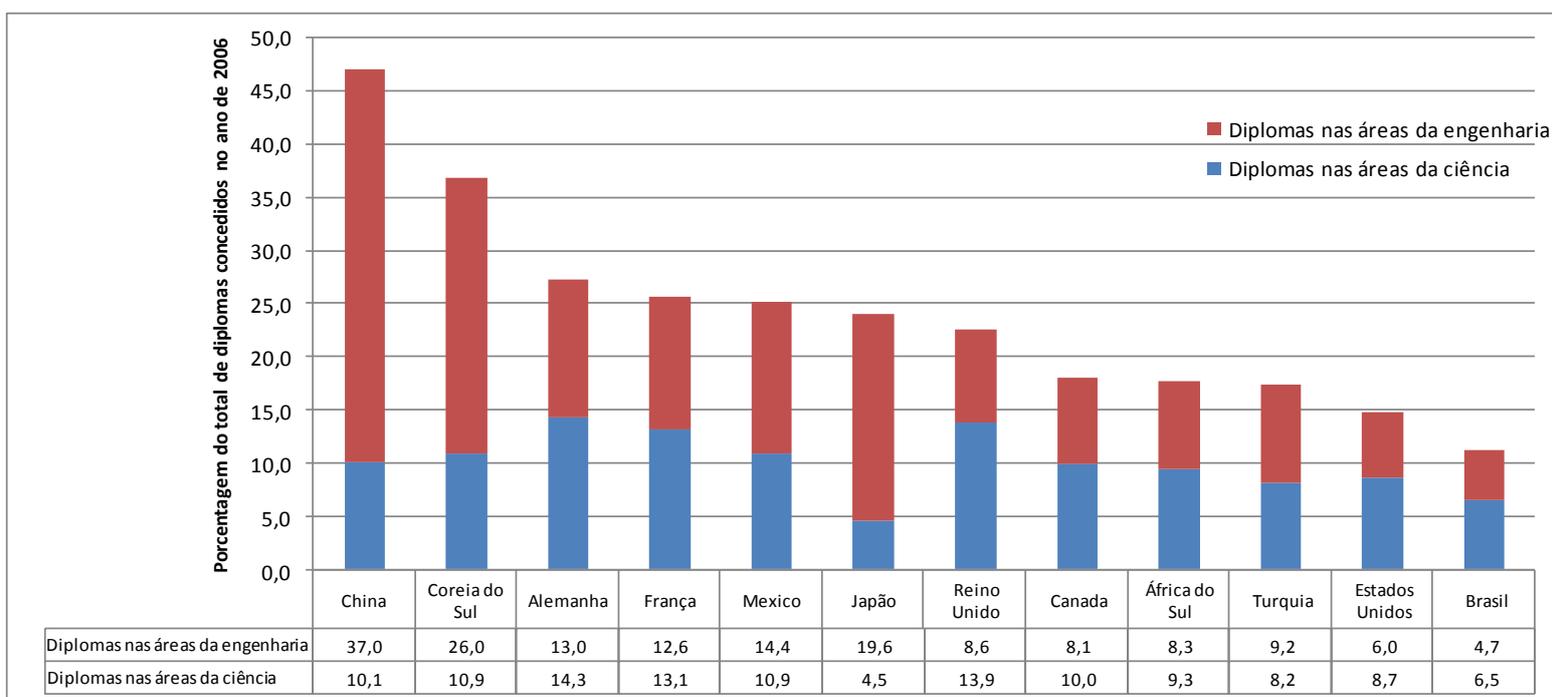
⁸ Os países selecionados para esse gráfico são os de maior relevância no mercado mundial e com características semelhantes ao Brasil: África do Sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, China, Coreia do Sul, Dinamarca, Egito, Espanha, Estados Unidos, França, Holanda, Hong Kong, Hungria, Índia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Malásia, México, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, Rússia, Singapura, Suécia, Suíça e Turquia.

III. Transformando Informação em Conhecimento

O acesso à informação, por mais relevante que seja – e efetivamente o é – seria uma das condições *necessárias* à formação de uma sociedade do conhecimento. De fato, a informação em si pode ser de uso limitado se não processada, e esse processo é necessariamente mediado pela educação. Nesse aspecto também houve sem dúvida avanços no país, talvez o mais importante sendo a tomada de consciência da importância da educação para o crescimento, e a redução da desigualdade e da pobreza. Contudo, o vetor transformador da informação em conhecimento seja científico ou aplicado, o substrato da inovação, é certo tipo de formação educacional, centrado nas engenharias e na pós-graduação em ciências “duras”.

Até meados da década passada, a participação dos formandos em engenharia e ciências era relativamente baixa, principalmente quando comparado não apenas com países de renda elevada, mas também com as economias emergentes, a exemplo do México, Turquia e África do Sul (Gráfico 6). Vale assinalar que China e Coreia do Sul são “pontos fora da curva” que indicam a absoluta prioridade na produção de conhecimento e transição para a nova economia.

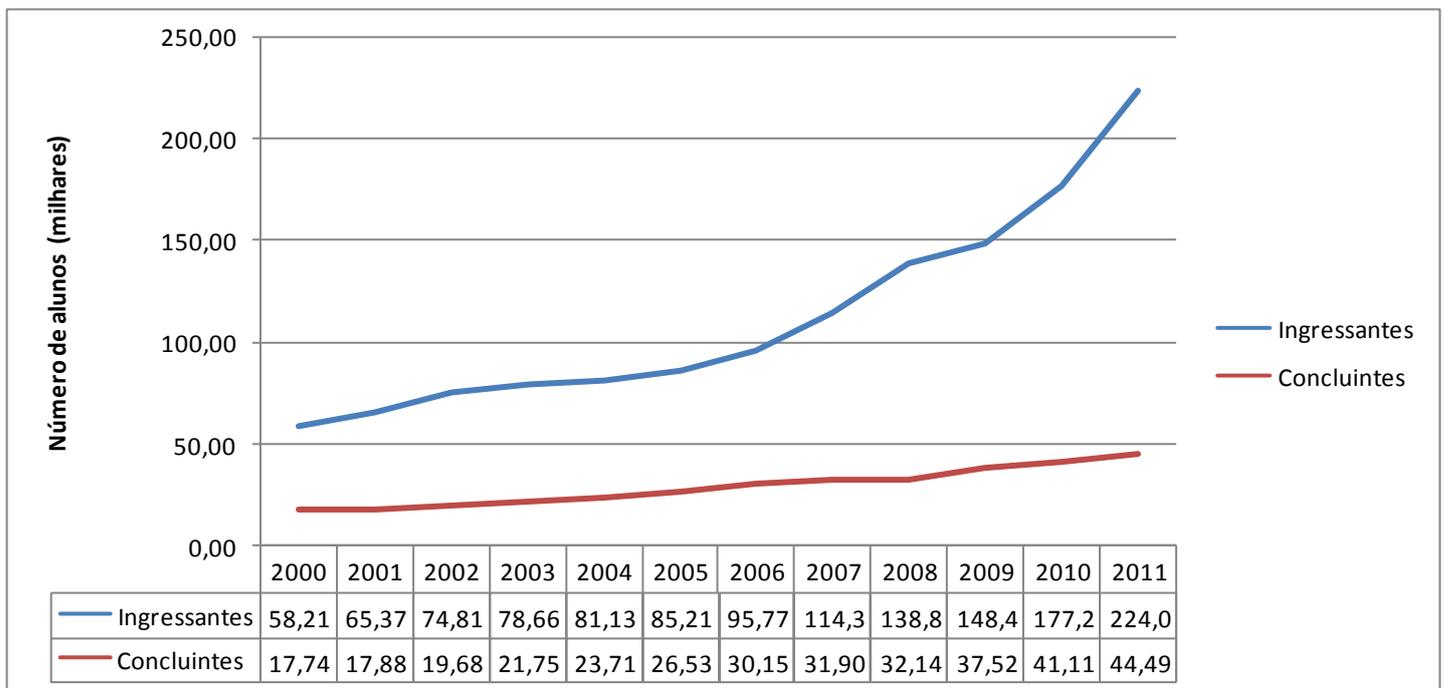
Gráfico 6: Países Seleccionados - Formandos em Engenharia e Ciências (2006)



Fonte: OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011

Houve, contudo, avanços consideráveis desde meados da última década. No caso das engenharias, o percentual de ingressantes nos cursos de engenharia em relação ao total de ingressantes no ensino superior dobrou (5,62% em 2000 para 11,7% em 2011, sendo a arrancada observada a partir de 2005 – Gráfico 7). Como o número de ingressantes no ensino superior também praticamente duplicou no período, o de engenharia quadruplicou (58 mil para 224 mil estudantes), enquanto que a relação concluintes/ingressantes permanece em cerca de 0,4 (levando em consideração o tempo médio de formação para engenheiros de 5 anos)⁹.

Gráfico 7: Brasil - Ingressantes vs. Concluintes nos cursos de Graduação de Engenharia

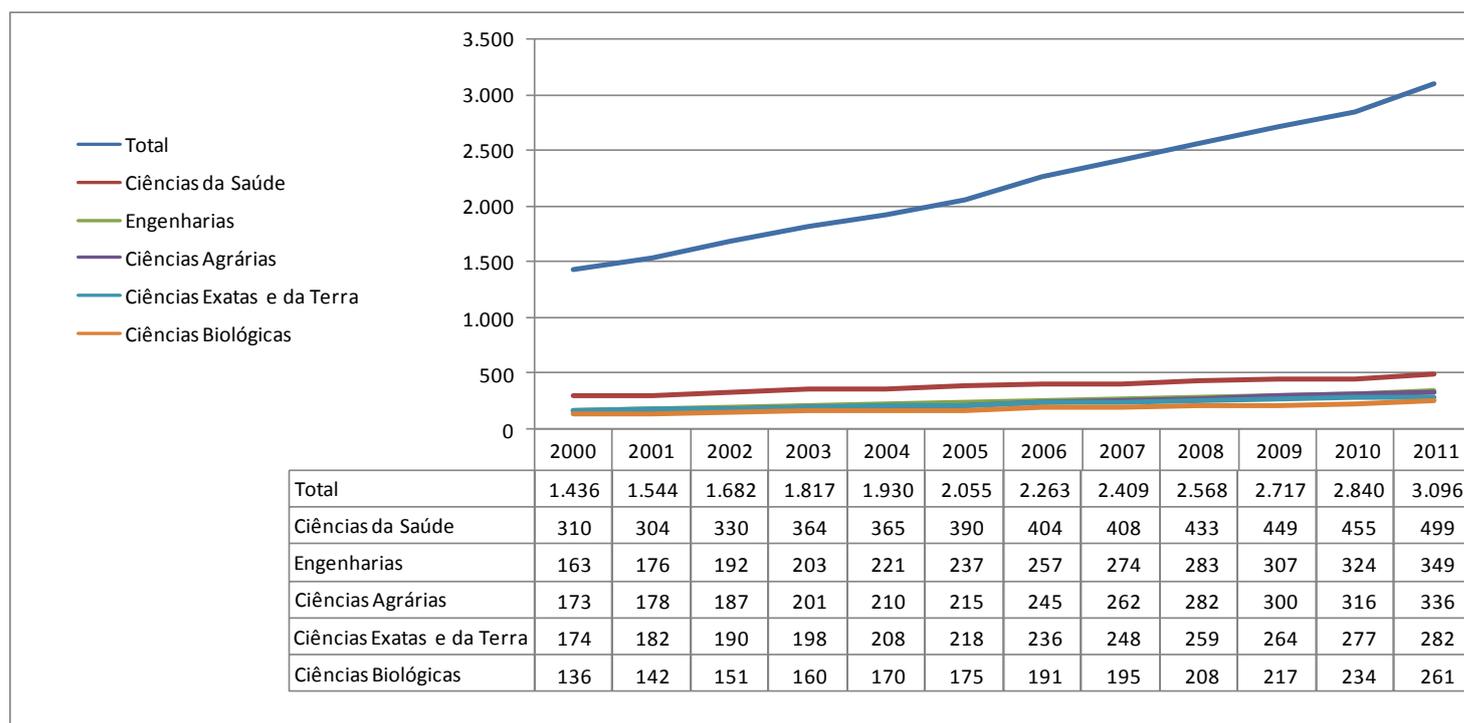


Fonte: EngenhariaData (Observatório da Inovação e Competitividade). Elaboração Inter.B Consultoria.

Da mesma forma, a pós-graduação teve avanços consideráveis no país, sendo que na última década o número de programas mais do que duplicou (de 1.436 em 2000 para 3.096 em 2011 – Gráfico 8). Ainda que a proporção dos programas em engenharia e ciências tenha caído de 66,6% para 55,8%, o fato é que é de modo geral mais complexo e custoso estabelecer um programa de pós-graduação nessas áreas do que em ciências humanas e sociais.

⁹ Na realidade, dada a demanda crescente de engenheiros, poderia se esperar um aumento da proporção concluintes/ingressantes (o Censo de 2010 indica que mais além da medicina, as engenharias apresentam as menores taxas de desemprego e os maiores salários médios).

Gráfico 8: Brasil - Programas de Mestrado e Doutorado



Fonte: EngenhariaData (Observatório da Inovação e Competitividade). Elaboração Inter.B Consultoria.

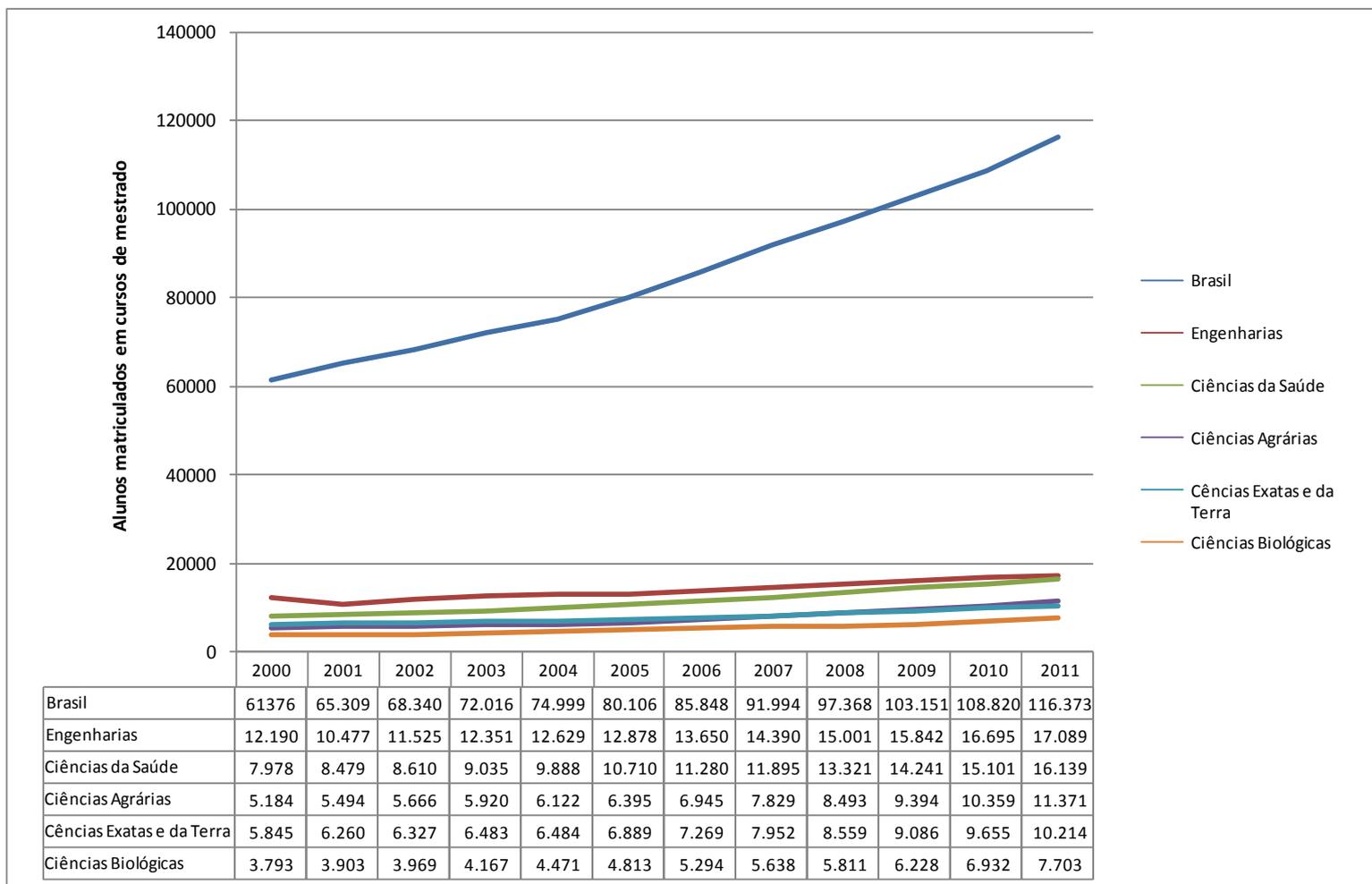
O número de estudantes nos programas de mestrado e doutorado igualmente se expandiu rápida e monotonicamente no período (Gráficos 9 e 10). Na realidade, em nenhum ano a quantidade de estudantes recuou em qualquer das áreas de mestrado ou doutorado (com exceção do doutorado de ciências exatas e da terra em 2005).

Mesmo levando-se em consideração que nem todas as áreas tenham crescido na mesma proporção – as engenharias no seu conjunto o fizeram em 50,6% no período, em contraposição a 99,2% para todas as áreas – é indubitável que houve um esforço significativo de formação de recursos humanos, essencial no processo de produção de conhecimento científico e tecnológico.

Ainda assim é importante sublinhar que se observa um gradiente na pós-graduação, com possíveis implicações para a produção de conhecimento aplicado. O crescimento do número de estudantes em programas de mestrado no total de disciplinas, em ciências e engenharia, e somente em engenharia, é (em percentual) de respectivamente 89,6, 78,4 e 40,2; enquanto que a expansão dos programas de doutorado no período é de 117, 105,1 e 74,6 respectivamente.

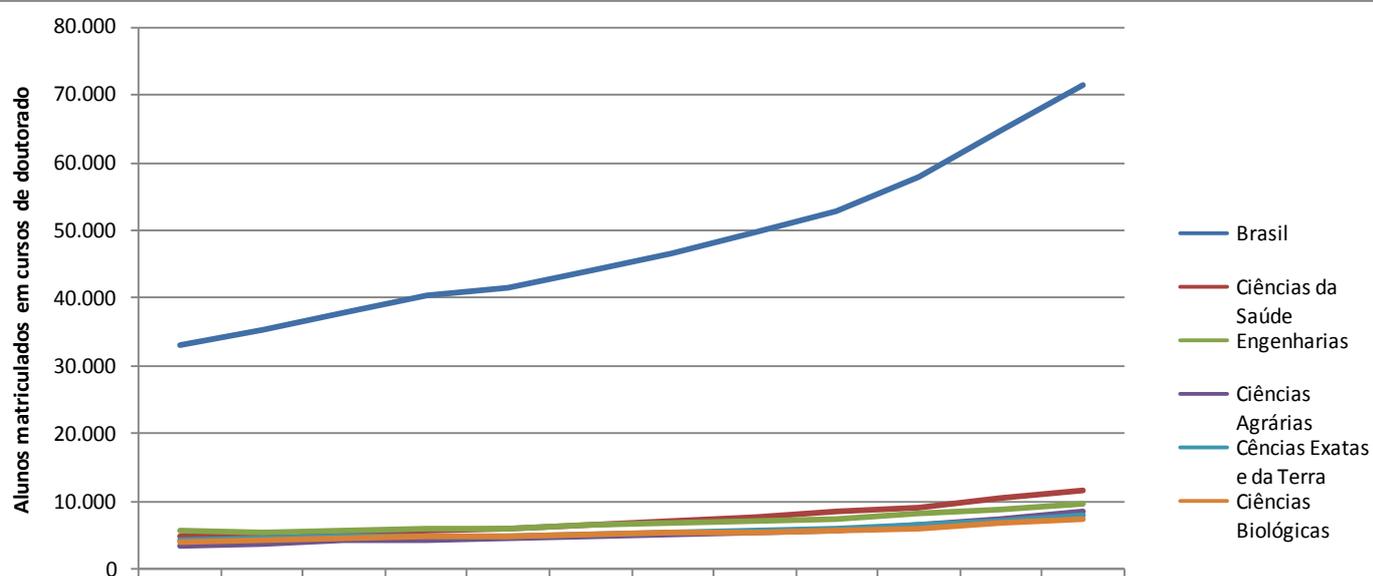
Esta proporção, em certa medida, guarda relação com uma das dissonâncias conhecidas no país: faz-se mais ciência do que tecnologia e inovação, e os números assim parecem indicar (ver seção IV). O crescimento mais lento da pós-graduação em engenharia sugere uma menor ênfase relativa em um dos fundamentos da translação da ciência básica na inovação. Os indicadores de patenteamento apresentados mais adiante parecem confirmar que a brecha entre o esforço científico e o passo inventivo não vem sendo coberta, tendo a engenharia no plano da pós-graduação tipicamente um papel instrumental.

Gráfico 10: Brasil - Alunos Matriculados em Programas de Mestrado Engenharia, Ciências e Total 2000 - 2011



Fonte: EngenhariaData (Observatório da Inovação e Competitividade). Elaboração Inter.B Consultoria.

Gráfico 9: Brasil - Alunos Matriculados em Programas de Doutorado Engenharia, Ciências e Total 2000 -2011



	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Brasil	32.900	35.134	37.728	40.213	41.261	43.942	46.572	49.667	52.750	57.917	64.588	71.387
Ciências da Saúde	4.866	5.207	5.276	5.747	5.963	6.487	7.131	7.644	8.339	9.092	10.247	11.469
Engenharias	5.402	5.250	5.561	5.930	5.832	6.262	6.509	6.908	7.255	7.979	8.722	9.432
Ciências Agrárias	3.319	3.683	4.045	4.267	4.425	4.768	4.982	5.379	5.674	6.441	7.296	8.318
Ciências Exatas e da Terra	4.303	4.457	4.796	4.935	4.888	5.121	5.360	5.748	5.901	6.522	7.167	7.932
Ciências Biológicas	3.846	4.156	4.549	4.836	4.890	4.986	5.196	5.405	5.624	6.039	6.730	7.438

Fonte: EngenhariaData (Observatório da Inovação e Competitividade). Elaboração Inter.B Consultoria.

Para explicar o desempenho do país na produção científica e no plano da inovação recorre-se aos gastos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Recursos humanos qualificados é efetivamente o substrato do conhecimento pela capacidade de apreender e transformar informação. Contudo, a geração de conhecimento raramente se dá de forma isolada, mas é fruto de equipes de indivíduos estruturados sob a égide de programas e projetos que são executados comumente em laboratórios, e que demandam equipamentos, ferramentas e insumos. Os gastos de P&D são nesse sentido um bom Proxy para o compromisso do país em atividades de produção de conhecimento, apesar da eficácia do processo variar muito entre países e setores, com alguns países sendo altamente produtivos, e outros bem menos, como se verá na próxima seção.

No Brasil os dispêndios de P&D se situam em um nível médio (1,2 % do PIB em 2010), acima de países como o México e a Argentina, porém inferior a outros com mais ambição no plano científico - tecnológico (a exemplo de Coréia do Sul e Japão). Em paridade de poder de compra, o Brasil tem atualmente um orçamento de P&D significativo em termos absolutos e por pesquisador (Quadro 1).

Quadro 1: Dispêndios nacionais em P&D de países selecionados, em relação ao produto interno bruto (PIB), per capita e por pesquisador, em anos mais recentes disponíveis

País	Ano	Dispêndios em P&D	Dispêndios em P&D em relação ao produto interno bruto (PIB)	Dispêndios em P&D per capita	Dispêndios em P&D por pesquisador (em equivalência de tempo integral)
		(US\$ milhões correntes de PPC ⁽¹⁾)	Em percentual	(US\$ correntes de PPC por habitante)	(US\$ correntes de PPC por pesquisador)
África do Sul	2008	4.700	0,93	94,80	242,90
Alemanha	2010	86.200	2,82	1.054,50	263,20
Argentina	2007	2.700	0,51	67,50	68,90
Austrália	2008	19.000	2,24	875,80	206,00
Brasil	2010	26.000	1,16	134,60	187,60
Canadá ⁽²⁾	2010	24.000	1,8	702,80	162,60
China	2009	154.100	1,7	115,50	133,80
Cingapura	2009	5.700	2,27	1.210,30	187,80
Coréia do Sul	2010	53.200	3,74	1.088,20	201,40
Espanha	2010	20.400	1,37	442,50	151,40
Estados Unidos ⁽³⁾	2009	401.600	2,9	1.306,00	267,30
França ⁽⁴⁾	2010	50.000	2,26	770,90	209,80
Itália	2010	24.300	1,26	401,40	229,30
Japão	2009	137.300	3,36	1.076,90	209,50
México	2007	5.700	0,37	53,80	149,80
Portugal	2010	4.300	1,59	404,70	93,70
Reino Unido	2010	39.100	1,77	629,40	166,30
Rússia	2010	32.800	1,16	231,40	74,30

Fontes: OECD, Main Science and Technology Indicators, 2010/2, e Brasil: Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi). Extração especial realizada pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro) e Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (Pintec) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Elaboração: Coordenação-Geral de Indicadores (CGIN) - ASCAV/SEXEC - Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

Notas: 1) PPC - Paridade do poder de compra;

2) Dispêndios em P&D por pesquisador (em equivalência de tempo integral) refere-se a 2008.

3) Dispêndios em P&D por pesquisador (em equivalência de tempo integral) refere-se a 2007.

4) Dispêndios em P&D por pesquisador (em equivalência de tempo integral) refere-se a 2009.

5) Dispêndios em P&D per capita refere-se a 2009.

Igualmente relevante, o país vem gastando cerca de 1% do PIB há mais de uma década (Quadro 2). Neste sentido, não se pode atribuir aos gastos do país em P&D a maior ou mais relevante restrição à produção de conhecimento, ainda que se possa argumentar que a participação das empresas permanece insuficiente, e sistematicamente abaixo do Governo, e que esse desequilíbrio afetaria a capacidade inovadora do país.

Quadro 2: Distribuição dos dispêndios nacionais em P&D, segundo setor de financiamento 2000-2010

US\$ milhões correntes de PPC (1) e como % do PIB

Sector	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Empresas	5.588	5.782	5.850	5.738	5.963	7.438	8.242	9.257	10.101	11.066	11.804
Governo	6.763	7.234	6.929	7.100	7.169	7.654	8.533	10.576	11.611	12.332	13.702
Total	12.500	13.200	13.000	13.100	13.400	15.400	17.100	20.300	22.200	23.900	26.000
Empresas	0,47	0,47	0,46	0,44	0,42	0,49	0,51	0,52	0,53	0,56	0,55
Governo	0,55	0,57	0,53	0,52	0,48	0,48	0,50	0,57	0,58	0,60	0,61
Total	1,02	1,04	0,98	0,96	0,90	0,97	1,01	1,10	1,11	1,17	1,16

Fontes: OECD, Main Science and Technology Indicators, 2010/2, e Brasil: Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi). Extração especial realizada pelo Serviço Federal de Processamento de Dados (Serpro) e Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (Pintec) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Elaboração: Coordenação-Geral de Indicadores (CGIN) - ASCAV/SEXEC - Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

Notas: 1) conforme nota (v) da OCDE, a soma das parcelas não corresponde ao total

Como se verá a seguir, a produção científica em termos quantitativos, e restringindo a definição para as ciências duras e as engenharias, está acima da curva de renda per capita, ainda que sua relevância ou impacto possa ser questionado. Ao mesmo tempo, a produção tecnológica do país permanece em níveis anormalmente baixos.

III. A produção de ciência e os resultados do esforço inovador.

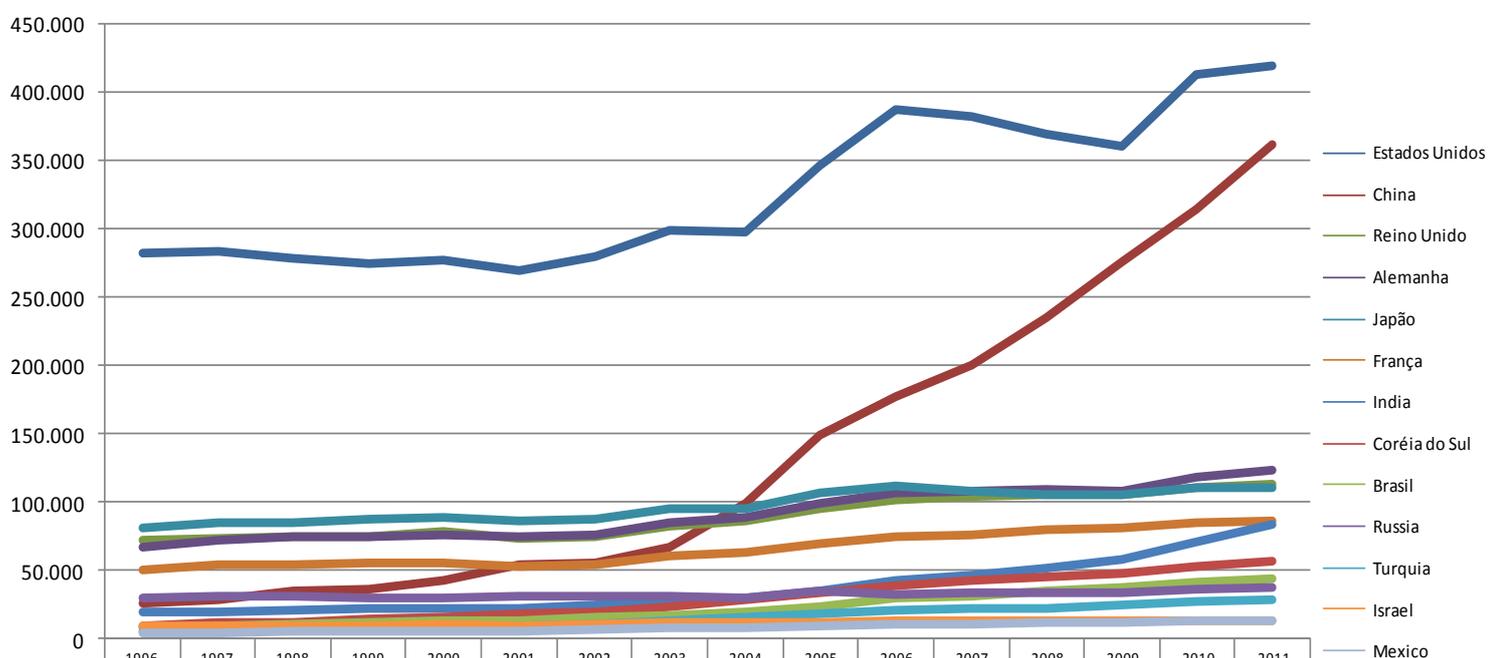
A produção científica resultante do esforço descrito na seção anterior – em termos de programas de graduação e pós-graduação em ciência e engenharia, e dos gastos significativos do país tanto no aparato de ciência e tecnologia, como em P&D propriamente dito - tem sido significativa.

No período de 15 anos entre 1996-2011, houve um avanço expressivo do país em números absolutos e relativos de publicações nas principais áreas de ciência e engenharia¹⁰ (Gráficos 11 e 12). À parte dos ganhos extraordinários da China e, num segundo plano, da Índia, tanto o Brasil, quanto a Coreia do Sul e a Turquia foram os países que avançaram de forma mais célere na participação no total de trabalhos publicados. Contudo, tomando-se o peso da economia brasileira na economia mundial (2,5%) como parâmetro, a participação de 1,67% da produção científica mundial ainda permanece baixa.

¹⁰ Foram considerados “artigos científicos” todos os artigos publicados nas seguintes áreas: Agricultura, bioquímica, genética e biologia molecular, engenharia química, química, ciência da computação, odontologia, estudos planetários, energia, engenharia, ciências ambientais, imunologia e microbiologia, ciências materiais, matemática, medicina, neurociência, farmacologia, astronomia, veterinária, e ciências das decisões.

Gráfico 11: Publicação de Artigos Científicos - Brasil e Países Selecionados

1996-2011, Números Absolutos



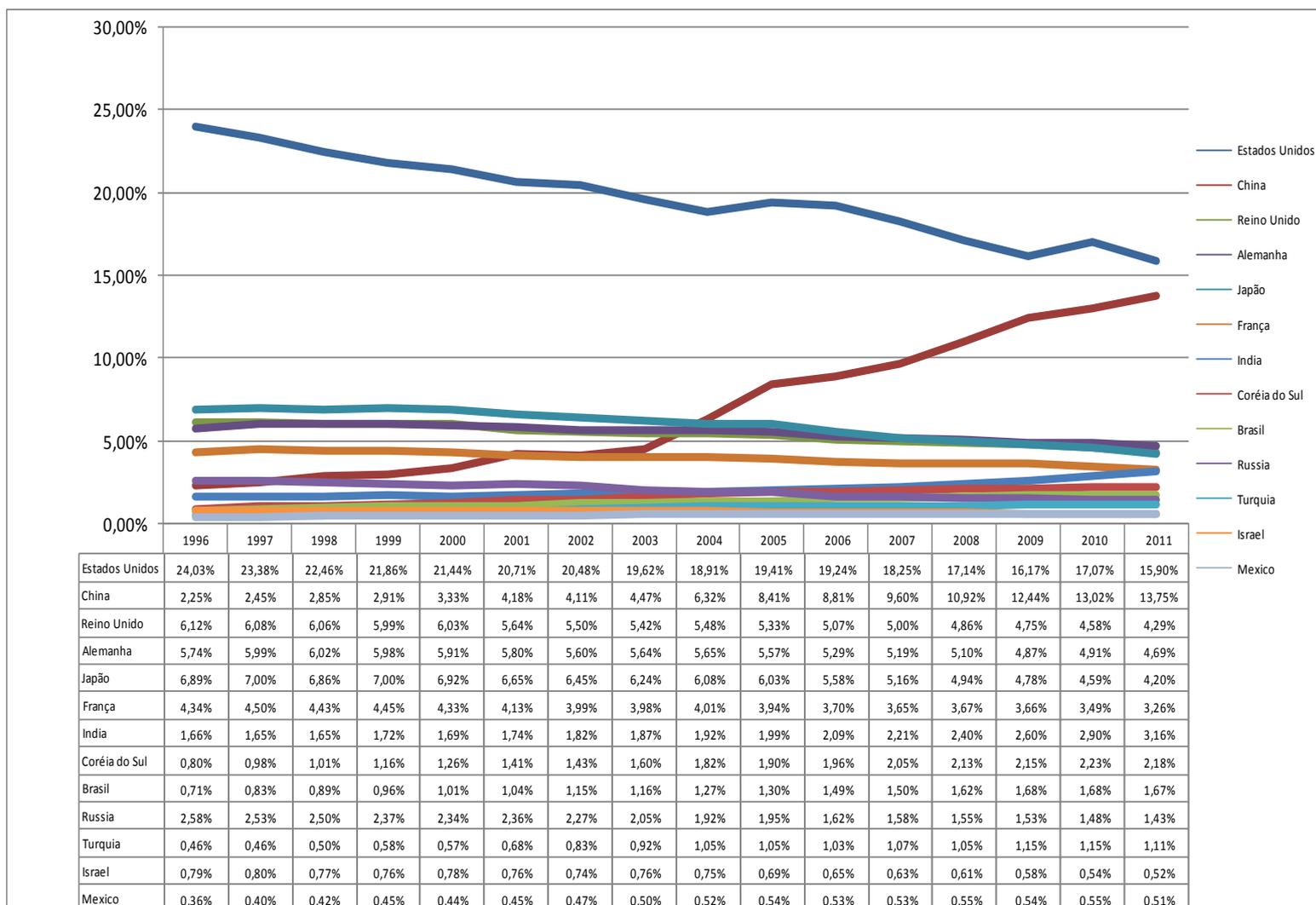
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Estados Unidos	282.484	282.843	278.488	274.030	277.213	269.139	278.922	298.005	296.996	345.583	387.371	382.599	369.650	359.748	413.357	419.208
China	26.481	29.618	35.274	36.517	42.996	54.282	56.037	67.947	99.208	149.755	177.472	201.303	235.543	276.731	315.454	362.363
Reino Unido	71.999	73.508	75.121	75.107	78.018	73.260	74.907	82.294	86.006	94.839	102.072	104.722	104.884	105.684	110.968	113.187
Alemanha	67.458	72.394	74.681	74.915	76.405	75.405	76.288	85.663	88.738	99.229	106.568	108.773	110.043	108.437	119.006	123.612
Japão	80.998	84.629	85.111	87.781	89.406	86.381	87.778	94.777	95.563	107.440	112.445	108.258	106.449	106.306	111.134	110.725
França	50.988	54.481	54.970	55.770	55.978	53.708	54.366	60.490	62.916	70.138	74.494	76.507	79.248	81.427	84.620	86.006
Índia	19.520	19.973	20.447	21.540	21.786	22.605	24.754	28.456	30.212	35.442	42.003	46.264	51.742	57.864	70.242	83.323
Coreia do Sul	9.460	11.822	12.550	14.523	16.267	18.303	19.515	24.367	28.536	33.752	39.460	43.044	45.924	47.909	53.896	57.512
Brasil	8.291	10.033	11.064	12.015	13.061	13.506	15.678	17.671	19.939	23.151	29.922	31.444	34.921	37.475	40.805	43.981
Rússia	30.320	30.655	31.030	29.659	30.214	30.687	30.946	31.077	30.138	34.632	32.580	33.172	33.377	33.998	35.827	37.795
Turquia	5.413	5.623	6.151	7.318	7.380	8.846	11.271	13.930	16.456	18.712	20.798	22.448	22.608	25.657	27.903	29.227
Israel	9.335	9.652	9.496	9.567	10.076	9.811	10.064	11.507	11.746	12.201	13.014	13.211	13.110	12.913	13.103	13.589
México	4.246	4.778	5.244	5.652	5.697	5.895	6.399	7.667	8.172	9.556	10.718	11.016	11.904	11.972	13.287	13.571

Fonte: SCImago Journal & Country Rank. Elaboração Inter.B Consultoria.

¹¹ O SCImago Journal & Country Rank é um portal desenvolvido pelo “Consejo Superior de Investigaciones Científicas” da Universidade de Granada que utiliza o algoritmo Google PageRank para buscar na base de dados Scopus (Elsevier), que conta com mais de 20.500 títulos. Todas as publicações são “refereed journals”.

Gráfico 12: Publicação de Artigos Científicos – Brasil e Países Selecionados

1996-2011, Participação no Total

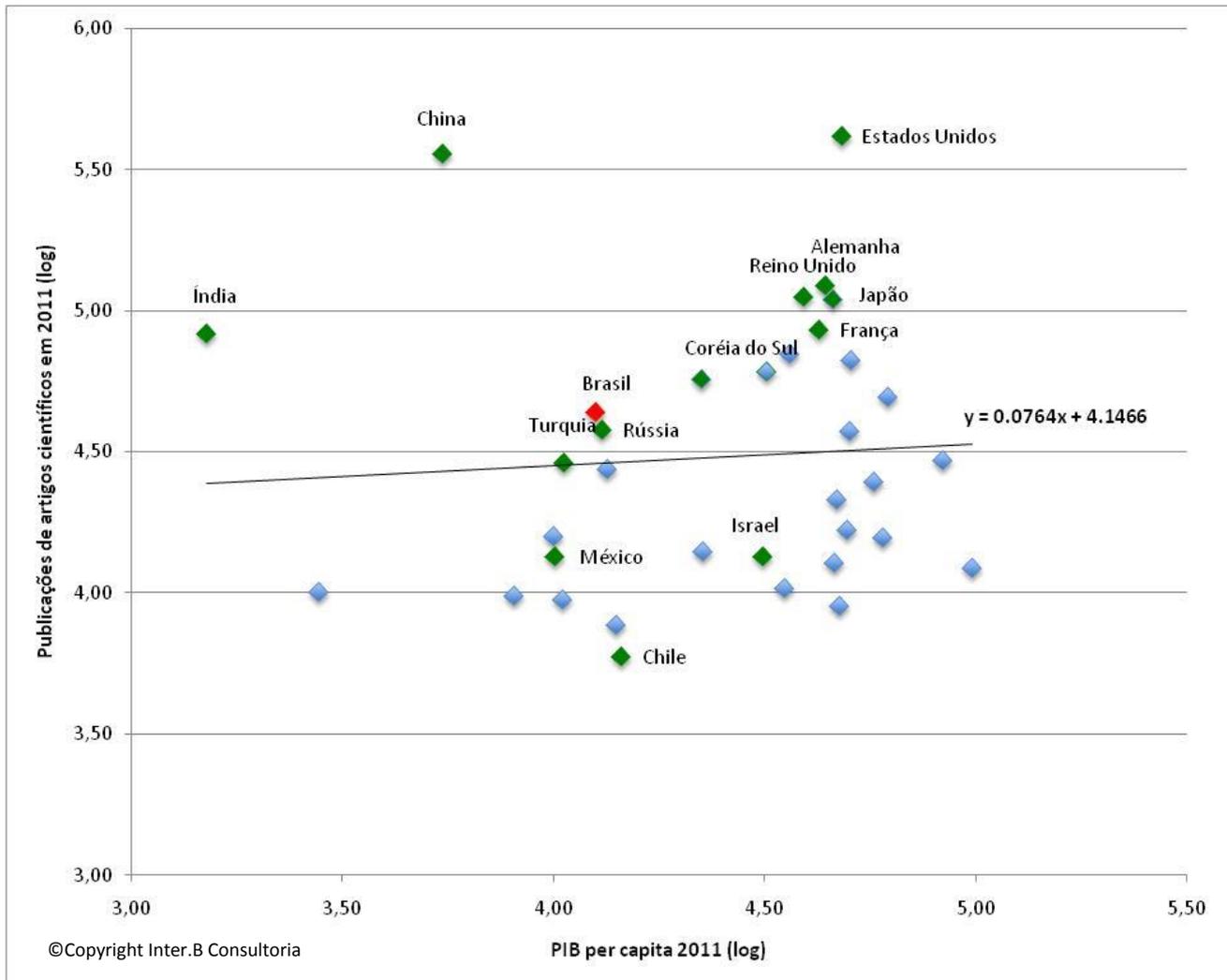


Fonte: SCImago Journal & Country Rank. Elaboração Inter.B Consultoria.

Ajustado ao nível de desenvolvimento econômico do país (pelo critério de PIB per capita), o Brasil se posiciona um pouco acima da curva de produção científica de 35 países (Gráfico 13). Esses resultados devem ser lidos com cuidado, pois a conta de publicações não estabelece a sua qualidade, na medida em que revistas científicas variam enormemente de dificuldade de publicação para o pesquisador, reputação e impacto (conforme notado abaixo).

Gráfico 13: Publicação de Artigos Científicos e PIB per capita

2011- Brasil e Países selecionados¹².



Fonte: SCImago Journal & Country Rank e Banco Mundial; Elaboração Inter.B Consultoria .

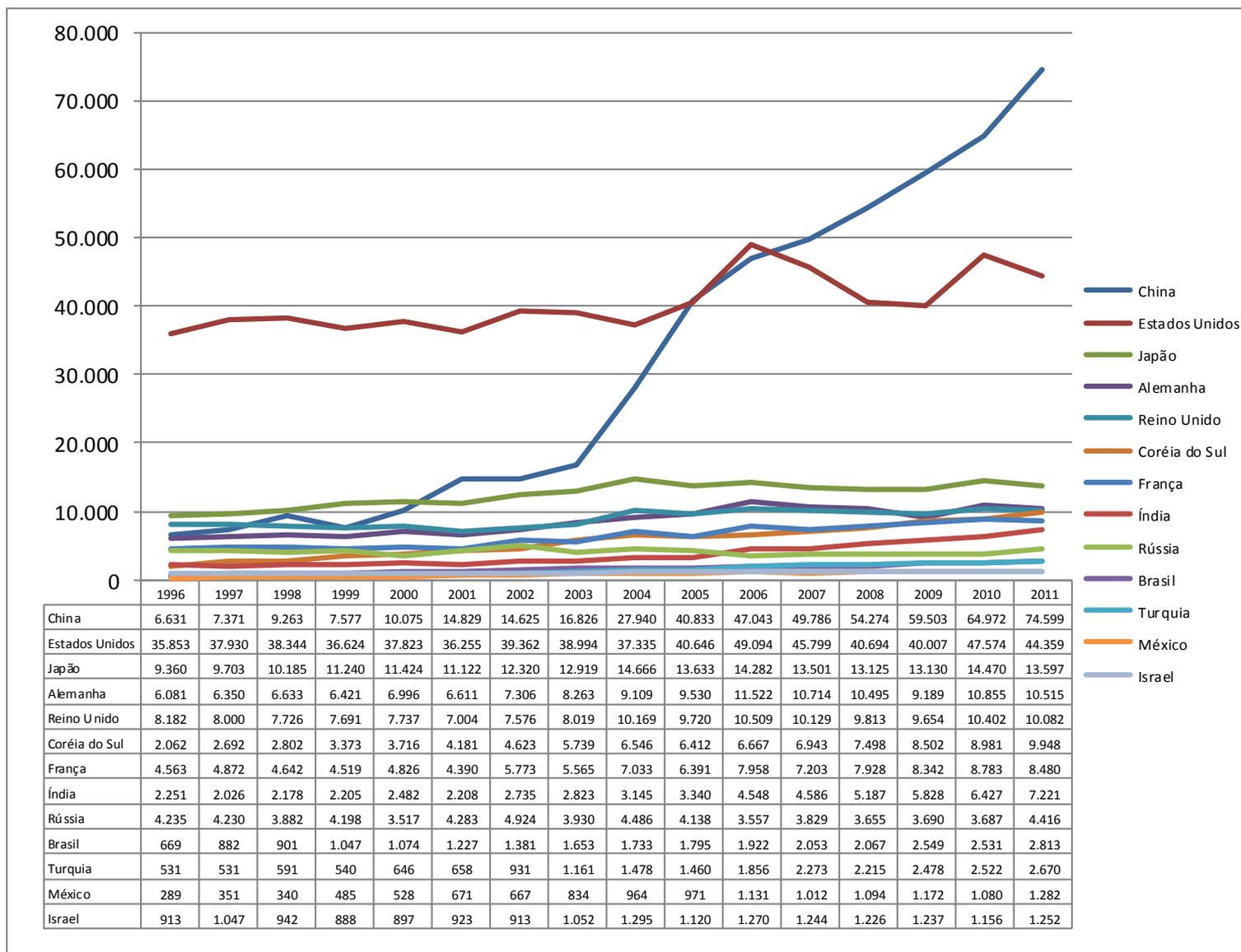
Exercício semelhante ao de publicações de artigos científicos foi feito no caso das publicações somente em engenharia (Gráficos 14 e 15). Mais uma vez nota-se o avanço em termos absolutos do Brasil e demais países, e a contração em termos relativos daqueles que tradicionalmente dominaram o campo.

¹² Os países selecionados para esse gráfico são os de maior relevância no mercado mundial e com características semelhantes ao Brasil: África do Sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, China, Coréia do Sul, Dinamarca, Egito, Espanha, Estados Unidos, França, Holanda, Hong Kong, Hungria, Índia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Malásia, México, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, Rússia, Singapura, Suécia, Suíça e Turquia.

Uma diferença sensível diz respeito à intensidade de ganhos de alguns países emergentes, notadamente a China, numa área em que o impacto econômico das pesquisas que estão subjacentes a essas publicações seria, em tese, maior do que para o conjunto das publicações científicas.

Gráfico 14: Publicação de Artigos Científicos em Engenharia – Brasil e Países Selecionados

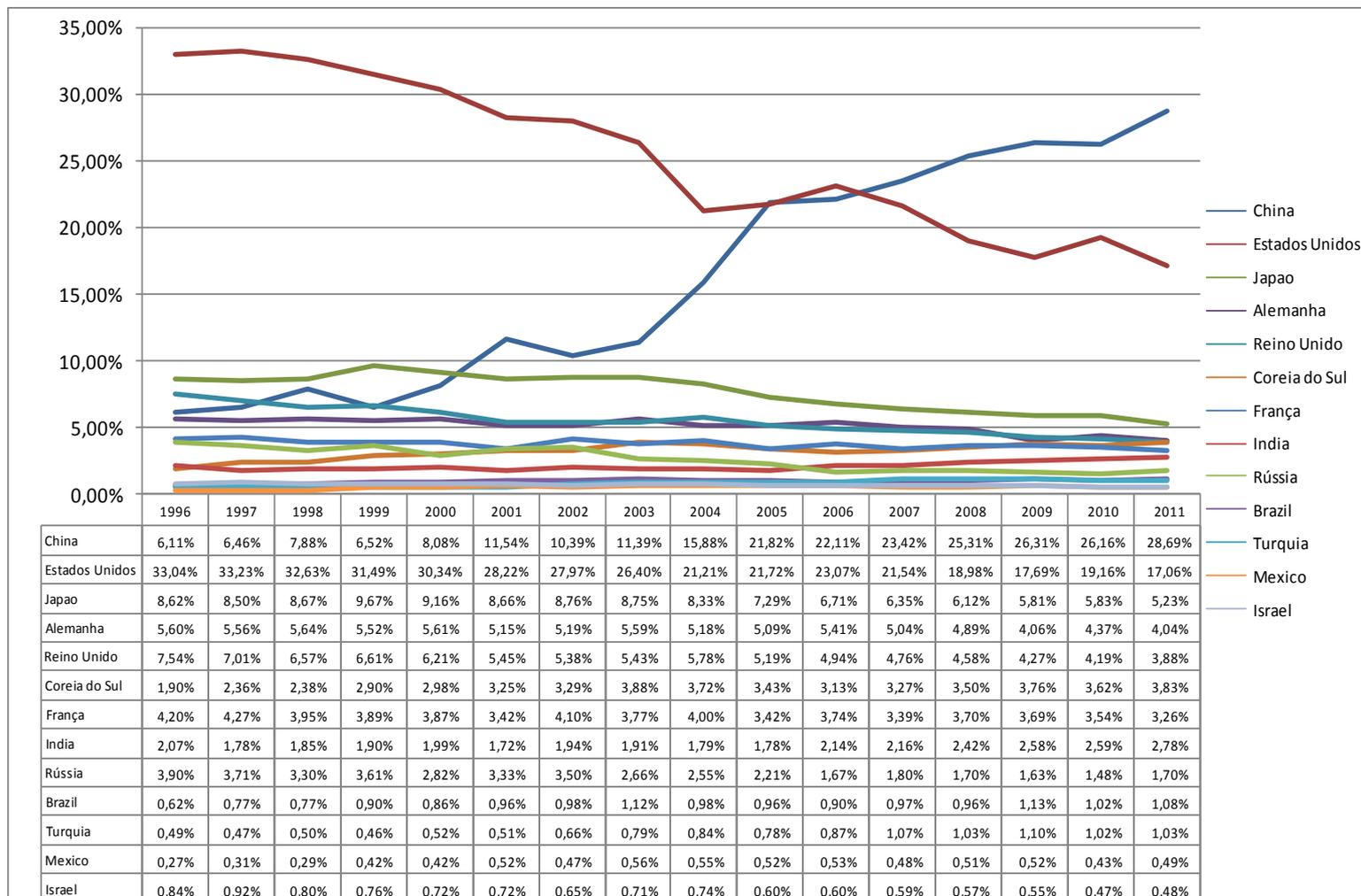
1996-2011, Números Absolutos



Fonte: SCImago Journal & Country Rank. Elaboração Inter.B Consultoria.

Gráfico 15: Publicação de Artigos Científicos em Engenharia – Brasil e Países Seleccionados

1996-2011, Participação no Total

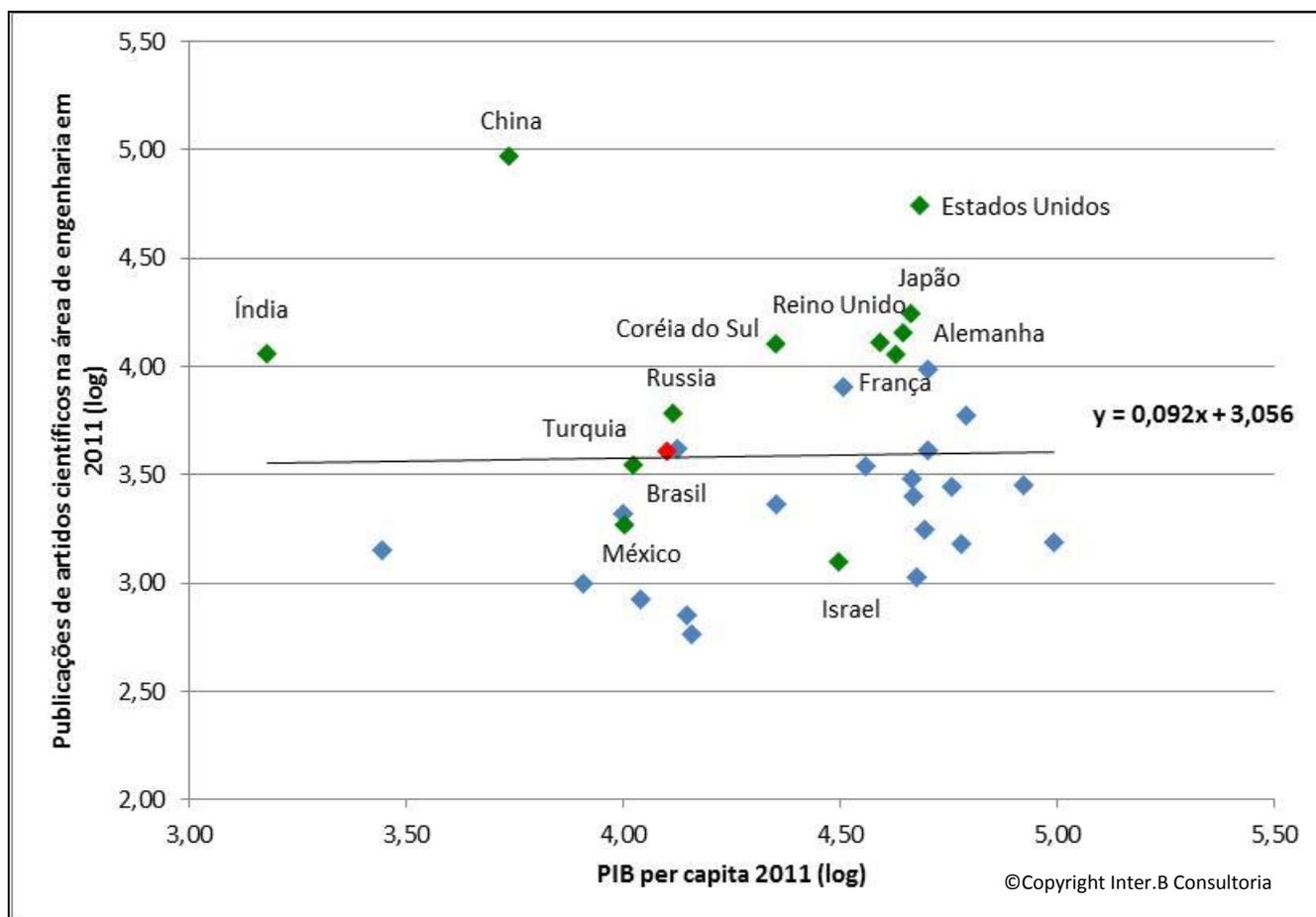


Fonte: SCImago Journal & Country Rank. Elaboração Inter.B Consultoria.

Mais uma vez a China destaca-se como ponto “fora da curva”, além de poucos países cujos ganhos de participação foram acima de seus próprios ganhos em publicações científicas, a exemplo do México. Em contraposição ao conjunto das ciências, nas engenharias os ganhos do Brasil foram relativamente mais modestos, e o país se situa exatamente na curva de ajuste de renda per capita (Gráfico 16).

Gráfico 16: Publicação de Artigos Científicos na área de Engenharia e PIB per capita

2011- Brasil e Países selecionados¹³.



Fonte: SCImago Journal & Country Rank e Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria.

Uma relação mais detalhada por área de conhecimento, desta vez incluindo um conjunto mais amplo de áreas e disciplinas, a exemplo das artes, ciências humanas e sociais - porém para um período mais curto (2003-09) - aponta para um padrão de ganho com três clusters: um de crescimento muito elevado; outro moderado, mas acima da média da participação obtida pelas publicações nacionais no conjunto das publicações em 2009 (2,07%); e um terceiro abaixo desse parâmetro (Quadro 3).

¹³ Os países selecionados para esse gráfico são os de maior relevância no mercado mundial e com características semelhantes ao Brasil: África do Sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, China, Coréia do Sul, Dinamarca, Egito, Espanha, Estados Unidos, França, Holanda, Hong Kong, Hungria, Índia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Malásia, México, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, Rússia, Singapura, Suécia, Suíça e Turquia.

No primeiro conjunto, sobressaem-se enfermagem, medicina dental, profissões de saúde, administração, gestão e contabilidade, psicologia, economia, econometria e finanças e artes e humanidade; no segundo as ciências agrárias e da vida (biologias, medicina e veterinária) e estudo planetários; e no terceiro conjunto, física, química, matemática, e aplicadas (engenharia, ciências espaciais, materiais, geociências, computação) crescem sua participação vegetativamente, ficam estagnadas ou mesmo involuíram. Esta hierarquia seria mais uma pista das dificuldades do país no processo de processo de inovação.

**Quadro 3: Percentual de artigos brasileiros publicados em periódicos científicos indexados pela SCImago, em relação ao mundo
Por área do conhecimento, 1996, 2001, 2005-2011.**

	% do Brasil em relação ao mundo									
	1996	2001	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Fator de Crescimento (1996-2011)
Agricultura e Biologia	1,59	2,34	3,07	4,86	4,72	5,22	5,66	5,95	5,82	3,66
Farmacologia, Toxicologia e Farmacêuticos	0,86	1,15	1,85	2,03	2,45	2,43	2,42	2,22	2,48	2,88
Imunologia e Microbiologia	1,50	1,91	2,60	3,05	3,14	3,32	3,40	3,34	3,57	2,38
Bioquímica, Genética e Biologia Molecular	0,79	1,14	1,50	1,83	1,84	1,98	1,94	2,03	2,01	2,54
Ciência Ambiental	0,90	1,16	1,61	2,17	2,14	2,03	2,13	2,42	2,61	2,90
Neurociências	1,04	1,80	2,38	2,37	2,57	2,67	2,73	2,88	2,71	2,61
Medicina	0,62	0,85	1,31	1,67	1,77	1,88	1,94	2,14	2,20	3,55
Medicina Dental	0,84	2,43	6,67	9,68	9,36	10,72	11,13	11,32	12,81	15,25
Veterinário	1,74	1,37	2,65	6,47	7,04	8,48	8,91	8,56	8,57	4,93
Física e Astronomia	1,38	2,03	2,01	1,89	2,05	1,91	1,83	1,86	1,93	1,40
Energia	0,70	1,09	0,71	1,21	1,14	1,33	1,31	1,35	1,36	1,94
Química	0,73	1,45	1,78	1,84	1,91	1,96	1,92	1,83	1,85	2,53
Engenharia Química	0,82	1,02	1,10	1,41	1,44	1,64	1,95	1,68	1,62	1,98
Terra e Estudos Planetários	0,87	1,02	1,52	1,74	1,78	1,67	1,83	1,99	2,03	2,33
Matemática	1,31	1,94	1,78	1,82	1,79	1,94	1,90	2,06	2,02	1,54
Ciência dos Materiais	0,75	1,20	1,27	1,63	1,42	1,58	1,52	1,64	1,15	1,53
Engenharia	0,50	0,69	0,79	0,85	0,88	0,90	1,10	1,05	1,12	2,24
Ciência de Decisão	0,80	1,18	1,47	1,94	1,54	1,77	2,02	2,07	2,11	2,64
Ciência de Computação	0,43	0,84	1,02	1,13	1,22	1,42	1,53	1,44	1,40	3,26
Artes e Humanidades	0,16	0,18	0,25	0,57	0,97	0,73	0,78	1,05	0,79	4,94
Profissões de Saúde	0,22	0,37	0,72	1,64	1,88	2,14	2,30	2,79	2,42	11,00
Enfermagem	0,12	0,14	0,46	1,37	1,71	1,91	2,45	3,09	3,22	26,83
Psicologia	0,27	0,24	0,57	1,76	1,84	1,87	2,12	2,50	2,17	8,04
Economia, Econometria e Finanças	0,18	0,31	0,38	0,64	0,82	1,15	1,28	1,33	1,18	6,56
Administração, Gestão e Contabilidade	0,08	0,15	0,17	0,40	0,54	0,55	0,83	0,82	0,82	10,25
Ciências Sociais	0,18	0,27	0,38	0,89	1,37	1,48	1,63	1,79	1,95	10,83
Multidisciplinar	0,71	0,51	0,74	1,01	0,97	0,90	1,04	1,02	1,24	1,75
Total	0,75	1,05	1,37	1,74	1,79	1,91	1,99	2,09	2,12	2,83

Fonte: SCImago Journal & Country Rank. Elaboração Inter.B Consultoria.

Uma questão recorrente diz respeito ao *impacto das publicações científicas*. O fato de o país ter uma participação crescente e até certo ponto significativa, não implica que a qualidade da ciência feita seja elevada. De fato, globalmente a estrutura de incentivos dominante na universidade gerou uma corrida para publicar artigos cujos resultados ou bem tem baixo grau de originalidade, relevância ou mesmo são de qualidade questionável. Tipicamente mede-se o impacto pela frequência de citações que um trabalho gera, aqui ponderado pelo volume de publicações. Sob esse critério, medicina, agricultura e bioquímica aparecem com impacto elevado, engenharias moderado, enquanto que ciências humanas e sociais, baixo (Quadro 4).

Quadro 4: O Impacto das publicações científicas no Brasil por área de publicação ¹⁴

2010

Área da publicação	Índice de Impacto ©
Medicina	17,30
Agricultura	15,02
Bioquímica	14,37
Física	13,02
Química	12,49
Imunologia	12,01
Engenharia	11,45
Ciências Ambientais	11,26
Ciência dos Materiais	11,24
Matemática	10,50
Ciência planetária	10,49
Engenharia Química	10,38
Farmacologia	10,14
Computação	9,95
Neurociência	9,81
Odontologia	9,11
Veterinária	8,40
Energia	7,52
Ciência das decisões	5,90
Ciências Sociais	8,78
Enfermagem	7,57
Psicologia	7,02
Multidisciplinar	6,93
Profissões da Saúde	6,43
Administração	5,50
Economia	5,23
Artes e humanidades	4,13

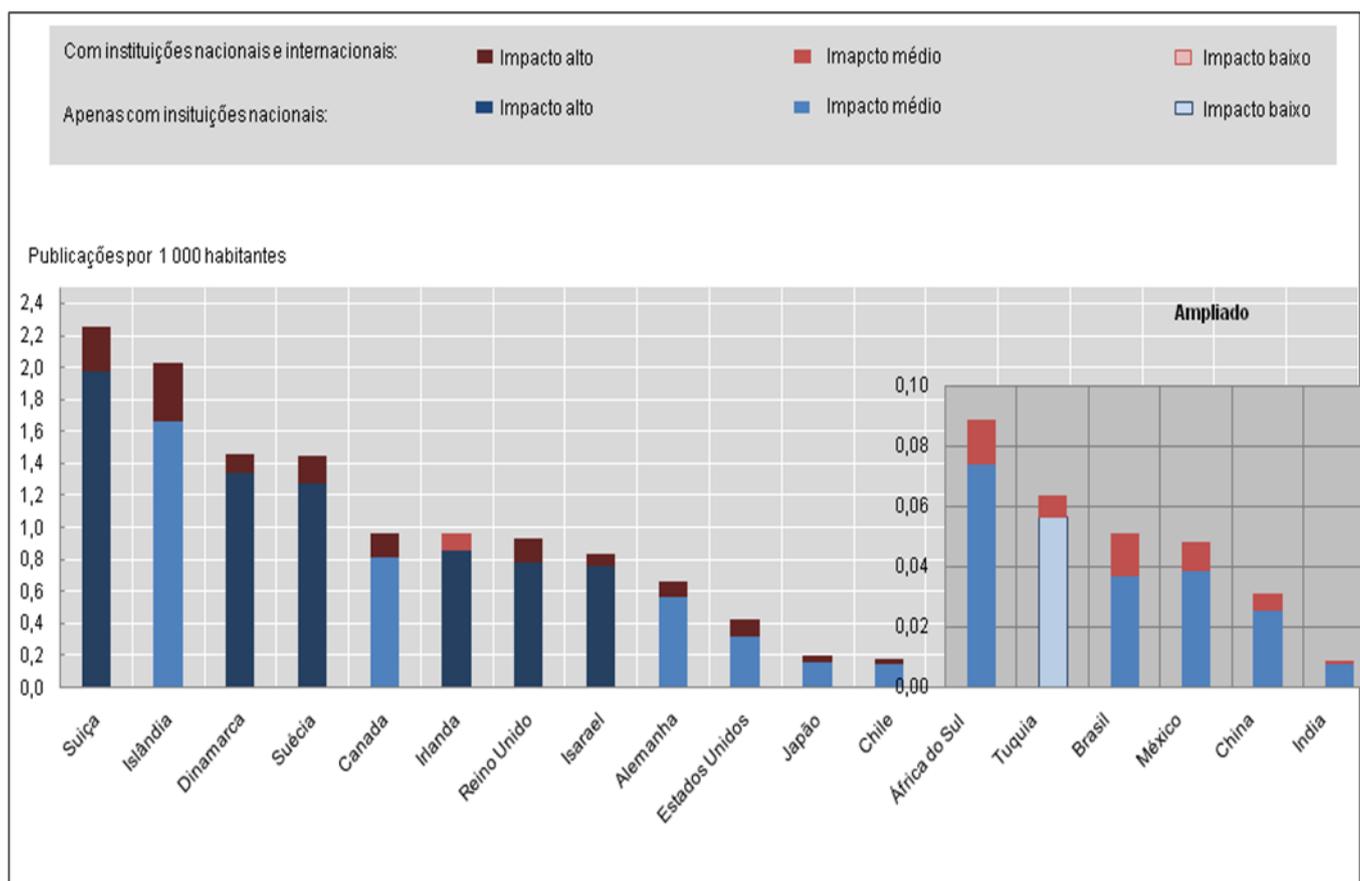
Fonte: SCImago Journal and Country Rank. Elaboração Inter.B Consultoria.

¹⁴ O Índice de impacto foi calculado multiplicando o logaritmo em base dez do numero de publicações pelo logaritmo em base dez do numero de citações (excluindo as citações próprias) em cada área da ciência e engenharia, utilizando a base de dados do SCImago Journal & Country Rank.

Estudo recente da OECD sugere que as publicações brasileiras têm um impacto “médio”, de forma análoga com outras economias emergentes (Gráfico 17). Os países de mais alto impacto parecem ser economias relativamente pequenas – as nórdicas, Suíça, Israel, Irlanda, além da Inglaterra - com investimentos elevados em P&D. O índice neste caso parece distorcer, porque os EUA são possivelmente o país que no seu conjunto produz a ciência de maior impacto.

Gráfico 17: Impacto relativo das publicações científicas

2010 – Brasil e Países Selecionados



Fonte: OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011; Nota: O grau de impacto de uma publicação é medido pela frequência de citações.

Uma abordagem metodologicamente distinta e já usada acima no caso do Brasil – tendo ainda por referência o número de publicações e citações (utilizados como dados primários), porém ponderando a escala de publicações – resulta em um novo ranking que mede possivelmente de forma mais adequada o impacto da produção científica. Desta vez os EUA lideram globalmente, seguido da China, Reino Unido, Alemanha, Japão e França. Este ranking é de modo geral também consistente com o posicionamento do Brasil que se situa acima da Turquia, México e África do Sul, e abaixo de países como Coreia do Sul e Índia (Quadro 5). Pode-se argumentar que

houve avanços em linha com a média dos principais países, sendo que em 2010 o Brasil rompeu a média, mas de forma ainda tímida.

Quadro 5: O Impacto das publicações científicas no Brasil e em Países Seleccionados¹⁵, 1996 – 2010, Anos Seleccionados.

País	Índice de Impacto ©			
	1996	2001	2006	2010
Estados Unidos	36,77	36,59	36,99	33,83
China	22,33	25,31	29,73	29,47
Reino Unido	30,15	30,30	30,97	28,56
Alemanha	29,29	29,87	30,42	28,18
Japão	29,29	29,79	29,80	26,76
França	27,99	28,23	28,75	26,67
Canadá	27,27	26,94	28,23	26,10
Itália	26,09	26,56	27,58	25,61
Espanha	23,81	24,84	26,35	24,86
Áustria	19,83	20,50	21,39	24,59
Holanda	24,60	24,80	25,78	24,05
Coréia do Sul	19,91	22,76	24,98	23,78
Índia	21,97	22,77	24,68	23,77
Suíça	23,27	23,46	24,57	22,85
Brasil	19,29	21,08	23,37	22,02
Suécia	23,35	23,73	23,91	22,01
Média global	21,23	22,10	23,43	21,91
Bélgica	21,49	21,88	22,98	21,39
Rússia	23,22	23,18	22,93	20,69
Polônia	19,99	20,87	22,35	20,33
Turquia	17,00	19,14	21,88	20,24
Dinamarca	20,38	21,00	21,57	20,20
Austrália	24,25	24,87	26,11	20,09
Israel	21,23	21,57	21,74	19,46
Singapura	15,69	18,04	20,18	19,20
Noruega	18,69	19,07	20,34	18,92
Hong Kong	17,13	19,15	20,69	18,51
Portugal	15,23	17,23	19,48	18,48
México	16,99	18,19	19,57	18,09
Irlanda	15,90	17,04	18,80	18,04
África do Sul	16,75	17,05	18,56	17,53
Argentina	16,56	17,63	18,35	17,16
Malásia	11,70	12,49	15,27	17,05
Hungria	17,00	17,67	18,44	16,66
Egito	14,70	15,07	16,37	16,04
Chile	13,95	14,88	16,79	15,73

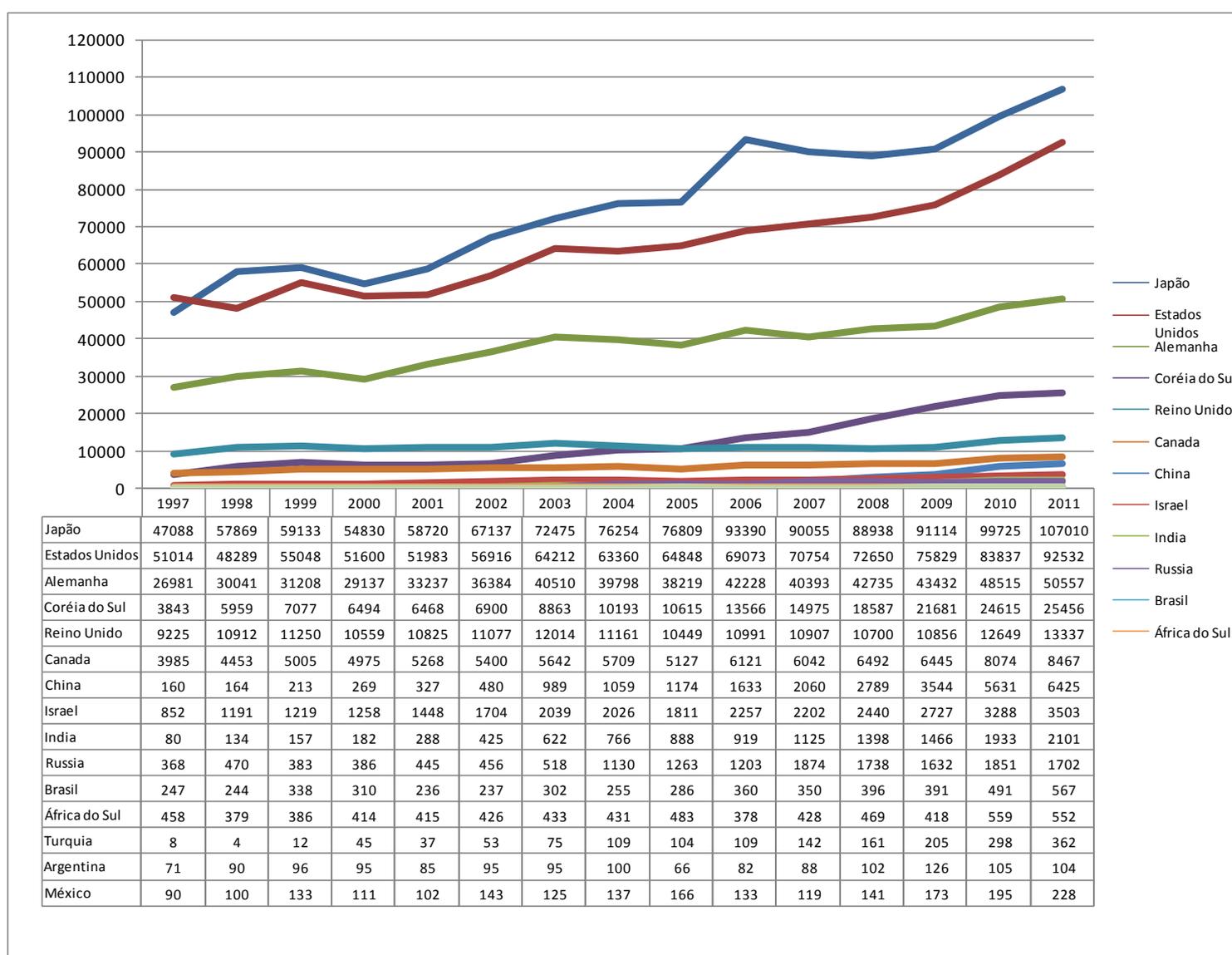
Fonte: SCImago Journal and Country Rank; Elaboração Inter.B Consultoria

¹⁵ O Índice de Impacto foi calculado multiplicando o logaritmo em base dez do número de publicações pelo logaritmo em base dez do número de citações (excluindo as citações próprias) em cada área da ciência e engenharia, e utilizando a base de dados do SCImago Journal & Country Rank. O índice de impacto mede o impacto de todas as áreas da ciência duras, engenharias, ciências humanas e artes, conforme tabela da página 29.

Apesar do aparente progresso no plano científico, há um questionamento da alocação preponderante de recursos humanos e materiais nas universidades, e institutos de ciência e tecnologia. A pergunta recorrente é: onde estão os resultados palpáveis, úteis para a sociedade, dos recursos públicos direcionados para ciência, tecnologia e inovação? Se a produção científica do país ultrapassou o ponto crítico de 1% da participação na global, em contraposição, os ganhos de participação no **plano da inovação** pouco avançaram no período 1997-2001 (Gráficos 19 e 20).

Gráfico 19: Patentes Concedidas Internacionalmente a Residentes – Brasil e Países Selecionados¹⁶

1997-2011, Números Absolutos

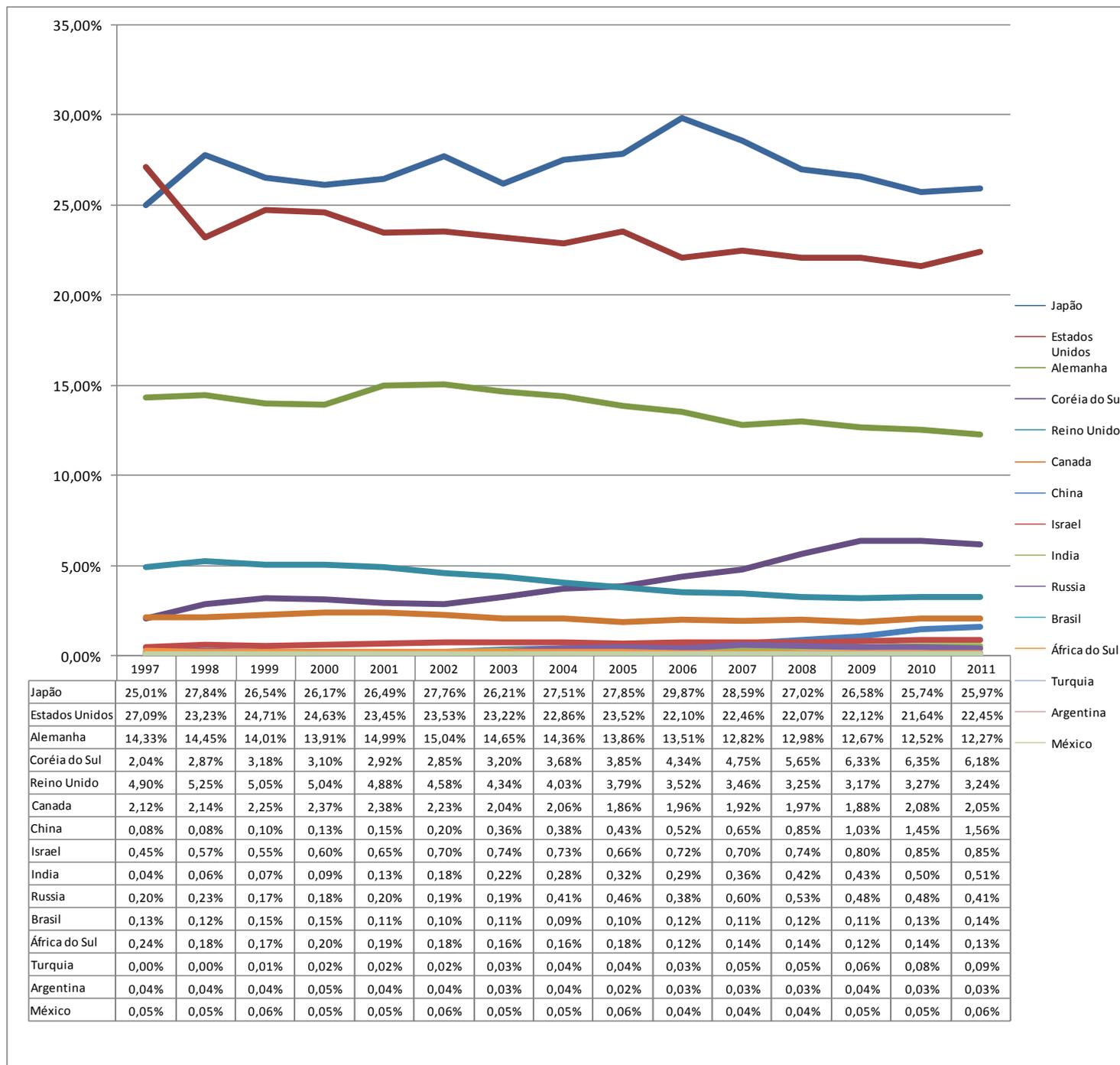


Fonte: World Intellectual Property Organization (WIPO). Elaboração Inter.B Consultoria.

¹⁶ Foram consideradas apenas as patentes concedidas no exterior por residentes do país.

Gráfico 20: Patentes Concedidas Internacionalmente a Residentes - Brasil e Países Selecionados

1997-2011, Participação no Total

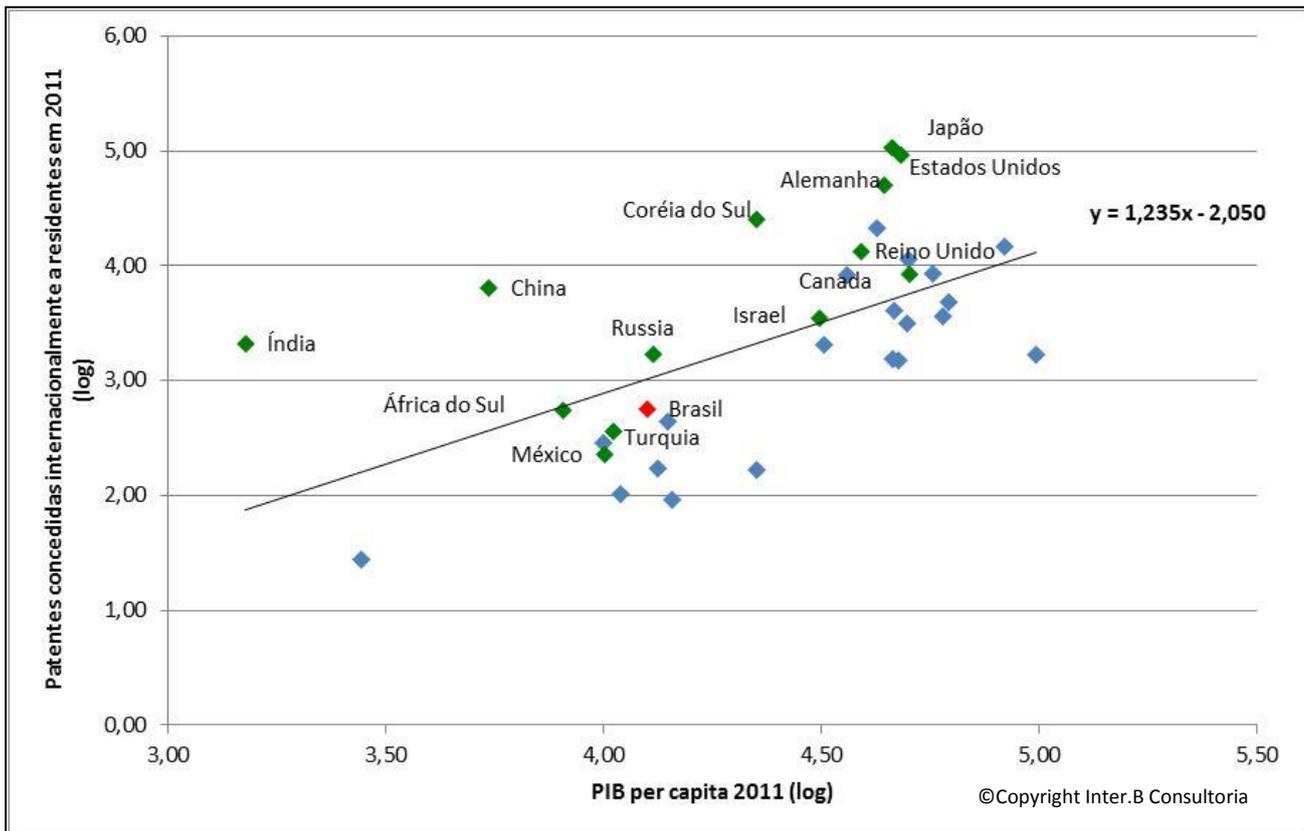


Fonte: World Intellectual Property Organization (WIPO). Elaboração Inter.B Consultoria

Ajustado ao PIB per capita, a participação do Brasil se encontra abaixo da curva (Gráfico 21). Como indicado acima, o número de patentes concedidas a residentes do país é baixo, e a participação relativa do país estagnou nos últimos 15 anos, enquanto que países como China, Coréia do Sul e Índia fizeram progressos significativos.

Gráfico 21: Participação nas patentes concedidas internacionalmente por residentes e PIB per capita

2011 – Brasil e Países selecionados¹⁷



Fonte: World Intellectual Property Organization (WIPO) e Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria.

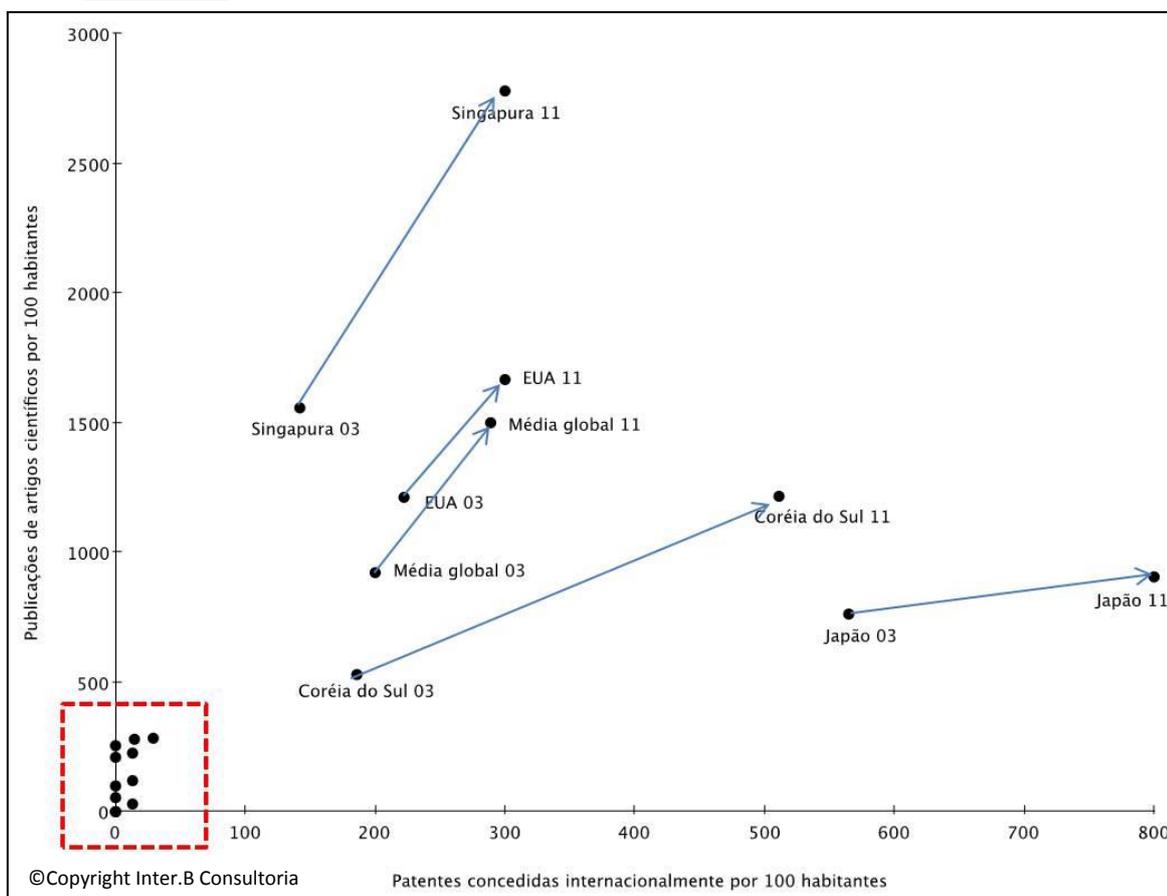
Em síntese, uma avaliação das mudanças no posicionamento do Brasil na ciência, engenharia e inovação, sugere um processo de gradativa aproximação do país à fronteira da ciência. Indica ainda ganhos mais contidos em engenharia (tomado por

¹⁷ Os países selecionados para esse gráfico são os de maior relevância no mercado mundial e com características semelhantes ao Brasil: África do Sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, China (inclui dados de Hong Kong), Coréia do Sul, Dinamarca, Egito, Espanha, Estados Unidos, França, Holanda, Hungria, Índia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Malásia, México, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, Rússia, Singapura, Suécia, Suíça e Turquia.

capacidade de traduzir avanços científicos em utilidades para a sociedade) e, se não um retrocesso, uma quase estagnação no que diz respeito à fronteira da inovação. Esta vem se movendo rapidamente, e o país vem tendo dificuldade de acompanhar. Os gráficos 22 e 23 mostram a fronteira da ciência e inovação em movimento, com base em dois parâmetros - patentes concedidas internacionalmente e publicações de artigos científicos por 100 habitantes. O vetor resultante reflete o volume de produção de informação científica e tecnológica, e sua tradução em elementos úteis para a sociedade – capturados pelas patentes.

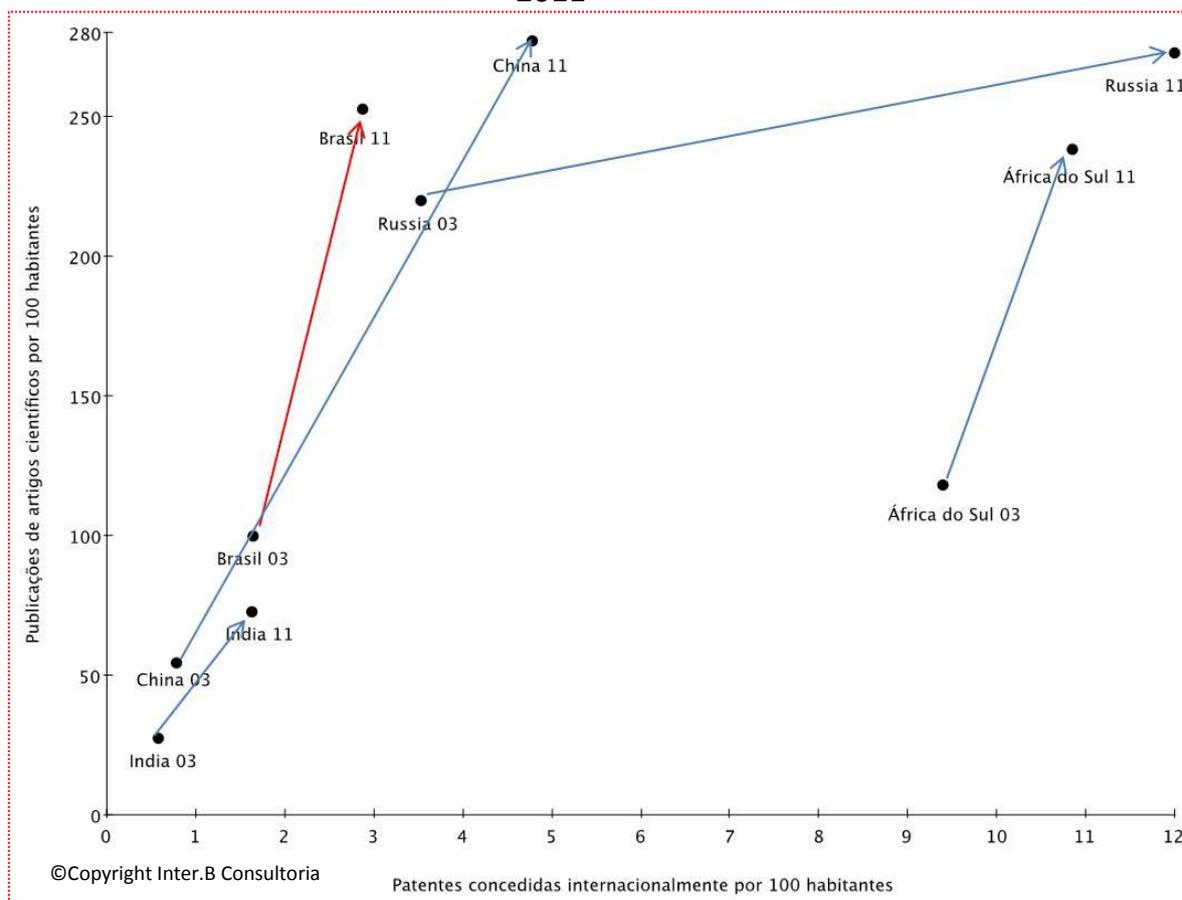
No conjunto dos países mais populosos, somente EUA e Japão vem definindo a fronteira, o primeiro no plano científico; o segundo no âmbito do registro de inovações. Quando se magnifica o gráfico, observa-se que – ajustado pela população – as grandes economias emergentes progrediram, mas ainda estão atrás da média mundial. Nesse movimento, os maiores ganhos foram realizados pela China, apesar da desvantagem demográfica (no sentido de enviesar negativamente o indicador) e Rússia. A posição do Brasil mudou basicamente na área científica, mas pouco se aproximou da fronteira de inovação.

Gráfico 22: A Fronteira da Ciência e Inovação em Movimento: 2003-2011



Fonte: SCImago Journal and Country Rank, WIPO e Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria .

Gráfico 23: A Fronteira da Ciência e Inovação em Movimento - ampliação¹⁸: 2003-2011

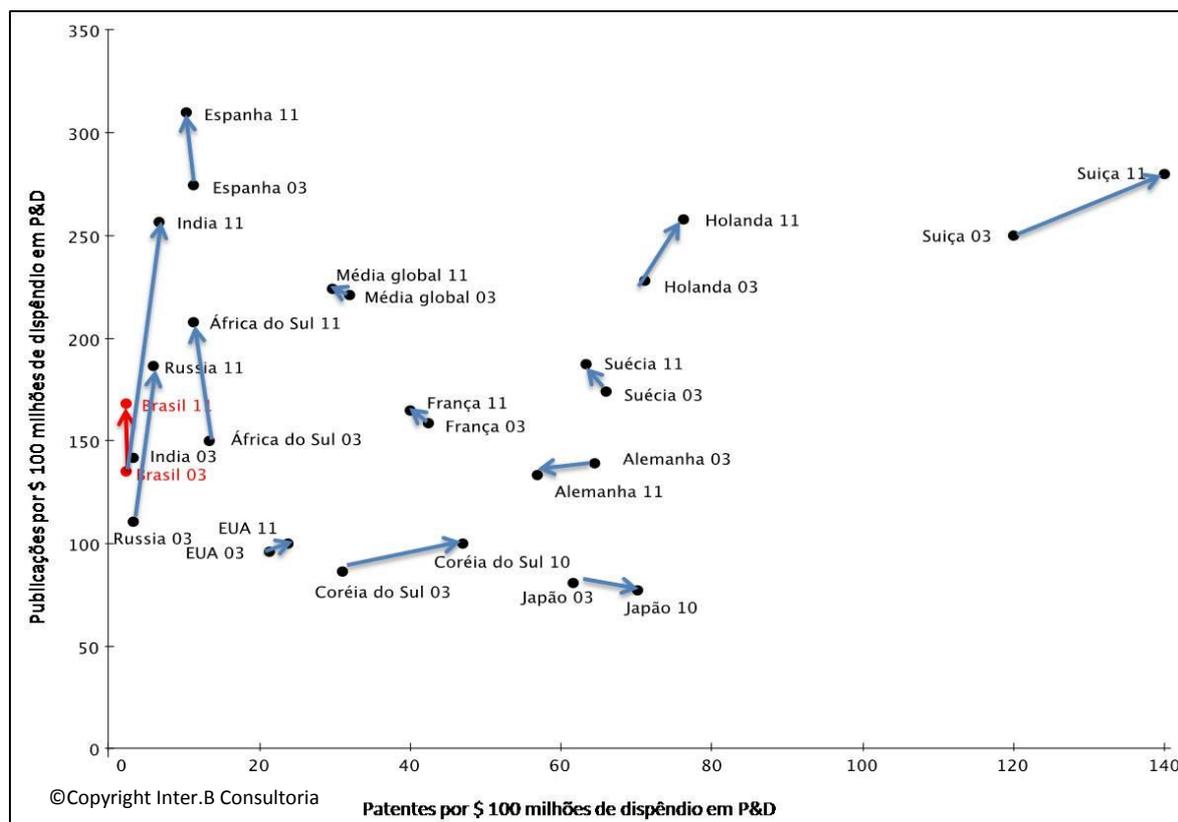


Fonte: SCImago Journal and Country Rank, WIPO e Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria.

Nesse contexto, simplesmente alocar mais recursos não parece ser a forma mais eficaz de lidar com essa questão. Aqui não se vê o problema como relacionado ao volume de recursos disponíveis e empregado na produção científica e tecnológica. O problema é da alocação – ainda centrada nas instituições de ensino e pesquisa e no governo - e na produtividade desses recursos: maior em ciência – apesar de um impacto ainda moderado das publicações - e muito baixo no plano da inovação, medido pelo número de patentes concedidas internacionalmente (Gráfico 24). O vetor que espelha o movimento do Brasil pouco avançou e o fez no sentido de um ganho de produtividade na produção científica, e um relativo retrocesso em inovação.

¹⁸ Os países selecionados para esse gráfico são os de maior relevância no mercado mundial e com características semelhantes ao Brasil: África do Sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, Chile, China (inclui dados de Hong Kong), Coreia do Sul, Dinamarca, Egito, Espanha, Estados Unidos, França, Holanda, Hungria, Índia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Malásia, México, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, Rússia, Singapura, Suécia, Suíça e Turquia.

Gráfico 24: Produtividade dos gastos de P&D: Brasil e Países Seleccionados¹⁹: 2003 e 2011



Fonte: SCImago Journal and Country Rank, WIPO, Banco Mundial, OECD, Research and Development Statistics of India. Elaboração Inter.B Consultoria.

Em síntese: o Brasil vem avançando no plano da ciência, e com impacto sensível em algumas áreas, tendo massa crítica para se aproximar da fronteira em agricultura e medicina, dentre outras, e resultado de um investimento significativo nas instituições e na formação de recursos humano. Sob várias perspectivas e métricas – número de publicações e sua participação na produção científica mundial; impacto denotado pela incidência de citações; produtividade dos recursos; e posição frente a outros países seja em base do PIB per capita ou da população – a ciência no Brasil vem progredindo. A inovação, contudo, por razões discutidas a seguir, se encontra como um ponto fora da curva.

¹⁹ Os países seleccionados para esse gráfico são os de maior relevância no mercado mundial e com características semelhantes ao Brasil: África do Sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Canadá, , China, Coréia do Sul, Dinamarca, Espanha, Estados Unidos, França, Holanda, Hungria, Índia, Irlanda, Israel, Itália, Japão, México, Noruega, Polônia, Portugal, Reino Unido, Rússia, Singapura, Suécia, Suíça e Turquia. Demais países não constam com base de dados completas e confiáveis,

V. Inovação sem Fronteira

O Brasil vive há anos com o dilema de como estimular o desenvolvimento tecnológico e a inovação. Houve avanços significativos em ciência, particularmente em áreas ligadas à agricultura tropical e ciências da vida; e também em engenharia, com foco maior em óleo e gás, além de mineração e aeronáutica. Mas de modo geral, e como se viu acima, o país enfrenta um paradoxo: os progressos na área científica não se transladaram de forma palpável para a inovação²⁰.

A natureza do processo de inovação mudou. O que era realizado fundamentalmente intramuros, atualmente se dispersa por força dos incentivos econômicos, da necessidade de minimizar custos e acessar idéias, ferramentas, grupos de pesquisa e potenciais parceiros. ***Da mesma forma que o processo de produção se fragmentou, o processo de inovação também o vem fazendo.***

O Brasil ainda vive em uma época que a prioridade era endogenizar a inovação – como uma atividade nascente, e começando pelo seu substrato - a ciência; e apoiando a produção da ciência nas universidades e instituições de C&T. A apropriação desse conhecimento científico pelas empresas se daria naturalmente, com alguns incentivos materiais do Estado.

Esse modelo está desatualizado, e alocar mais recursos sob a forma de financiamento subsidiado e incentivo fiscais mudará apenas na margem o comportamento empresarial. O fundamental é romper com o modelo que de fato dificulta a integração do processo inovador – seja pela conectividade ainda incipiente frente às demandas da economia do conhecimento; seja pela baixa porosidade das instituições de ciência no Brasil que separa em dois mundos universidade e empresa; ou ainda pelas barreiras ao acesso aos recursos de inovação transfronteira.

Nesta perspectiva, aborda-se a seguir a dissonância ciência-inovação ao longo de três dimensões:

Primeiro, o acesso à informação e as barreiras à conectividade;

²⁰ Numa pesquisa de opinião com 2.800 executivos em 22 países, o Brasil ficou na 17ª posição, atrás da China, Índia e África do Sul, na medida em que falta intensidade e eficiência no suporte governamental à inovação, mão de obra qualificada, e há excesso de burocracia. Ver “Brasileiro não encontra ambiente favorável a inovação, aponta pesquisa”, *Valor*, 23/05/2012, p. A2.

Segundo, a ausência de mecanismos eficazes que aumentem a porosidade das universidades e institutos de pesquisa, e facilitem a troca de informação e pessoas com empresas; e

Terceiro, os obstáculos enfrentados pelas empresas para acessarem o sistema global de inovação.

Estimular o processo de disseminação do conhecimento útil na sociedade e na economia supõe aproximar pessoas, instituições e empresas – num processo de **romper fronteiras** – e que facilite o processo de criação, invenção, inovação e difusão do conhecimento na sociedade. Dado que a natureza coletiva do processo inovador, não se pode falar em sociedade do conhecimento com restrições de acesso à informação.

A. Superar as Barreiras à Conectividade. Em países (e jurisdições) comprometidos com o acesso à informação e sua difusão na sociedade há um esforço significativo de facilitar o uso da internet e expandir o alcance da banda larga, a exemplo do EUA²¹, Europa,²² Japão²³ e Coréia do Sul²⁴, este último visto como um caso paradigmático.

²¹ A Comissão Federal de Comunicações dos Estados Unidos criou, em 2009, um Plano Nacional de Banda Larga, com o objetivo de prover 100 milhões de domicílios norte-americanos com um acesso de 100 Mbts, e fazer o país líder no segmento de telecomunicação móvel, com os serviços mais rápidos e rede mais extensa do mundo. Em tese, todos os americanos deveriam ter acesso à internet banda larga e todas as comunidades americanas deveriam ter no mínimo 1 Gbts para dar apoio às escolas e instituições públicas. (<http://www.broadband.gov/plan/executive-summary/>)

²² A Comissão Européia lançou em 2010 a “Agenda Digital 2020” que tem como objetivo principal ajudar a impulsionar a economia dos países e os cidadãos e empresas a aproveitarem ao máxima as tecnologias digitais. São sete pontos principais: criar um novo e estável ambiente regulatório; conceder empréstimos para infraestrutura para o setor de telecomunicações; lançar uma coalizão de conhecimentos e trabalhos na área digital; propor segurança cibernética; atualizar o “EU’s Copyright Framework”; acelerar o uso de *cloud computing*; e lançar uma nova estratégia digital. A expectativa é que o cumprimento desta agenda aumente o PIB em 5% e crie 3,8 milhões de novos empregos. (<http://ec.europa.eu/digital-agenda/digital-agenda-europe>)

²³ O governo japonês lança quase que anualmente um plano para o setor de telecomunicações denominado *u-Japan*. O primeiro tinha como objetivo transformar o Japão na nação líder em serviços de telecomunicações em 2005, enquanto hoje, como o Japão já é um dos líderes no setor, o programa visa incentivar o conteúdo e aplicação inteligente da internet banda larga. Os pilares são: tudo tem que estar conectado, acessível de qualquer lugar a qualquer hora, acesso seguro, porta de entrada para uma sociedade de informação e utilizar o acesso à banda larga para solucionar problemas sociais. (http://www.soumu.go.jp/menu_seisaku/ict/u-japan_en/new_outline01.html)

²⁴ O país atualmente conta com a internet banda larga mais rápida no mundo a um preço relativamente baixo, além de uma extensa rede subterrânea de fibra óptica. Desde 1996, o governo da Coréia do Sul vem criando diversos planos para incentivar o desenvolvimento de infraestrutura para o setor de telecomunicações e a disseminação do uso da banda larga. O último desses, U-Korea Master Plan, lançado em 2007, visa transformar

O Brasil continua distante da fronteira da conectividade (Gráfico 5) e ambas as iniciativas do governo e as resposta empresariais nos últimos anos foram débeis. O Programa Nacional de Banda Larga (PNBL) foi lançado há 3 anos (12 de maio 2010) pelo Ministério das Comunicações com o objetivo de expandir a infraestrutura e serviços de telecomunicações, ampliar a cobertura e melhorar a qualidade a preços mais baixos. A meta era proporcionar o acesso à banda larga a 40 milhões de domicílios brasileiros até 2014 a uma velocidade de 1 *Mbps*²⁵.

O PNBL contou com a adesão de empresas de telecomunicações (Oi, Telefônica, Algar Telecom e Sercomtel), oferecendo um plano àquela velocidade e um valor médio de R\$ 35 por mês. Não se pode afirmar que o Programa tenha sido um sucesso, pois seu impacto foi limitado (apenas cerca de 12% de 11,8 milhões de novas assinaturas em 2012 em contraposição à meta de atingir 10 milhões de novas residências no ano – com os consumidores migrando para ou demandando planos com mais recursos). Ao mesmo tempo, houve um ganho territorial no alcance da banda larga, tendo as operadoras do PNBL disponibilizado o serviço para 2.248 novos municípios, que na maioria tinham escassa infraestrutura²⁶.

o país na primeira sociedade ubíqua do mundo, i.e onde as pessoas podem estar conectadas em todos os momentos e em qualquer lugar. A fase de implementação, concluída em 2010, melhorou a infraestrutura e regulamentação no setor, o que permitiu uma penetração muito alta da internet banda larga. A fase de estabilização, prevista para terminar em 2015, prevê a modernização da infraestrutura e dos sistemas, permitindo uma velocidade de 100 Mbps a 1 Gbts.

²⁵ O programa é composto de várias ações, incluindo: (i) Outorga da faixa de frequência de 2,5 GHz permitindo a oferta da banda-larga móvel 4G e a de 450 MHz, esta voltada às áreas rurais; (ii) Desoneração do PIS/Cofins e IPI para a construção e ampliação de redes no setor de telecomunicações, sendo beneficiados 13 tipos de redes, como acesso móvel 3G e 4G, fibra ótica, sistema de comunicação via satélite e cabo submarino; (iii) Ampliação do acesso à banda larga com a redução das alíquotas de PIS/Confins para terminais de acesso à banda larga; (iv) Instituição de uma Lei Geral de Instalação de Infraestrutura de Telecomunicações (e decreto de Implantação Conjunta de Infraestrutura e Direito de Passagem); (v) Saídas internacionais de dados – anel sul-americano e cabos submarinos – inclusive que o Brasil se transforme em um pólo de conteúdos digitais em nível mundial.

²⁶ O Plano Nacional de Banda Larga 2.0 – ainda a ser divulgado - tem por foco a qualidade e rapidez da internet com base na expansão dos grandes *backbones* nacionais, que viriam a atingir 95% dos municípios e 90% dos domicílios em 2022. A questão central é a necessidade de o país ter uma densa rede de fibra ótica que chegue às instituições e domicílios, sem o qual se torna impossível ampliar a oferta e aumentar a rapidez dos sistemas de telecomunicação – nos casos do Japão e na Coréia do Sul, 95% dos domicílios são cobertos por fibra ótica. Como a maioria das operadoras já tem o seu *backbone* de fibra, o objetivo seria utilizar a fibra no *backhaul*, que são as redes metropolitanas que vão do *backbone* até os pontos de distribuição do tráfego. Depois, há que levar a fibra ótica ao acesso, que vai da central ao domicílio (FTTH- *fiber-to-home*), o que permitiria a utilização de internet banda larga de até 100 Mbps. De forma complementar propõe-se que os contratos de concessões de ferrovias e rodovias prevejam a obrigação de implantação de dutos redes de fibras. Ou seja, as empresas que vencerem a concessão para construir as rodovias ou ferrovias terão que construir também os dutos

Superar a barreira da baixa conectividade no país exige:

- (i) Uma proposta suficientemente bem formulada, aderente à dinâmica de mercado, mas ambiciosa o suficiente para ter um impacto transformador na sociedade. No caso do PNBL, a resposta de mercado claramente surpreendeu o governo, e tornou o plano obsoleto ainda no seu período inicial de implantação;
- (ii) Um regime regulatório que incentive às operadoras e outros agentes (inclusive concessionários de rodovias e ferrovias) a alternativamente fornecer e utilizar fibra em escala, sem necessariamente a intermediação do governo; e
- (iii) Talvez mais importante, desenhar e pactuar com os agentes um *Plano de Metas de Cobertura Domiciliar de Fibra Ótica* - e conseqüentemente que possibilite um aumento substancial e sustentável de velocidade - e coloque o país no patamar internacional e mais próximo de nações que estão de fato chegando à universalização da oferta dos serviços de telecomunicações com alta qualidade. Nessa perspectiva, o país deveria ter por **meta-síntese** que em 2020, **80% dos domicílios e 100% das instituições de ensino e pesquisa, e empresas ativas em P&D** acessem a rede a uma velocidade **média** de 30 Mbps – o que só é factível por uma combinação de metas regulatórias, e o uso de incentivos e mecanismos de mercado para expandir e modernizar a infraestrutura de telecomunicações.

B. As universidades e institutos de pesquisa permanecem com um papel menor no processo de inovação. Há alguns anos que a questão central no Sistema Nacional de Inovação é a clivagem entre ciência, tecnologia e inovação. O país investiu e avançou bastante na produção de ciência. Mas não vem acompanhando a fronteira de inovação.

Não há um diagnóstico claro e mesmo um quadro de referência do problema. Há uma forte diferenciação entre as instituições, seus institutos e departamentos, com número considerável sendo afetado por problemas relacionados à qualidade e produtividade dos professores e pesquisadores, e à formação dos estudantes, que

subterrâneos de fibra óptica. Isso significaria um aumento de 17,5 mil quilômetros de fibra ótica, mais do que a metade dos 30.000km previstos no PNBL. No modelo de negócios proposto pelo governo, contudo, a comercialização dos dutos será feita pela EPL (Empresa de Planejamento e Logística) e não pela concessionária o que pode representar um obstáculo, inclusive pelo fato de que a EPL não ter expertise nesse tema.

permanece limitado em áreas críticas. Porém a questão vai mais além, e se relaciona a um conjunto de fatores.

Primeiro, à estrutura de incentivos nessas instituições, que nem sempre premia o desempenho superior, e quando o faz utiliza critérios tradicionais. Em muitos casos, as universidades se tornaram conservadoras e corporativistas, apegadas a antigas idéias e práticas. Raros são os casos em que se *avalia periodicamente o desempenho dos docentes em termos de produção, qualidade e relevância do trabalho acadêmico realizado. Este seria um passo essencial para a reforma da Universidade.*

Segundo, os incentivos para uma aproximação efetiva são limitados porque, dentre outras razões, os recursos fluem para atividades menos voltadas para pesquisa aplicada, e que de modo geral são concentradas nas universidades. Uma indicação relevante é a alocação de recursos do governo por objetivos (Quadro 6). Dentre 14 países relevantes, o Brasil tem proporcionalmente a maior alocação para “avanço de conhecimento”, voltado para o ensino superior e “pesquisas não orientadas”.

Deve-se progressivamente ampliar as demais áreas, particularmente aquelas que têm por referência as vantagens comparativas do país e o substrato de ciência e engenharia necessário para explorá-las (a exemplo da química renovável e biotecnologia industrial no caso do uso da biomassa para produção dentre outros do etanol de segunda geração); e os campos que são críticos para o bem-estar da sociedade, a exemplo da área de meio ambiente e saúde, cuja alocação é a mais baixa dentre os países comparáveis. Não há justificativa para esse padrão alocativo, e *o governo deveria estabelecer metas de redistribuição dos recursos de modo que em um horizonte pré-determinado, o Brasil tenha uma distribuição alinhada com suas necessidades e seu potencial econômico.*

Quadro 6: Percentual da dotação orçamentária governamental em P&D, por objetivos socioeconômicos, de países selecionados, em **anos mais recentes** disponíveis

Países ⁽¹⁾	Ano	Avanço do Conhecimento ⁽²⁾	Desenvolvimento Econômico ⁽³⁾	Saúde e Meio-Ambiente ⁽⁴⁾	Programa Espacial
Brasil	2010	68,5	22,0	6,7	1,0
Alemanha	2011	56,7	25,6	9,3	5,0
Argentina	2008	19,5	47,9	19,1	7,8
Austrália	2011	35,3	28,3	33,2	0,7
Canadá	2008	42,3	26,7	23,4	3,6
Coréia do Sul	2011	30,9	49,9	14,1	2,4
Espanha	2010	45,9	28,3	19,0	3,7
Estados Unidos	2010	16,4	11,3	56,2	14,0
França	2011	42,3	17,3	9,8	13,9
Itália	2011	35,9	24,1	18,6	6,2
Japão	2011	62,4	23,2	7,0	6,7
México	2006	56,9	23,6	16,4	0,0
Portugal	2011	58,3	16,9	18,2	0,6
Reino Unido	2010	52,5	8,3	31,5	2,1

Fontes: Organisation for Economic Co-operation and Development, Main Science and Technology Indicators 2011/2 e Brasil: Coordenação-Geral de Indicadores (CGIN) - ASCAV/SEXEC - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Elaboração: Coordenação-Geral de Indicadores (CGIN) - ASCAV/SEXEC - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Notas: 1) conforme nota (v) da OCDE, a soma das parcelas não corresponde ao total; 2) inclui os seguintes objetivos socioeconômicos: ensino superior e dispêndios com as pesquisas não orientadas; 3) inclui os seguintes objetivos socioeconômicos: agricultura, desenvolvimento tecnológico Industrial, energia e infra-estrutura; 4) inclui os seguintes objetivos socioeconômicos: controle e proteção do meio-ambiente, saúde, desenvolvimento social e exploração da terra e da atmosfera.

Terceiro, domina uma cultura da pesquisa permeada por uma **ciência autocentrada e instituições pouco porosas**, sendo o impacto econômico (e para a sociedade) frequentemente uma consideração de segunda ordem, e por conseqüência presta-se menos atenção aos esforços de socialização – ou tradução para a sociedade - dos avanços obtidos. É provável que no Brasil, o único sistema relativamente eficaz de “translação” foi da agricultura comercial, pela combinação de um conjunto de instituições públicas e empresas privadas competindo da fronteira (em sementes etc.), e um arranjo descentralizado de disseminação das inovações. Mais recentemente, há um esforço de constituir algo equivalente na saúde pública, articulado pelo poder de compra do Governo. É fundamental abrir as portas das Universidades, e criar um sistema de incentivos simbólicos e materiais para se

aproximarem do mundo da produção²⁷. *Tal sistema deveria ser objeto de um ou mais estudos específicos, elaborados de forma independente, discutidos tanto intramuros como nas empresas e na sociedade, de modo que um novo modelo possa ser implantado já no próximo governo, isto é, a partir de 2015.*

Finalmente, e nessa perspectiva, faltam mecanismos eficazes e protocolos codificados que estimulem o trabalho com empresas e protejam, por exemplo, a propriedade intelectual da produção conjunta. Esta brecha é particularmente grave dada a cultura da universidade de compartilhar conhecimento, ou ainda, a dificuldade de estabelecer parâmetros de desempenho consistentes com as da empresa privada. Neste sentido deve-se *rever e reforçar os mecanismos de interface da Lei de Inovação*, a exemplo dos Núcleos de Inovação e Tecnologia – NITs – que têm se revelado pouco eficientes enquanto ponte entre universidades e institutos de pesquisa por um lado, e empresas por outro. A reformulação dos NITs, e de modo mais geral, a estruturação de mecanismos eficazes de interlocução, deveria igualmente ser objeto de estudos realizados por entes independentes, discutidos de forma aberta, e levados adiante já pelo novo governo.

No que diz respeito à **propriedade intelectual**, o paradoxo é que a porosidade institucional, a troca de idéias e a circulação de pessoas no âmbito da relação universidade/institutos e empresa, depende de um reforço no plano da Propriedade Intelectual.

O processo de patenteamento é lento no Brasil, comparado com o padrão internacional, apesar da redução de 8,4 para 5,4 anos de tempo médio entre o pedido e concessão de patentes entre 2010 e 2012²⁸. Em contraposição, patenteia-se cada vez mais cedo no processo de inovação e mais rápido, pois globalmente muitos grupos tanto em universidades como empresas trabalham numa fronteira altamente competitiva e “congestionada”. Em áreas de ponta (a exemplo de biotecnologia não tradicional combinada com a engenharia genética), o INPI deveria estabelecer um regime de registro de patente acelerado, com prazo inferior a um ano, para permitir empresas se protegerem oportunamente.

Especificamente em relação às universidades e institutos de pesquisa, sugere-se que *a formação de uma “força tarefa” entre o INPI, o MCT e o MEC, assim como entidades*

²⁷ De acordo com o CEO da GE para a América Latina “... falta iniciativa das universidades... em fazer uma caça à iniciativa privada... as universidades estrangeiras estão sempre procurando parcerias...esta no seu DNA” Ver *Valor*, 23/05/2012, p. A2.

²⁸ Na Europa, o tempo médio é de 3,3 anos; nos EUA 2,9 anos; no Japão, 2,7 anos; e na Coreia do Sul, 1,7 anos. Para Europa, Japão e Coreia do Sul, dados referentes a 2006; para os EUA, dados de 2010.

representativas do setor privado, para desenhar mecanismos simplificados e efetivos de propriedade intelectual e que dêem segurança às trocas universidade-empresa.

C. Não são poucas as barreiras à inovação empresarial. O país inova pouco; este parece ser um fato. Há fronteiras que necessitam serem rompidas: uma baixa conectividade que dificulta o acesso à informação pela sociedade de modo geral, e pesquisadores em particular, e a estruturação de redes virtuais colaborativas entre indivíduos e empresas; e o distanciamento das universidades e institutos do mundo da produção.

O problema, contudo vai além da ainda escassa interação e colaboração entre pesquisadores – que quando ocorre é no mais das vezes por iniciativa das empresas, e sob a égide de programas com peso específico e de prazo mais longo. Talvez ainda mais relevante seja o fato de que a universidade e os institutos – além do próprio governo – contratam e repesam os trabalhadores científicos e tecnólogos mais qualificados do país. Este elemento explica, em parte, porque os custos do P&D no Brasil são elevados e comparáveis aos custos nos EUA e Europa.

Há uma escassez relativa de cientistas, pesquisadores e tecnólogos, que tendem a ser absorvidos pelas universidades e institutos de pesquisa. A evolução da titulação no Brasil – mestrado e doutorado - e do destino dos titulados no mercado de trabalho (Quadros 7 a 10) explica em grande medida porque um sistema que produz um número considerável de pós-graduandos não é capaz de produzir qualitativa e quantitativamente o demandado pelas empresas engajadas em P&D no país.

De fato, no período 1996-2009, o número de mestres e doutores aumentou 3,7 e 3,8 vezes respectivamente, com crescimento particularmente acentuado nas áreas “multidisciplinar” e “sociais aplicadas” no caso dos mestrados, e adicionalmente línguas, letras e artes no doutorado (Quadros 7 e 8). E tanto no caso de mestrado e doutorado, as áreas que menos cresceram foram as ciências exatas e da terra; as ciências biológicas e as engenharias. Deve-se levar ainda em consideração que as empresas indicam um período mínimo de dois anos para praticamente qualquer indivíduo se qualifique para o trabalho aplicado de P&D, e absorva os métodos de gestão por resultados, e conseqüentemente suas rotinas, cronogramas e disciplinas.

Quadro 7: Evolução da Titulação Acadêmica no Brasil

Número de títulos de mestrado concedidos no Brasil
por área do conhecimento, 1996-2009

Títulos concedidos por áreas do conhecimento									
	1996	2001	2005	2006	2007	2008	2009	Fator de Crescimento (1996-2009)	Σ 1996 a 2009
Agrárias	1.282	1.921	2.884	3.056	3.023	3.546	3.831	2,99	19.543
Biológicas	928	1.476	2.111	2.262	2.237	2.569	2.620	2,82	14.203
Saúde	1.408	2.739	4.566	4.741	4.905	4.967	5.727	4,07	29.053
Exatas e da terra	1.226	1.820	2.564	2.609	2.707	2.826	3.199	2,61	16.951
Humanas	2.029	3.327	5.205	5.591	5.693	6.271	6.665	3,28	34.781
Sociais aplicadas	1.115	3.300	4.904	5.343	5.322	5.720	5.877	5,27	31.581
Engenharias	1.594	2.563	4.675	4.665	4.462	4.714	4.986	3,13	27.659
Ling., letras e artes	673	1.256	1.920	2.039	2.228	2.402	2.531	3,76	13.049
Multidisciplinar	134	575	1.949	2.104	2.494	3.174	3.364	25,10	13.794
Total⁽¹⁾	10.389	18.977	30.778	32.410	33.071	36.189	38.800	3,73	200.614

Fontes: Coleta Capes (Capes, MEC) e RAIS 2009 (MTE). Elaboração do Núcleo de RHCTI do CGEE.

Notas: 1) Soma de títulos concedidos por programas acadêmicos e profissionais.

Quadro 8: Evolução da Titulação Acadêmica no Brasil

Número de títulos de doutorado concedidos no Brasil
por área do conhecimento, 1996-2008

Títulos concedidos por áreas do conhecimento								
	1996	2001	2005	2006	2007	2008	Fator de Crescimento (1996-2008)	Σ 1996 a 2008
Agrárias	301	664	1.121	1.160	1.217	1.315	4,37	10.340
Biológicas	391	731	1.140	1.157	1.154	1.238	3,17	10.866
Saúde	545	1.064	1.681	1.731	1.797	1.959	3,59	16.521
Exatas e da terra	457	716	963	951	988	1.132	2,48	10.076
Humanas	422	1.004	1.495	1.503	1.689	1.861	4,41	14.523
Sociais aplicadas	181	470	813	890	809	868	4,80	7.263
Engenharias	389	731	1.110	1.123	1.169	1.221	3,14	10.745
Ling., letras e artes	141	315	496	616	710	696	4,94	5.048
Multidisciplinar	3	58	163	233	380	415	138,33	1.681
Total⁽¹⁾	2.830	5.753	8.982	9.364	9.913	10.705	3,78	87.063

Fontes: Coleta Capes (Capes, MEC) e RAIS 2009 (MTE). Elaboração do Núcleo de RHCTI do CGEE.

Ademais, cerca de apenas 30% dos graduados são direcionados às empresas, privadas ou públicas (Quadros 9 e 10). Combinado ao fato do país ainda se ressentir de uma oferta mais elástica em muitas áreas de ciência e engenharia, esta alocação explica em grande medida a escassez e elevado custo dos pesquisadores.

Quadro 9: Distribuição dos mestres titulados no Brasil no período 1996, 2001, 2005-2009, com emprego formal em 31/12/2009, por natureza jurídica do estabelecimento empregador e ano da titulação

Quem contrata (em %)							
Natureza Jurídica ⁽¹⁾	1996	2001	2005	2006	2007	2008	2009
Inst. Extraterritoriais	-	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
Pessoas Físicas	0,11	0,06	0,09	0,08	0,09	0,03	0,07
Ignorada	1,81	2,52	2,87	3,10	3,23	3,54	4,23
Empresas estatais	7,77	5,73	6,50	5,70	5,59	5,58	5,11
Adm. Públ. Municipal	7,26	7,48	8,13	8,45	8,29	8,83	9,33
Adm. Públ. Federal	29,23	20,63	19,03	18,03	17,46	16,76	15,57
Adm. Públ. Estadual	17,15	19,20	17,70	17,91	18,55	19,16	19,76
Ent. Sem fins lucrat.	20,22	26,39	23,47	23,30	22,64	22,09	21,00
Empresas privadas	16,44	17,97	22,19	23,40	24,14	24,00	24,93

Fontes: Coleta Capes (Capes, MEC) e RAIS 2009 (MTE). Elaboração do Núcleo de RHCTI do CGEE.;

Notas: Mestres acadêmicos ou profissionais são tratados de forma indiferenciada nessa tabela. Indivíduos que obtiveram mais de um título no período são considerados apenas uma vez. Nesses casos, a primeira titulação é a que foi tomada em consideração. Não são considerados nessa tabela os mestres titulados entre 1996 e 2009, que também obtiveram título de doutorado no mesmo período. A natureza jurídica corresponde ao principal vínculo empregatício (i.e., o de maior remuneração). (1) Classificação realizada com base na Tabela de Natureza Jurídica 2003.1 (Resolução CONCLA nº 1, de 28/12/2005 <<http://www.ibge.gov.br/concla/naturezajuridica/2003.1.php>>).

Quadro 10: Distribuição percentual dos doutores titulados no Brasil no período 1996, 2001-2006, empregados em 2008, por natureza jurídica do estabelecimento empregador e ano da titulação

Quem contrata (em %)							
Natureza Jurídica ⁽¹⁾	1996	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Pessoas Físicas	-	0,02	0,02	0,03	-	0,01	0,02
Ignorada	0,05	0,05	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03
Empresas estatais	3,56	3,51	3,93	4,07	3,95	4,04	4,24
Adm. Públ. Municipal	1,90	3,12	3,05	3,25	3,27	3,83	4,42
Adm. Públ. Federal	42,77	40,85	38,97	38,87	38,65	37,13	34,31
Adm. Públ. Estadual	31,01	23,85	23,33	22,72	20,98	21,06	21,34
Ent. Sem fins lucrat.	16,26	21,09	23,91	22,91	23,28	24,65	25,16
Empresas privadas	4,46	7,51	6,74	8,12	9,83	9,24	10,48

Fontes: Coleta Capes (Capes, MEC) e RAIS 2009 (MTE). Elaboração do Núcleo de RHCTI do CGEE.

Notas: (1) Classificação realizada com base na Tabela de Natureza Jurídica 2003.1 (Resolução CONCLA nº 1, de 28/12/2005) (<http://www.ibge.gov.br/concla/naturezajuridica/2003.1.php>). A natureza jurídica corresponde ao principal vínculo empregatício (i.e., ao de maior remuneração).

As iniciativas do Governo já há muitos anos estão centradas no financiamento e incentivos fiscais ao P&D como forma de reduzir os custos do P&D e levar as empresas a inovar. De forma sintética, o financiamento à inovação *pelo BNDES e FINEP é significativo, a exemplo do PAISS, mas os empréstimos e outras operações ainda são altamente concentrados em relativamente poucas empresas*. Uma provável razão diz respeito aos critérios rígidos (a exemplo do uso de contrapartidas), e os tempos de processamento dos pedidos de financiamento, ambos inconsistentes com o ritmo e as demandas do processo de inovação.

Os incentivos fiscais relacionados à Lei do Bem têm problemas de funcionalidade. A Lei 11.196 de Nov. 2005 (regulamentada em junho de 2006) possibilitou a utilização “automática” dos incentivos fiscais desde que empresas (pessoas jurídicas) invistam em pesquisa (básica ou aplicada) e no desenvolvimento tecnológico e inovação²⁹. Contudo, a IN correspondente (instrução normativa 1187 da SRF que define o tratamento fiscal dos gastos incorridos) supõe na prática uma contabilidade separada para o P&D, e custos de gestão relativamente elevados. As pequenas e médias empresas, em particular, são de fato excluídas, não apenas pelo grande complexidade da operacionalização da Lei, como pela dificuldade da subcontratação de P&D – que poderiam beneficiá-las ao reduzir os custos de P&D -, pois que só são elegíveis as ICTs (Instituições de Ciência e Tecnologia)³⁰.

Uma demanda expressa por parte de empresas inovadoras, e de modo geral não atendida, diz respeito à necessidade de compartilhamento de risco no processo que transita da demonstração de conceitos à viabilidade comercial. Inovações centradas em processo, em particular, típicos da química verde e da biotecnologia industrial,

²⁹ Em 2011, 962 empresas declararam ter usufruído dos incentivos fiscais concedidos pelo governo federal das quais 767 tiveram seus dados computados e consolidados em relatório direcionado à Receita Federal. Considerando apenas os dados contabilizados das 767 empresas habilitadas, constata-se que o investimento em pesquisa, desenvolvimento e inovação atingiu R\$ 6,84 bilhões, sendo R\$ 0,15 bilhão na rubrica de capital (aparelhos de pesquisa e outros equipamentos), e R\$ 6,69 bilhões em despesas de custeio (como recursos humanos, insumos de pesquisa e serviços de terceiros). O montante estimado da renúncia condicionada ao investimento privado em pesquisa e desenvolvimento (P&D) foi de R\$ 1,4 bilhão, enquanto que o investimento dessas empresas em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) correspondeu a 0,13% do PIB naquele ano. O setor de mecânica e transporte reúne o maior número de empresas (154), seguidos de químico e eletro-eletrônico (66 e 65, respectivamente), e alimento e software (57 cada). Vale notar que apenas 46 empresas marcaram presença em todos os anos da existência da lei, o que representa 3% do total.

³⁰ Ademais, há um risco considerável associado à utilização da Lei, tanto pelo fato que a legitimidade dos gastos é apenas aceita a posteriori, como pela perda dos incentivos para um projeto no seu conjunto se for glosado pela Receita um componente de gasto. Finalmente, não há um “carry-over” entre anos; a empresa que não usufrui do incentivo num ano, não pode acumulá-lo para períodos seguintes, o que ignora a natureza plurianual do processo inovador.

requerem o “scale up” de plantas pilotos para plantas de demonstração, e dessas para aquelas em escala comercial. Certos parâmetros só podem ser estimados quando se aproximam desta última fase, e nesse sentido a curva de risco permanece elevada por um longo período ao mesmo tempo que os custos crescem exponencialmente, inibindo o P&D nessa fase crítica.

A promoção e o incentivo ao processo inovador devem contemplar o ciclo completo da inovação, e não apenas os passos iniciais no plano da pesquisa básica. Apesar de sua importância, sabe-se que esta etapa se encontra muito distante da comercialização do produto fruto do esforço inovador.

Apesar da importância de iniciativas que ampliem a abrangência e funcionalidade do financiamento da pesquisa e desenvolvimento no país e da Lei do Bem, há elementos mais fundamentais que travam esta atividade. **Nesse sentido, é essencial tomar medidas estruturais para reduzir-se os custos de P&D e estimular a atividade no país.**

Há **três dimensões** a serem consideradas: a oferta e o custo do trabalho de pesquisa; o custo dos bens de capital e insumos necessários para o P&D; e os obstáculos de natureza regulatória.

Conforme visto acima, os custos do P&D vêm aumentando nos últimos anos por uma combinação de excesso de demanda de pesquisadores e tecnólogos e relativa escassez na oferta em áreas críticas e num contexto de elevação dos custos unitários do trabalho no país. Nesse sentido seria necessário:

Primeiro uma reorganização da pós-graduação de modo que os recursos públicos sejam progressivamente realocados para as áreas de ciências da vida, agrárias, materiais e principalmente engenharias.

Segundo, uma disciplina maior pelo governo no processo de contratação de recursos humanos de alto desempenho, tendo por meta a contratação de não mais do que 40% dos graduandos nessas áreas em 5 anos. O objetivo seria de liberar para o setor empresarial um volume maior de pós-graduandos em áreas críticas para a inovação³¹.

Terceiro, instituir uma completa desoneração tributária sobre os salariais para cientistas, tecnólogos e engenheiros engajados em P&D nas empresas.

³¹ A título de ilustração, o grupo de catalise de uma empresa líder no Brasil na área química (com cerca de 30 profissionais titulados) exauriu a oferta do país para todos os propósitos.

No cerne das atividades de P&D estão as pessoas, mas não há como conduzir os projetos sem bens de capital, insumos e outros serviços. Muitos desses elementos são importados, inclusive pela escassez e elevado custo doméstico, e também pelo fato de que há um processo de especialização e fragmentação das atividades de P&D, principalmente no plano empresarial.

As regras vigentes aparentam desconhecer esses fatos. Enquanto **o desenvolvimento tecnológico de caráter endógeno no país tem sido incentivado, ainda que de forma nem sempre eficaz, o acesso a tecnologias, ferramentas e serviços disponíveis internacionalmente tem sido inversamente dificultado**. Na medida em que essas duas dimensões – **desenvolver e acessar** - são de modo geral **complementares**, as limitações da segunda impõem um freio adicional à primeira.

Historicamente, a ênfase das instituições de apoio a inovação no Brasil tem sido a fase inicial do processo – pesquisa básica -, e os mecanismos foram estruturados de acordo. Mais além de constituir novas instâncias e instrumentos para apoiar a inovação no país, talvez o mais importante fosse a definição de uma política clara e uma orientação sem ambigüidade às instituições de Estado no sentido de **não discriminar as empresas no seu processo de adquirir bens e serviços voltados a inovação**.

Há um conjunto de medidas que podem ser tomadas no curto e médio prazo para reduzir a assimetria entre fazer o P&D no Brasil e no exterior. Em particular, deve-se considerar para empresas engajadas em P&D:

- (i) A isenção de impostos para pagamentos de serviços tecnológicos importados e que atualmente somam cerca de 40 – 50 %;
- (ii) A isenção de impostos para a importação de equipamentos voltados ao P&D, e a permissão de importar de forma isenta equipamentos usados;
- (iii) A isenção de impostos na importação de insumos críticos, inclusive amostras, para o P&D.

Em síntese: uma política de inovação deveria seguir duas reorientações estratégicas e dar conseqüência a estas por meio de políticas e mecanismos alinhados às seguintes premissas básicas:

Primeiro, os esforços empresariais de inovação teriam as mesmas facilidades, incentivos e apoio que as atividades de pesquisa básica e tecnológica conduzidas nas universidades e institutos de pesquisa.

Segundo, na medida em que o processo inovador puramente endógeno é cada vez mais raro, e empresas fazem uso de idéias, tecnologias, ferramentas e equipamentos que estão disponíveis globalmente, e se organizam em formas de rede, não faz sentido desincentivar ou discriminar o acesso da empresa a estes bens e serviços, seja porque encarece o processo de P&D, reduz sua velocidade ou ainda dificulta a empresa instalada no país de se aproximar da fronteira de inovação.

A atividade de P&D no Brasil enfrenta, contudo obstáculos adicionais e de natureza regulatória que criam barreiras em áreas específicas e estimulam no limite a transferência do P&D para outros países, afetando por vezes igualmente as instituições e as empresas.

Vale aqui uma ilustração no campo da chamada **Bioeconomia**, cujo desenvolvimento estaria fundamentado no acesso ao patrimônio genético e uso inteligente da biodiversidade³², na enorme vantagem competitiva do país na produção de biomassa e na elevada produtividade agrícola.

O pressuposto básico do processo de caracterizar princípios ativos, aromas, pigmentos e moléculas da parede celular de plantas medicinais, aromáticas e aquelas detentoras de metabólitos secundários com propriedades biodefensivas, é que essas plantas sejam acessíveis à pesquisa e eventualmente domesticadas³³, e se for o caso (como o é com cada vez mais freqüência), manipuladas geneticamente. Da mesma forma, a identificação de microorganismos produtores de enzimas (e leveduras) capazes de aumentarem o rendimento dos processos químicos – e seu aperfeiçoamento com uso da engenharia genética – supõe que pesquisadores tenham acesso à biodiversidade, assim como a capacidade de manipular microorganismos por métodos tradicionais e de engenharia genética³⁴.

³² Há uma enorme gama de indústrias que podem se beneficiar do fato do país ser megabiodiverso, a exemplo de cosméticos, fármacos, alimentos, tintas e pigmentos. Existe, contudo uma barreira vinculante sob a forma da atual regulação de acesso ao patrimônio genético (MP 2186/2001), cuja reformulação está em discussão. Há duas questões centrais para o desenvolvimento e expansão de um cluster mais significativo de indústrias e segmentos que fariam uso intensivo do patrimônio genético brasileiro (e do saber tradicional): o acesso desburocratizado e em tempo hábil para instituições e empresas engajadas em pesquisa, desenvolvimento e inovação; e regras claras e simples para o compartilhamento de benefícios entre provedores de insumos biológicos (e conhecimento associado) e aqueles que os utilizam.

³³ Ver CGEE, Química Verde no Brasil 2010-2030, edição revista e atualizada, Brasília, 2010.

³⁴ Instituições e empresas brasileiras ainda estão distantes da fronteira que define o estado da arte em ferramentas avançadas para processos químicos. No caso de enzimas, os EUA (região de S. Francisco e Boston), a Alemanha, Holanda e Dinamarca, definem a velocidade e direção dos avanços.

No caso específico da biomassa, essa supõe tanto avanços contínuos na produção da matéria prima (por meio de novos cultivares manipulados geneticamente e renovação dos canaviais, e ainda melhorias em técnicas de cultivo), como o uso de ferramentas voltadas à melhoria dos processos e ganhos correspondentes de produtividade. Crescentemente, serão as novas ferramentas (a exemplo das enzimas, leveduras e outros elementos críticos para a catálise de reações biológicas) que irão orientar ou impulsionar os novos processos.

Tanto em enzimas quanto em leveduras, há ainda um caminho a percorrer para se dominar aspectos críticos do desenvolvimento de métodos produtivos para o etanol 2G e outros produtos. Desenvolver e em simultâneo acessar essas e outras ferramentas correlatas será essencial não apenas para o etanol 2G, mas ainda manter o país próximo da fronteira do uso da biomassa na produção de polímeros verdes e outros produtos derivados, seja pela rota alcoolquímica já comprovada, seja pela via sucroquímica, e ainda pela utilização de biorefinarias de nova geração.

Contudo, o marco regulatório da Bioeconomia – fragmentado e desatualizado – e as instituições de Estado com procedimentos complexos e extremamente burocratizados (a exemplo do CGEN e do CNTBio) dificultam, quando não impedem as atividades de P&D .

As mudanças necessitam ser articuladas no plano da Lei de Biosegurança, de acesso ao patrimônio genético e propriedade intelectual. Essas três dimensões são relacionadas, e atualmente os esforços de P&D permanecem travados por conta da incerteza regulatória e de falhas no marco legal³⁵.

O Brasil necessitaria de uma iniciativa transformadora, consistente com o seu potencial no plano das energias renováveis, do agronegócio e da química verde, particularmente tendo por referencia o potencial de produção altamente eficiente de biomassa, e os desafios tecnológicos e econômicos do etanol 2G. Nesse sentido, o país deveria emular as práticas mais avançadas no plano da biosegurança, no acesso e uso do patrimônio genético e do patenteamento de organismos geneticamente modificados que são as prevalecentes nos EUA, que atualmente atraem pesquisadores e empresas que – sob outro marco regulatório – estaria realizando as atividades de P&D no Brasil.

³⁵ A título de ilustração, enquanto nos Estados Unidos um pedido de manipulação genética de uma levedura para fermentação demora 30 dias para ser analisado, um pedido equivalente levaria aproximadamente 2 anos pelo CTNBio – os 135 dias oficiais, mais o tempo adicional demandado pelos 27 Conselheiros, que podem pedir vistas do processo, e assim o fazem.

Finalmente, uma política de inovação sem fronteira necessita contemplar a estruturação de espaços comuns – reais ou virtuais - para que a sociedade possa participar do processo criativo. Aqui se propõe estruturas flexíveis e descentralizadas mais além de incubadoras e parques tecnológicos, que têm certamente uma função muito importante em promover atrair empresas, internalizar economias de escala e escopo, e melhorar a utilização de recursos disponíveis nas universidades e institutos de pesquisa.

A experiência internacional recente sugere a importância de se usar o “hallo effect” das universidades principalmente, para galvanizar o espírito empreendedor e criativo de estudantes e professores em torno de espaços abertos de trabalho. Se bem que a inovação se faz preponderantemente nos centros de P&D das empresas – que em muitos casos usufruem as externalidades dos parques tecnológicos - e de forma complementar nas universidades e institutos de pesquisa, crescentemente o processo requer novas maneiras de se organizar. Dentre estas se sobressaem os “hacker spaces”, em que comunidades, bairros ou cidades estabelecem espaços físicos infra-estruturados para que indivíduos possam se encontrar, trocar idéias, conceitos e ferramentas, e criar coletiva e individualmente. Esse é um movimento que depende acima de tudo de uma parceria entre a instância político-administrativa local e tipicamente universidades ou outra institucionalidade que reúna pessoas centradas em criação. Nos próximos anos, novas formas de colaboração e inovação tenderão a dominar o processo de trazer conhecimento útil à sociedade.

VI. Conclusão

Os resultados do trabalho podem ser assim resumidos.

Primeiro, o Brasil permanece distante da *fronteira da conectividade*. Produzir conhecimento útil, criar e inovar depende, contudo do acesso a informação, de se conectar a times e organizações e trabalhar em rede.

Segundo, a acumulação de recursos humanos e materiais na últimas décadas propiciou ao país avanços no plano científico, medido pelo número de publicações e citações correspondentes, métrica aceita de seu impacto. Avançou-se na direção da fronteira da ciência; mas o mesmo não pode ser dito quanto à fronteira da inovação, medida pelo índice de patenteamento. Essa é a dissonância reconhecida e comprovada pelos dados disponíveis.

Terceiro, a produtividade dos gastos em P&D no Brasil é baixa. E várias são as causas. No plano científico, os gastos são dissipados muitas vezes em programas e dispêndios de baixo impacto, no “avanço do conhecimento”. No âmbito tecnológico, os custos de fazer P&D se tornaram elevados, por conta do represamento dos recursos humanos nas universidades, instituições de C&T e governo; e pelas barreiras que dificultam o acesso das empresas a equipamentos, ferramentas, insumos e serviços, e que refletem um paradigma desatualizado do funcionamento do P&D contemporâneo, cada vez mais fragmentado e globalizado.

A ação do BNDES e da FINEP – ainda que em muitos casos meritória – tem efeito limitado e por vezes concentrado. Incentivos fiscais da Lei do Bem padecem de um problema comum no país: requisitos elevados para fruição e altos custos de transação que afasta a maioria das empresas.

O Brasil vem se distanciando da fronteira de inovação por razões que dizem respeito também às barreiras regulatórias. Os desafios de se fazer P&D – neste caso por universidades, instituições de pesquisa e empresas – é ilustrado de forma contrastante pelas dificuldades de usar as vantagens comparativas do país – no âmbito da biodiversidade e da produção de biomassa – para se aproximar da fronteira. O desenvolvimento de ponta na Bioeconomia no país está ameaçado por leis, normas e institucionalidades desatualizadas. Mesmo onde se tem potencialidades, o país se vê tolhido por barreiras auto-impostas.

Finalmente, o país necessita de um conjunto de iniciativas cujas dimensões essenciais incluem: metas de conectividade consistentes com uma nova economia; mudanças estruturais para progressivamente ampliar a participação das áreas de alto desempenho em ciência e engenharia, deslocando seus pós-graduandos para as

empresas, e facilitando seu acesso aos recursos e serviços que trafegam nas redes globais de P&D; e uma revisão das políticas e regulações claramente desatualizadas e irrazoavelmente complexas que tolhem o trabalho científico e tecnológico no país.

Neste sentido, o trabalho propõe romper com políticas, padrões de alocação de recursos e práticas que com o tempo conformaram barreiras estruturais a pesquisa e desenvolvimento no Brasil. E assim fazer da “**Inovação sem Fronteiras**” o *leitmotiv* da transição para a economia do conhecimento.

XXV FÓRUM NACIONAL

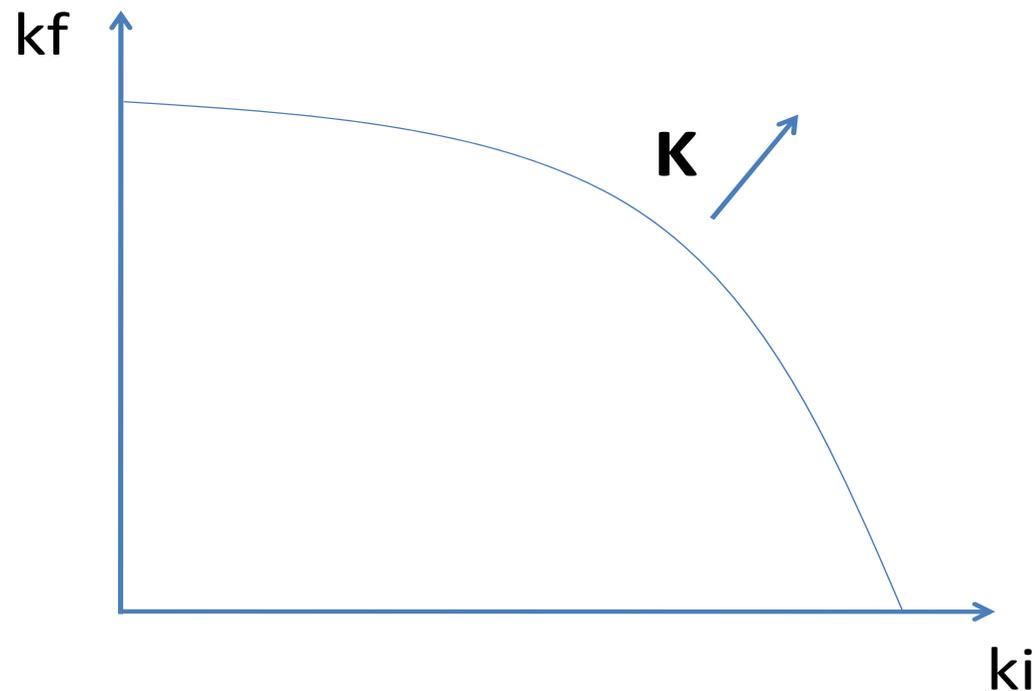
Brasil e a Economia do Conhecimento

13 de maio de 2013

Inter . B

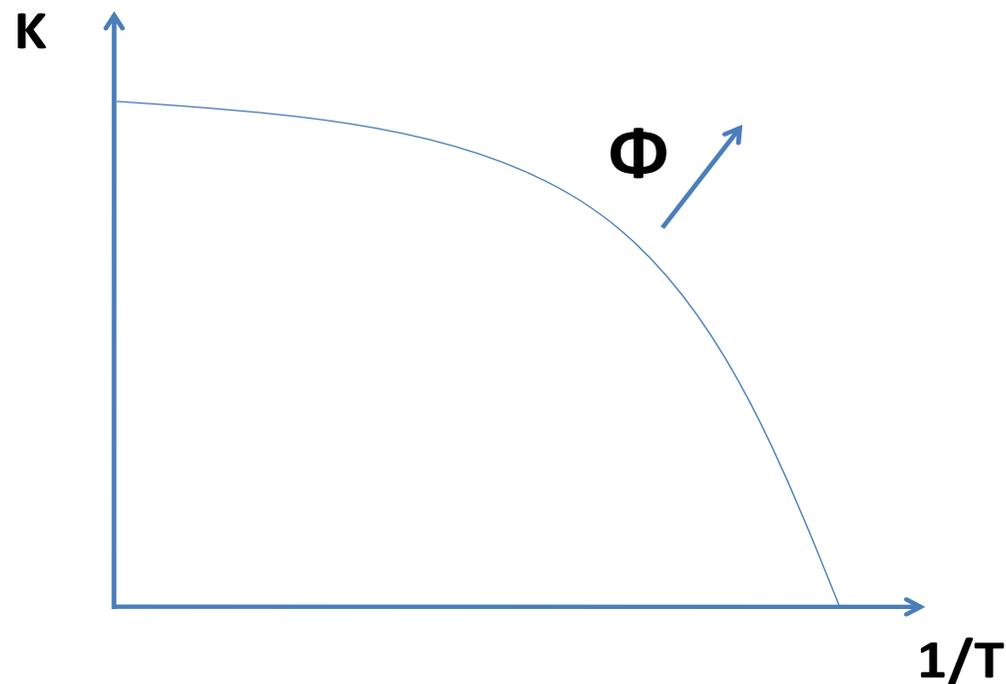
EC = Um novo modelo econômico

- Baseado no conhecimento; sua fronteira se desloca com acumulação do capital físico, e do capital intelectual ou intangível.



Como se traduz em Emprego e Renda?

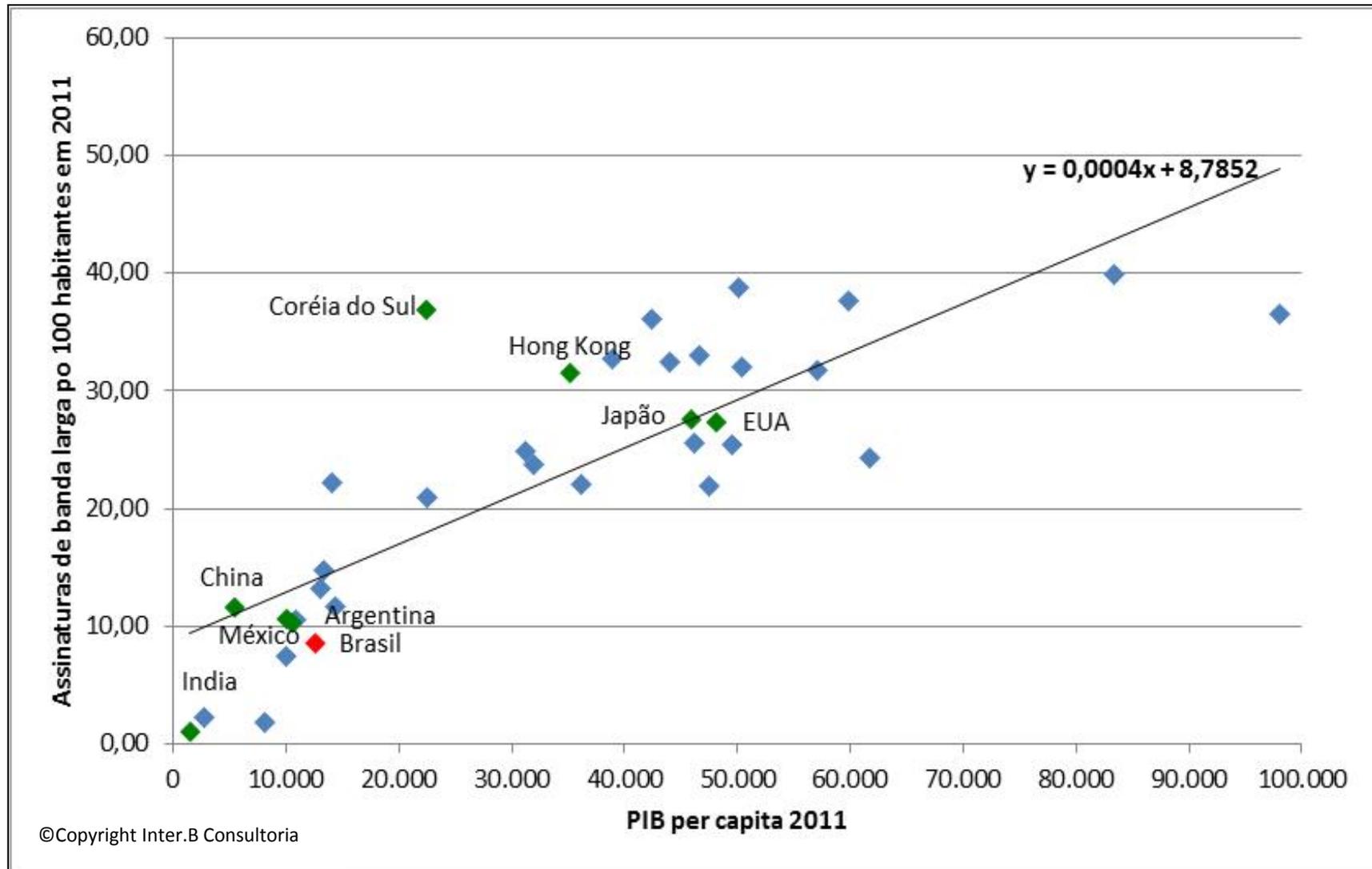
- ❑ Com a expansão da fronteira do conhecimento e a diminuição dos custos de transação (acesso à informação, melhor coordenação) ampliam-se as oportunidades.



Os Alicerces do Novo Modelo

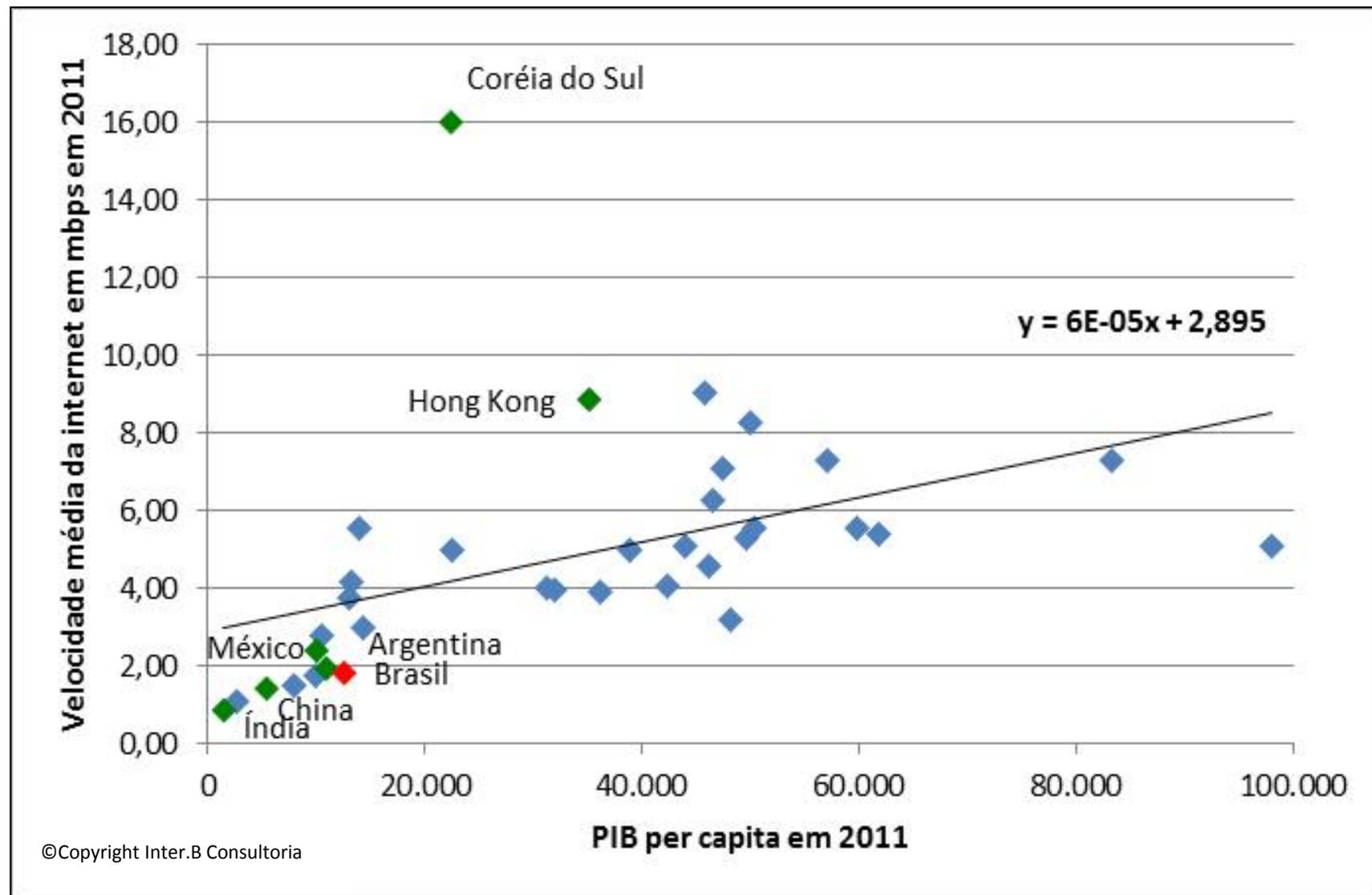
- Menores CT = Conectividade
Acesso à informação = Acesso à Internet em BL/AV.
- Educação - principalmente em ciências e engenharia.
- Capacidade de criação e inovação coletiva, em redes de universidades, institutos, empresas e indivíduos.

Cobertura banda-larga...



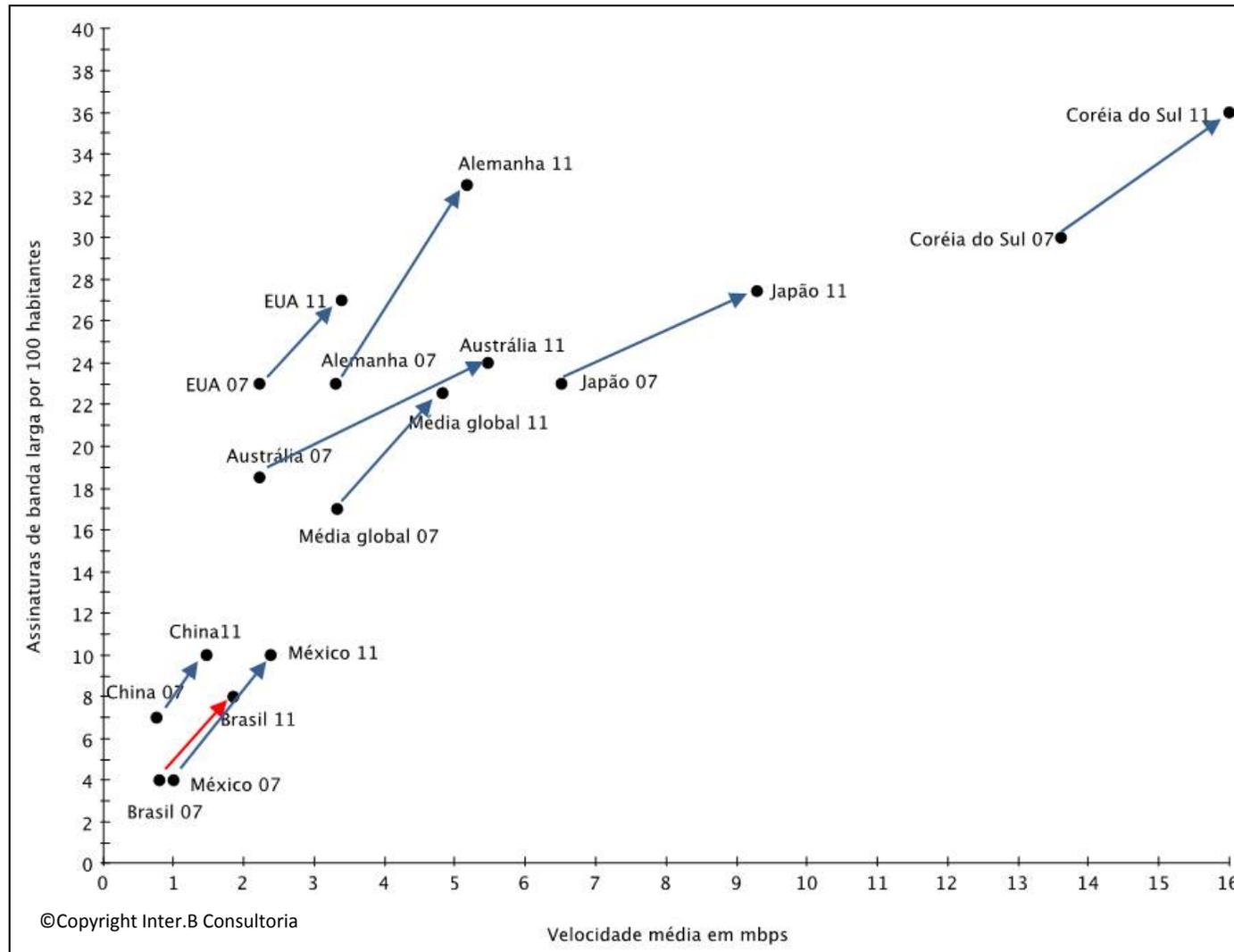
Fonte: Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria.

+ Velocidade média...



Fontes: Akamai Faster Forward, “The State of the Internet”; Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria .

...Definem a Fronteira da Conectividade

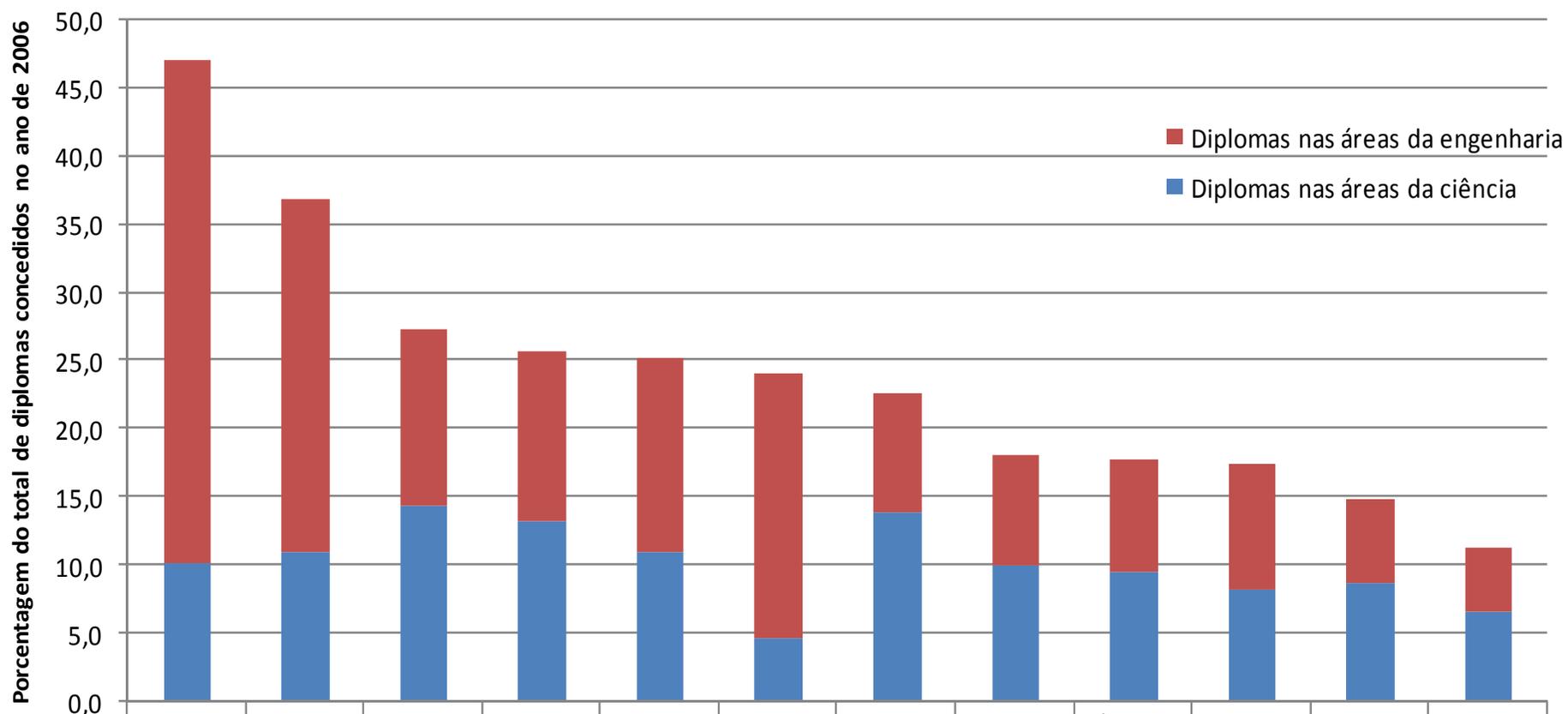


Fontes: Akamai Faster Forward e Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria. * Para a média global foram analisados os 35 países mais relevantes.

Da Informação ao Conhecimento

- ❑ Transforma por meio da educação - principalmente ciências e engenharia, na base da sociedade do conhecimento.
- ❑ Avanços entre 2000 e 2011
 - Quadriplicou o número de estudantes de graduação de engenharia
 - Mais de 50% de graduados de engenharia em programas de mestrado
 - Pouco menos que o dobro de doutorados em engenharia e áreas da ciência.

Mas onde está o Brasil em relação ao mundo?



	China	Coreia do Sul	Alemanha	França	México	Japão	Reino Unido	Canadá	África do Sul	Turquia	Estados Unidos	Brasil
Diplomas nas áreas da engenharia	37,0	26,0	13,0	12,6	14,4	19,6	8,6	8,1	8,3	9,2	6,0	4,7
Diplomas nas áreas da ciência	10,1	10,9	14,3	13,1	10,9	4,5	13,9	10,0	9,3	8,2	8,7	6,5

Fonte: OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2011

O dispêndio em P&D ...

□ ***...reflete a intensidade do esforço empreendido*** por profissionais em ciência e engenharia nas universidades, instituições de C&T e empresas.

- No Brasil P&D duplicou em 4 anos
- 2011: US\$ 26 bilhões em PPC
- Aproximadamente 1% do PIB desde 2000 – intensidade média - governo com participação ainda preponderante: em % PIB

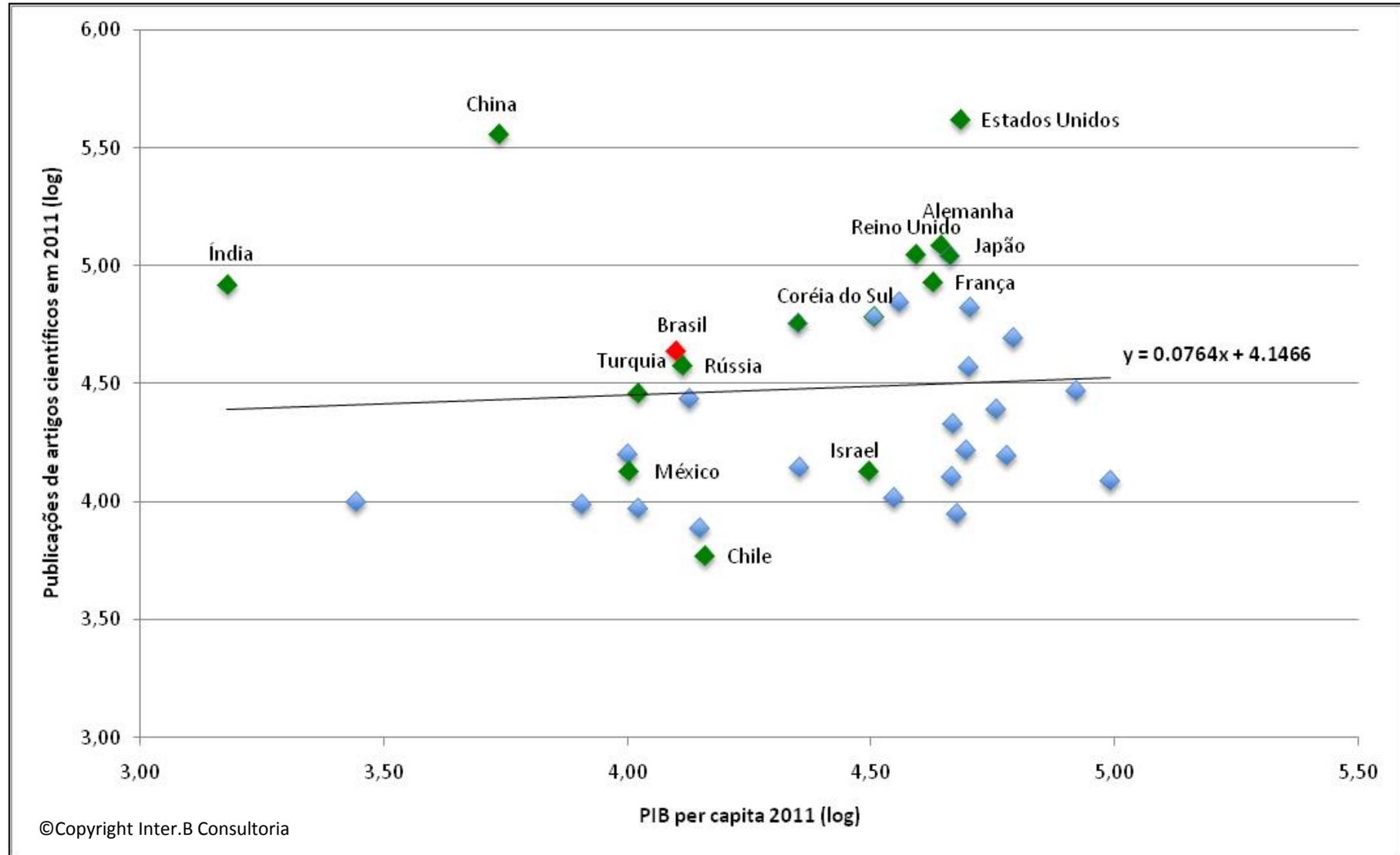
2001: 0,57 / 0,47

2011: 0,61 / 0,55

A Produção Científica

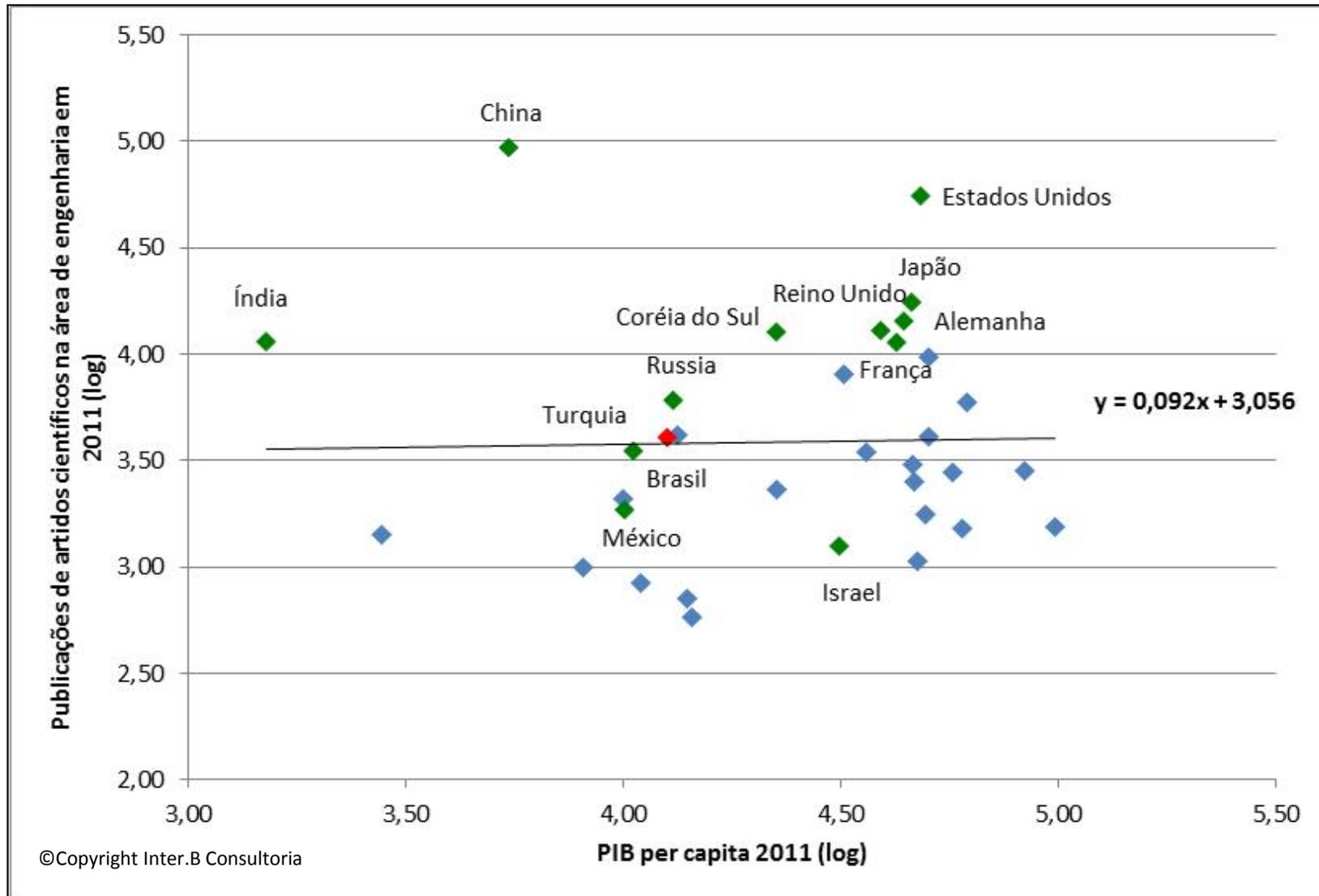
- ❑ Participação do Brasil é crescente: 0,71% para 1,67% da produção mundial nas ciências “duras”, medicina e engenharia (1996-2011)
- ❑ Ainda abaixo do peso econômico do país (cerca de 2,5% do PIB global)
- ❑ Relevante em Odontologia, Veterinária, Agricultura e Biologia; e insuficiente principalmente em engenharia, ciência de materiais, computação, energia, química e física.

Publicação de artigos científicos



Fontes: SCImago Journal & Country Rank e Banco Mundial; Elaboração Inter.B Consultoria .

Na área de engenharia



Fontes: SCImago Journal & Country Rank e Banco Mundial; Elaboração Inter.B Consultoria .

O Impacto da Produção Científica

□ O Índice reflete **relevância e escala**, e varia entre 16 e 34

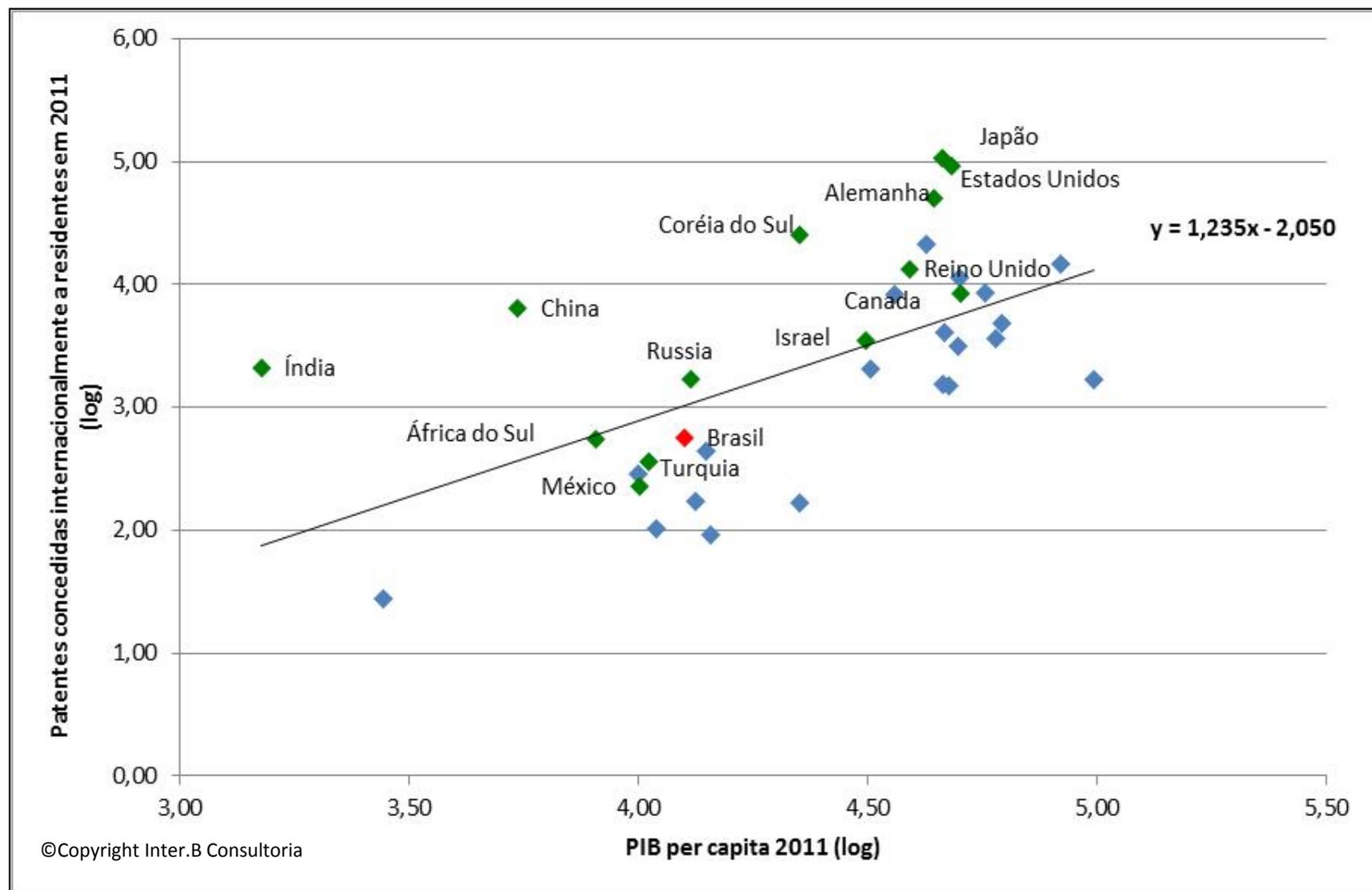
□ O Brasil – com um índice de 22,6 – tem um impacto moderado

País	1996	2001	2006	2010
Estados Unidos	37,57	37,23	37,48	34,34
China	23,29	25,97	30,75	30,18
Reino Unido	30,94	30,96	31,41	28,93
Alemanha	30,25	30,72	31,24	28,91
Japão	30,34	30,77	30,59	27,57
França	29,03	29,09	29,54	27,35
Canada	28,19	27,65	28,78	26,60
Itália	27,11	27,51	28,41	26,38
Espanha	24,89	25,75	27,26	25,49
Austrália	25,25	25,54	26,62	24,97
Coreia do Sul	20,85	23,70	25,98	24,76
Índia	23,00	23,68	25,79	24,74
Holanda	25,52	25,62	26,36	24,54
Suíça	23,96	24,10	25,27	23,51
Brasil	20,40	22,14	24,23	22,77
Suécia	24,27	24,55	24,57	22,61
Média	22,13	22,88	24,14	22,55
Bélgica	22,36	22,67	23,63	22,02
Rússia	24,22	23,94	23,69	21,38
Polónia	21,01	21,79	23,27	21,18
Turquia	17,73	19,88	22,68	20,87
Dinamarca	21,30	21,77	22,28	20,79
Áustria	20,45	21,15	21,98	20,67
Israel	21,91	22,18	22,36	19,98
Singapura	16,37	18,78	20,96	19,82
Noruega	19,75	19,76	20,96	19,38
Portugal	16,14	18,28	20,36	19,28
Hong Kong	17,70	19,82	21,34	18,86
México	17,94	18,94	20,30	18,81
Irlanda	16,58	17,34	19,30	18,56
África do Sul	17,78	17,69	19,01	18,31
Argentina	17,65	18,46	19,18	17,95
Malásia	12,53	13,19	15,69	17,34
Hungria	17,80	18,51	19,13	17,23
Egito	15,47	15,91	17,13	16,78
Chile	15,07	15,83	17,39	16,24

Os Resultados do Esforço Inovador

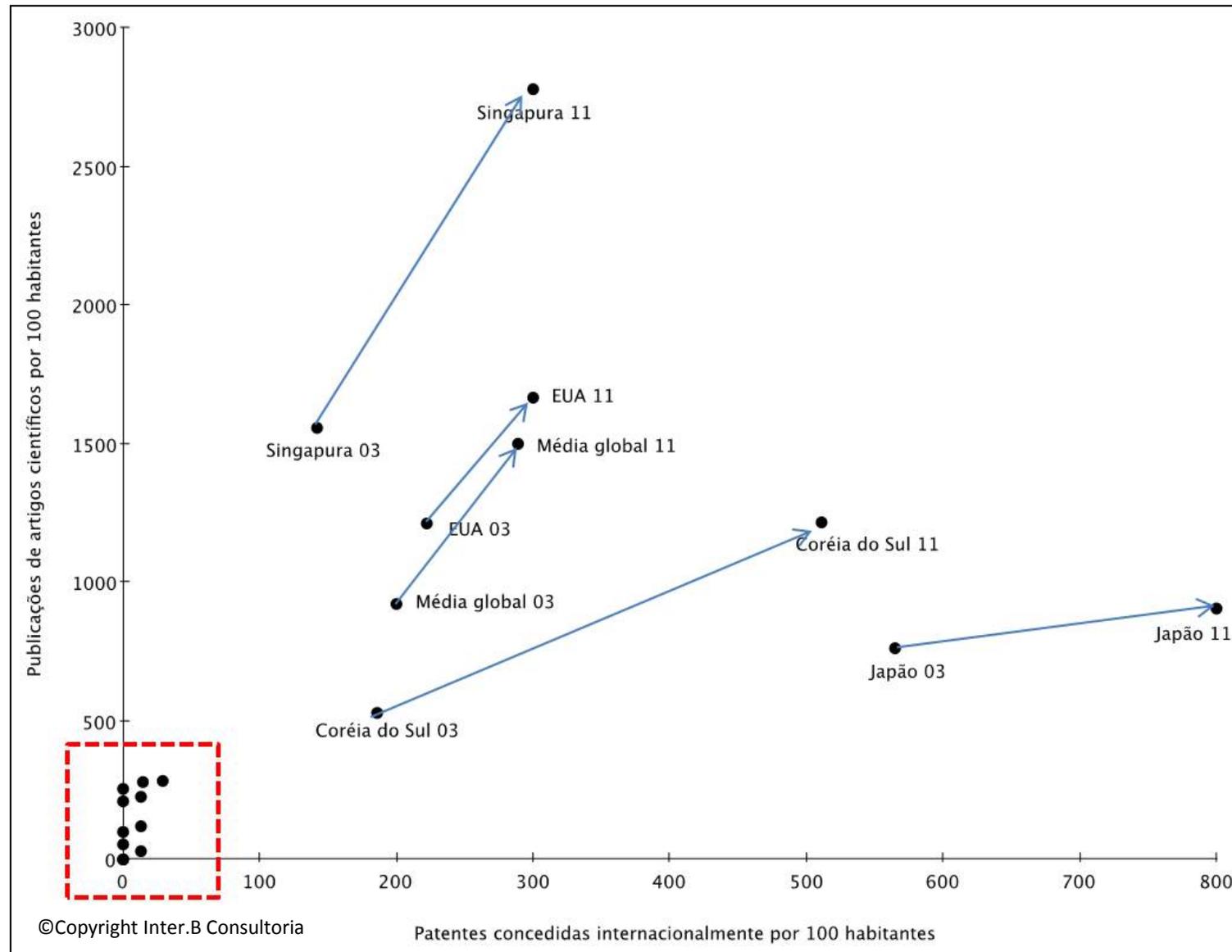
- ❑ Se contrapõe à produção científica: resultados marginais, medidos pelos registros internacionais de patentes.
- ❑ Com 0,138 % do total de registros, esta participação é de apenas 1/18 avos do peso econômico do Brasil .
- ❑ Mais grave: a baixíssima produtividade dos recursos gastos.

Patentes concedidas no exterior



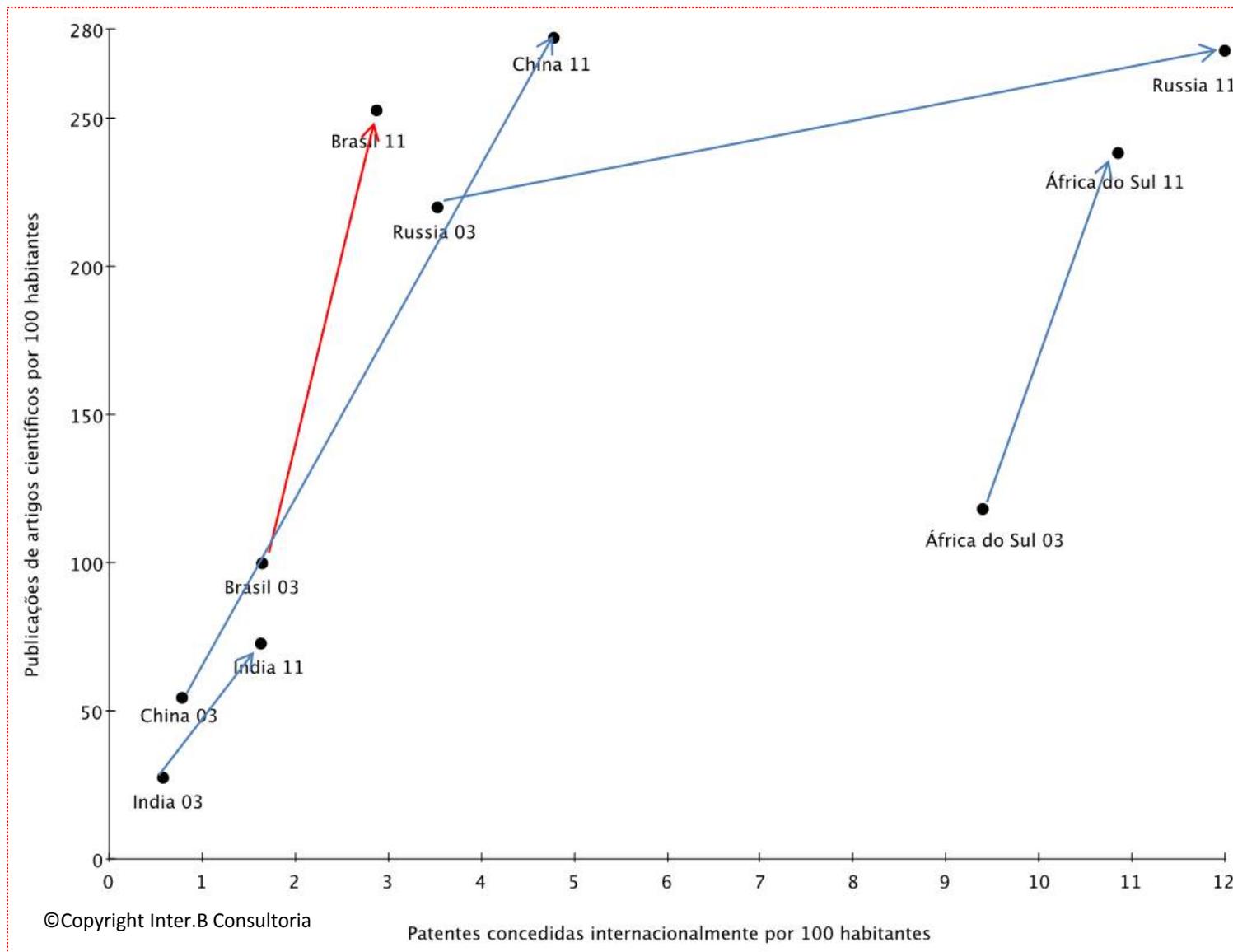
Fonte: World Intellectual Property Organization (WIPO) e Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria.

A Fronteira da Ciência e Inovação: 2003-11



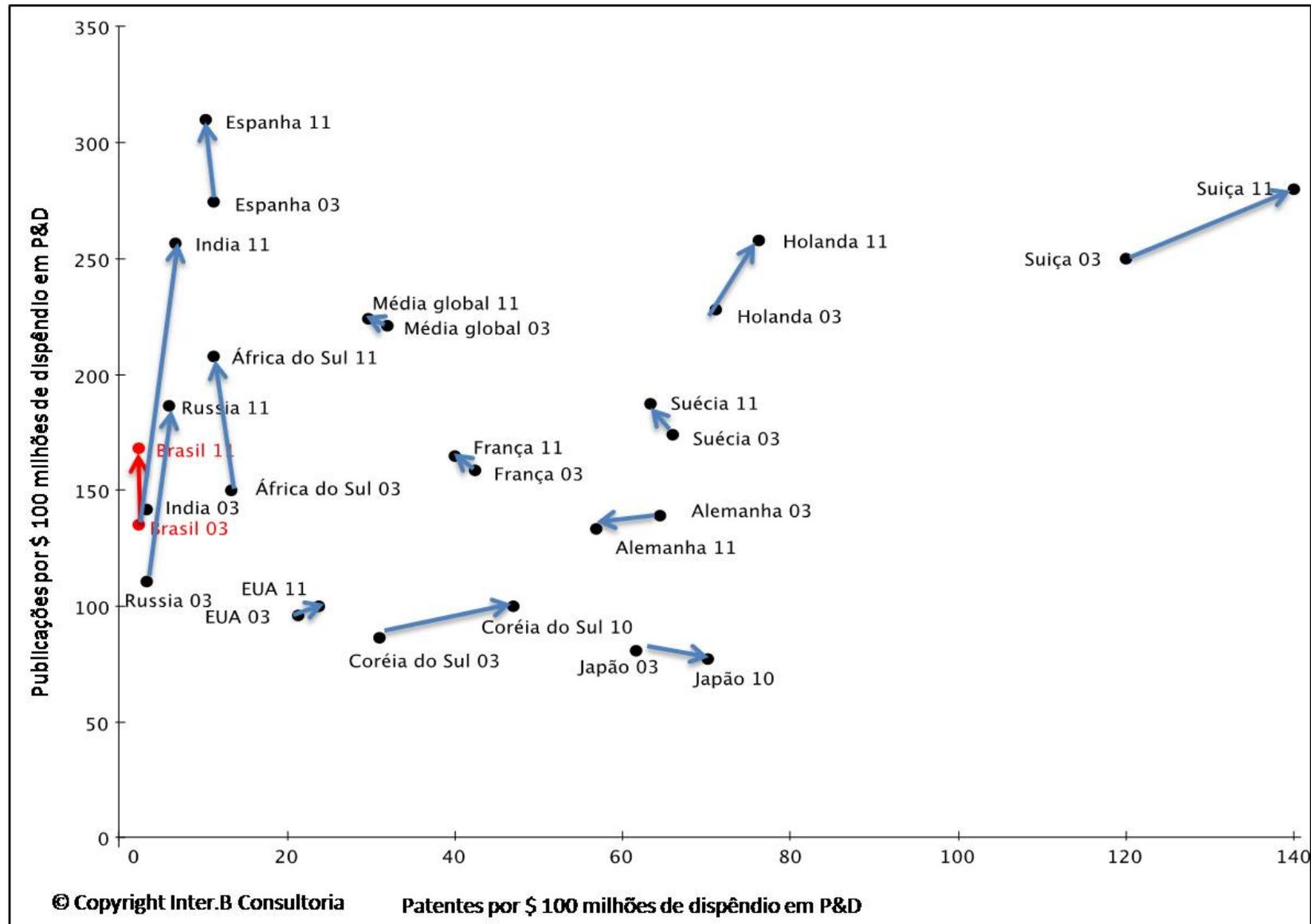
Fonte: SCImago Journal and Country Rank, WIPO e Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria .

A Fronteira da Ciência e Inovação (cont.)



Fonte: SCImago Journal and Country Rank, WIPO e Banco Mundial. Elaboração Inter.B Consultoria .

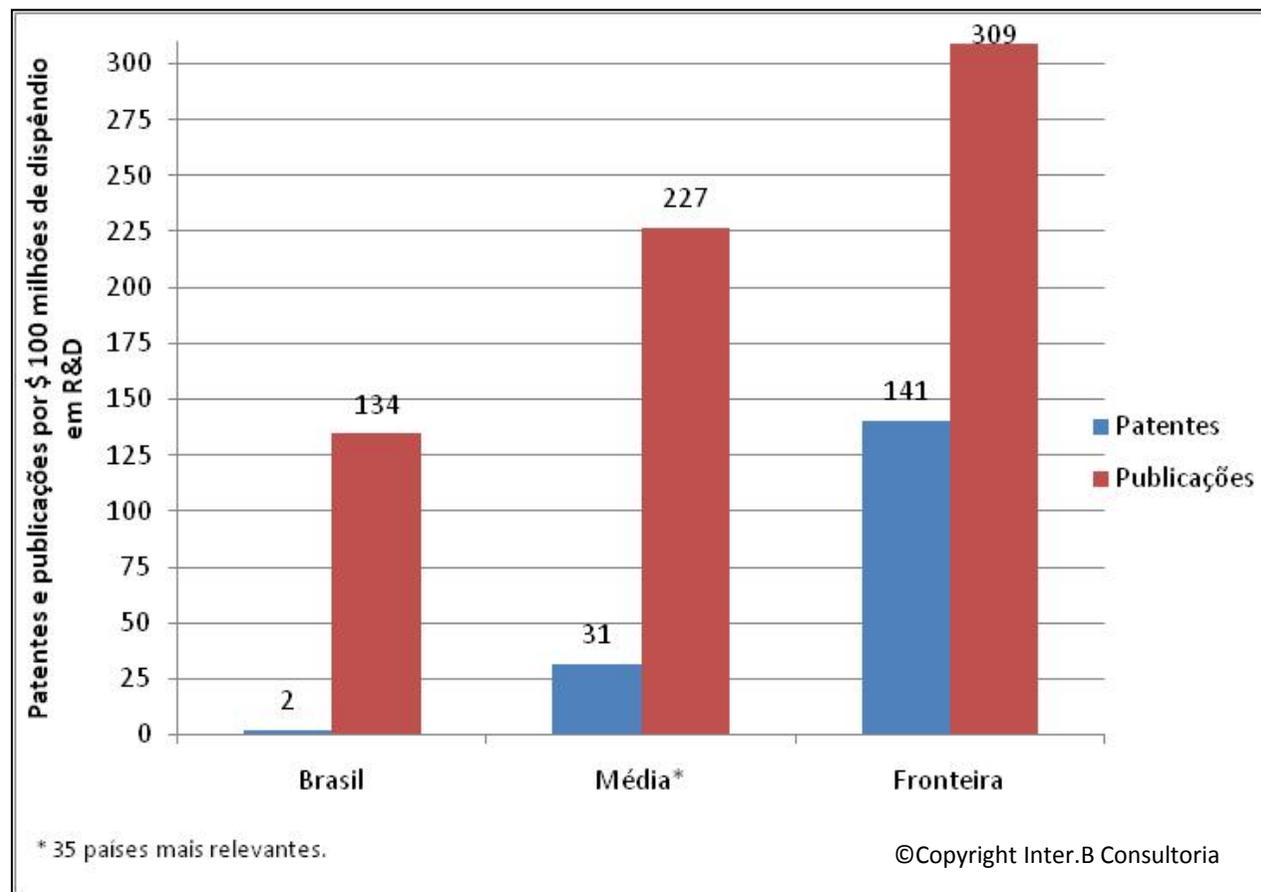
Produtividade dos Gastos em P&D



Fonte: SCImago Journal and Country Rank, WIPO, Banco Mundial, OECD, Research and Development Statistics of India. Elaboração Inter.B Consultoria.

Produtividade dos Gastos em P&D

Enquanto que a produtividade científica é cerca de 60% da média mundial e 40% da fronteira, para o esforço inovador, a distancia é magnificada: abaixo de 7% e 1,5% respectivamente



Fonte: SCImago Journal and Country Rank, WIPO, Banco Mundial, OECD, Research and Development Statistics of India. Elaboração Inter.B Consultoria.

Inovação: um novo paradigma

❑ A natureza do processo de inovação

mudou: o que era realizado intramuros hoje se dispersa por causa de incentivos econômicos, necessidade de minimizar custos e de acessar idéias, ferramentas e potenciais parceiros.

❑ Da mesma forma que a produção mudou, também o fez a inovação:

- Porém no Brasil, a prioridade ainda é endogenizar a inovação, fazê-la intramuros.

A Agenda de Mudanças

- ❑ População submetida a uma BL de má qualidade
- ❑ Baixa porosidade das universidades e institutos
- ❑ Dificuldades das empresas acessarem o sistema global de inovação.

Conectividade: acesso e velocidade

- ❑ EUA, UE, Japão e Coréia do Sul: horizonte largo de planejamento; planos eficazes; ações combinando Estado e Mercado do governo.
- ❑ Brasil: PNBL
 - Internet de *1Mbps* a preços baixos, resultou em apenas 12% do total de novas assinaturas.
- ❑ O desenho do PNBL 2.0 – necessita:
 - Metas de cobertura e qualidade da internet mirando o futuro; imperativo da ambição
 - Proposta aderente à dinâmica de mercado e articulada a incentivos regulatórios.

Universidades e Institutos: Porosidade

- ❑ Atualmente mecanismos imperfeitos e incentivos adversos reduzem a porosidade das universidades
- ❑ Ciência no país – com exceções importantes, a exemplo da área de saúde e doenças tropicais - permanece em grande medida auto-centrada, com resultados ainda parcos no plano da sociedade.

Brasil: 68,5% do P&D sem Direção Clara

Percentual da dotação orçamentária governamental

Países ⁽¹⁾	Ano	Avanço do Conhecimento ⁽²⁾	Desenvolvimento Econômico ⁽³⁾	Saúde e Meio-Ambiente ⁽⁴⁾	Programa Espacial
Brasil	2010	68,5	22,0	6,7	1,0
Alemanha	2011	56,7	25,6	9,3	5,0
Argentina	2008	19,5	47,9	19,1	7,8
Austrália	2011	35,3	28,3	33,2	0,7
Canadá	2008	42,3	26,7	23,4	3,6
Coréia do Sul	2011	30,9	49,9	14,1	2,4
Espanha	2010	45,9	28,3	19,0	3,7
Estados Unidos	2010	16,4	11,3	56,2	14,0
França	2011	42,3	17,3	9,8	13,9
Itália	2011	35,9	24,1	18,6	6,2
Japão	2011	62,4	23,2	7,0	6,7
México	2006	56,9	23,6	16,4	0,0
Portugal	2011	58,3	16,9	18,2	0,6
Reino Unido	2010	52,5	8,3	31,5	2,1

Fontes: Organisation for Economic Co-operation and Development, Main Science and Technology Indicators 2011/2 e Brasil: Coordenação-Geral de Indicadores (CGIN) - ASCAV/SEXEC - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Aumentar a relevância e produtividade

- ❑ É necessário novos critérios e redirecionar o P&D governamental, aumentando as alocações para as instituições - Universidades e Institutos - mais produtivas.
- ❑ Avaliar as instituições estabelecendo novas métricas que reconhecem resultados no âmbito da inovação e colaboração com empresas.

Universidade-Empresa

- Melhorar radicalmente os mecanismos de interface universidade/institutos – empresa.
 - Reestruturar os NITs
 - Facilitar a proteção intelectual
 - Capacitar instituições para negociar em bases sólidas repartição de benefícios dos projetos comuns

Rebalancear Incentivos

- ❑ Incentivar (inclusive reconhecendo explicitamente a importância) docentes e pesquisadores estabelecerem pontes com o mundo da produção.
- ❑ Prover incentivos materiais e simbólicos.

Empresas: escassez de RH Alto Desempenho

- Apesar dos ganhos, somente cerca de 30% dos mestres e menos de 15% dos doutores em ciência e engenharia se direcionam às empresas.

Quem contrata (em %)				
Natureza	Mestres		Doutores	
	1996	2009	1996	2006
Empresas públicas e privadas	24,21	30,04	8,02	14,72
Governo e outras instituições	73,86	65,66	91,94	85,23

Mobilidade => Centros de P&D Empresas

- Necessário prover estímulos à mobilidade para os centros de P&D empresarial - desoneração tributária sobre o salário de cientistas, tecnólogos e engenheiros que optem pela mobilidade.
- Disciplinar o Governo na questão de contratação de mestres e doutores, liberando-os para o mercado empresarial.

Incentivos Fiscais: abrangência

- ❑ Lei do Bem – problemas de funcionalidade por conta da complexidade gerencia e contábil. Resultado: poucas empresas se qualificam.
- ❑ Necessidade de simplificar radicalmente (e sensibilizar a SRF)
 - ***Simple*** para a inovação.

Incentivos Financeiros: Escopo

- ❑ O incentivo ao processo inovador deve contemplar o ***ciclo completo da inovação*** e não apenas os primeiros estágios.
- ❑ Fase crítica: passa do conceito e testes laboratoriais e/ou equipamentos dimensões reduzidas, para projetos em escala - risco permanece alto e custos aumentam exponencialmente - “Vale da Morte”.
- ❑ Necessidade de estender o escopo do financiamento à inovação no pré-comercial.

Liberalizar as Importações para Inovação

- ❑ Empresas enfrentam dificuldades e custos elevados na importação de bens e tecnologias – em contraposição a Universidades e Institutos.
- ❑ Propõe-se a ***isenção de todos impostos de importação de serviços, equipamentos e insumos críticos para P&D nas empresas; e facultar a todos a importação de equipamentos usados.***

Inovação sem Fronteiras

- *Leitmotif* do novo modelo: fronteiras abertas para a inovação.
- Quais são as palavras ou conceitos chave de um programa de *Inovação sem Fronteiras*?

Inovação sem Fronteiras

- ❑ **Conectividade** entre pessoas e instituições
- ❑ **Porosidade** das Universidades e Institutos
- ❑ **Relevância e impacto** das pesquisas
- ❑ Renovada **ênfase nas ciências duras e engenharias**
- ❑ **Mobilidade** dos RHs de alto desempenho; e
- ❑ **Acesso** facilitado a recursos de ponta, consistente com colaboração no plano global.

Claudio R. Frischtak
claudio.frischtak@interb.com.br

Katharina Davies
katharina.davies@interb.com.br

Victor Chateaubriand
victor.chateaubriand.interb.com.br

Inter.B Consultoria Internacional de Negócios

Rua Barão do Flamengo, 22 sala 1001

Rio de Janeiro, RJ, 22220-080

Tel: +55 21 2556-6945