

ESTUDOS E PESQUISAS Nº 555

Brasil: decifrando o paradoxo da inovação

Claudio R. Frischtak * e Katharina Davies

XXVI Fórum Nacional
Desacorrentando Prometeu
Um Novo Brasil: Brasil das Reformas e das Oportunidades
E o povo nas ruas - como transformar em trunfo para o Desenvolvimento
Rio de Janeiro, 12-14 de maio de 2014



* Presidente e Analista da Inter.B Consultoria Internacional de Negócios.

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

Copyright © 2014- 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>



XXVI FÓRUM NACIONAL

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Claudio R. Frischtak e Katharina Davies

Presidente e Analista da Inter.B Consultoria Internacional de Negócios

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

I. Introdução.

Nos últimos anos, diferentes governos intensificaram os esforços no sentido de aproximar o país da fronteira do conhecimento na expectativa que ao fazê-lo - por meio de maiores gastos, oferta de financiamento aos agentes e incentivos – o processo conduzisse a uma rápida resposta no plano da inovação. Sob qualquer critério usual, os resultados sugerem que esse não foi o caso. Houve progressos, mas o país parece estar distante da fronteira de inovação.

A evidência tem se avolumado em anos recentes. Primeiro, os índices de patenteamento permanecem sistematicamente baixos. Se bem que o número de patentes concedidas internacionalmente a residentes do Brasil tenha aumentado de forma palpável em anos recentes, a participação no total mundial permaneceu praticamente estável (Gráficos 1 e 2).

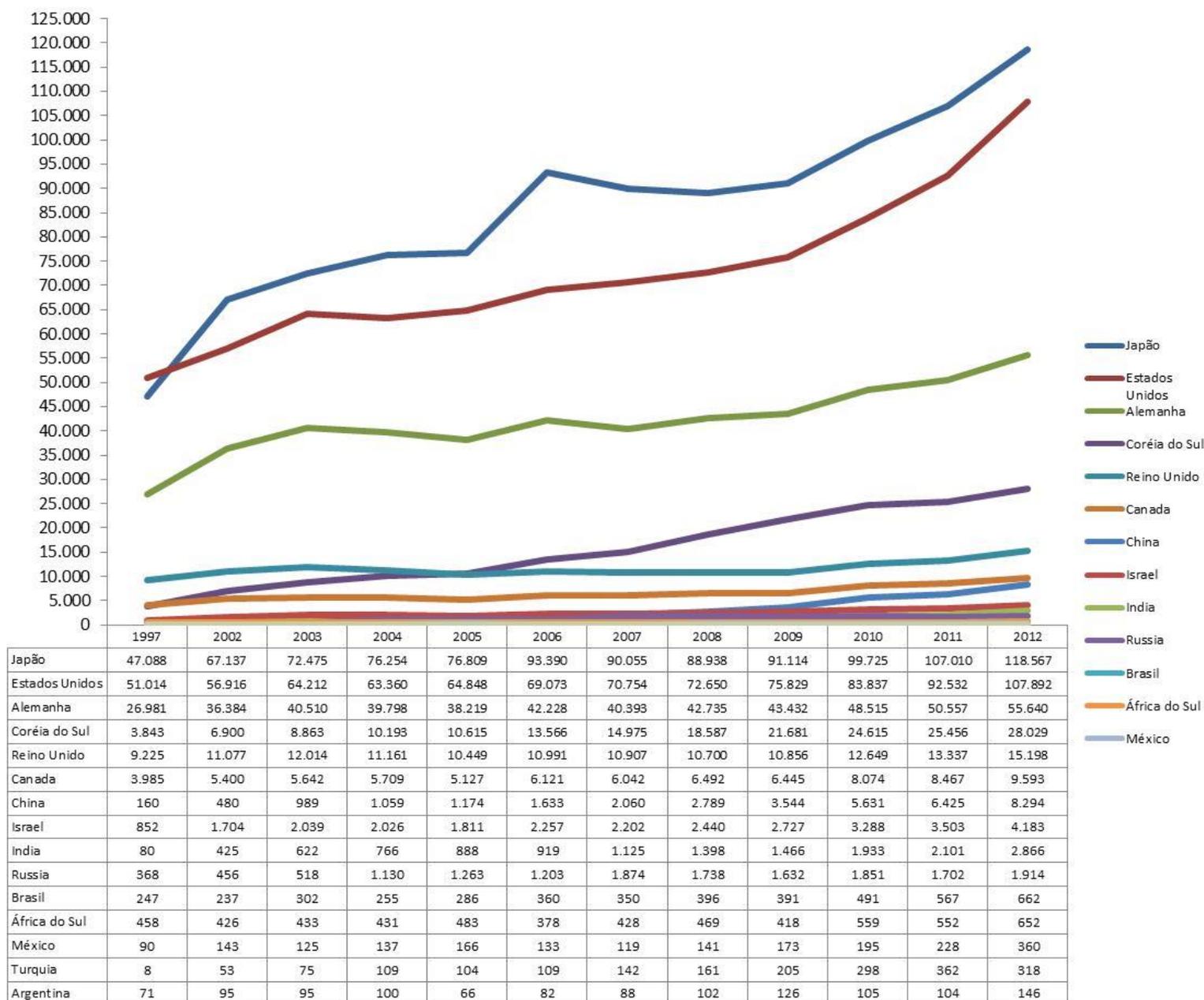
De fato, no período 1997-2012, a concessão de patentes a residentes no Brasil, após ter chegado a um nadir de 0,09% do total mundial em 2004, se estabilizou em torno de 0,14%, uma proporção diminuta, desproporcional ao tamanho da economia brasileira. Mesmo para um país com pequena tradição patentária, o fato é que a relação entre a participação do país na economia mundial e na produção de patentes parece estar claramente distorcida (22 ou 16 para um dependendo do critério de mensuração do PIB¹).

Chama ainda atenção o crescimento exponencial do número de patentes dos residentes em alguns países (Índia, China, Coréia do Sul e Turquia), ou ainda a expansão bastante acentuada de outros (Israel, México). De qualquer forma, apesar dos avanços, o Brasil não parece ter acompanhado a intensidade de patenteamento de outras economias relevantes.

¹A participação da economia brasileira na economia mundial em 2012 foi de 3,1%, a taxas de câmbio de mercado, ou 2,8% em paridade de poder de compra (PPC).

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

**Gráfico 1: Número de Patentes Concedidas Internacionalmente a Residentes
Brasil e Países Selecionados²
1997, 2002-2012, Números Absolutos**



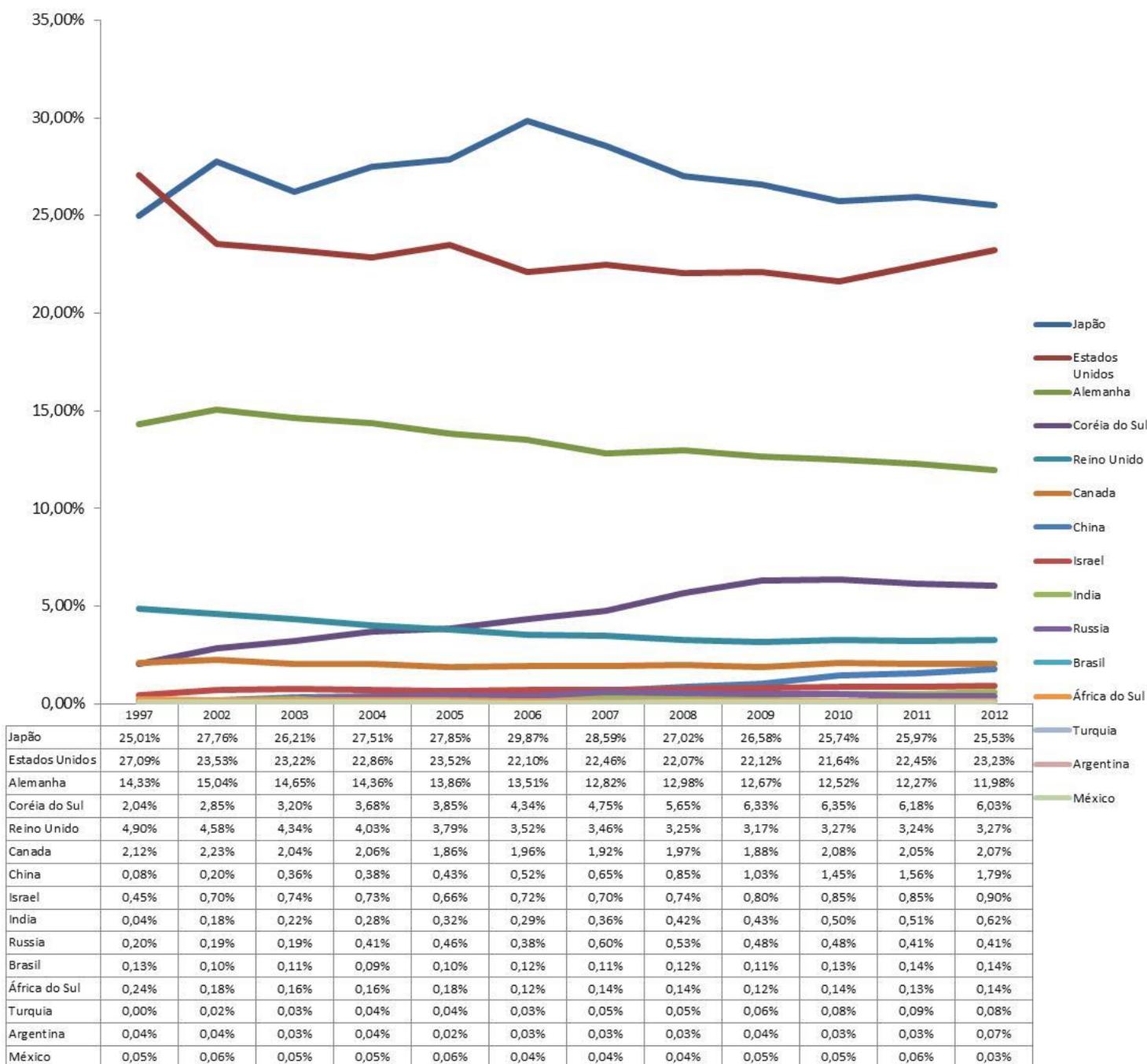
Fonte: World Intellectual Property Organization (WIPO). Elaboração Inter.B Consultoria.

²Foram consideradas apenas as patentes concedidas no exterior para residentes do país.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Gráfico 2: Patentes Concedidas Internacionalmente a Residentes - Brasil e Países Seleccionados

1997, 2002-2012, Participação no Total



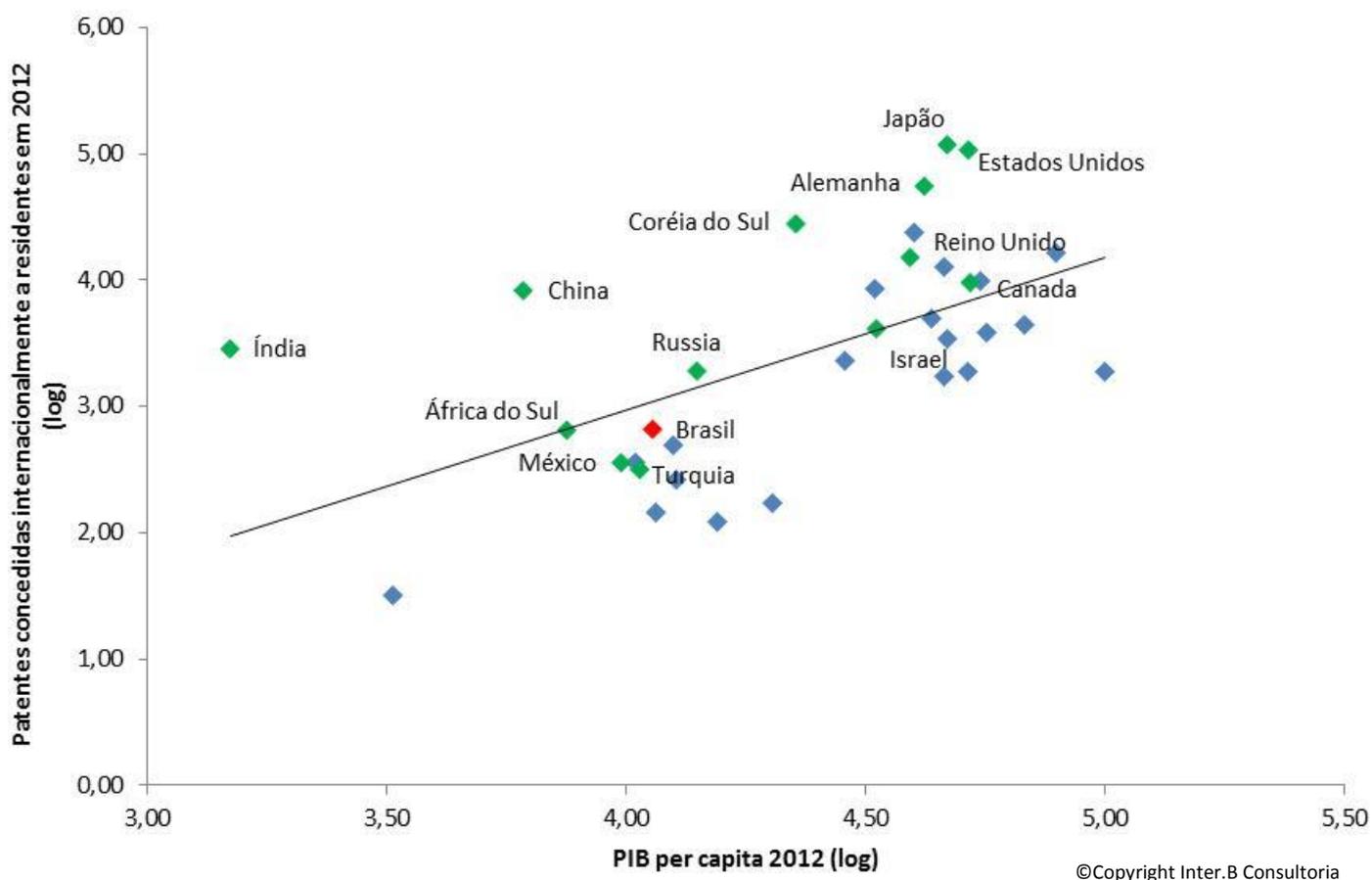
Fonte: World Intellectual Property Organization (WIPO). Elaboração Inter.B Consultoria

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Uma forma alternativa de estabelecer a posição do país usando a métrica de patenteamento como indicador dos resultados no plano da inovação é relacionar as concessões de patentes com a renda per capita (Gráfico 3). A distribuição dos países no gráfico corrobora a relativa fragilidade do Brasil, ainda que indique igualmente que outros países que tiveram ganhos significativos – a exemplo do México e da Turquia - permanecem “abaixo da curva”.

Gráfico 3: Participação nas patentes concedidas internacionalmente por residentes e PIB per capita

2012 – Brasil e Países selecionados



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

Pode-se argumentar que patentes não funcionam necessariamente como um bom indicador, seja pela ausência de uma cultura de patenteamento (receio de revelar os segredos inventivos), pela utilização de segredos industriais (“trade secrets”) como forma de proteção, ou ainda por conta de ineficiência regulatória. Neste caso, o desincentivo ao patenteamento está associado ao tempo gasto e

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

custos incorridos no processo de patentear, e o número de anos entre o depósito, averiguação e obtenção de patentes.

Os Quadros 1 e 2 apresentam os resultados mais relevantes – na perspectiva deste trabalho – acerca dos resultados do esforço de inovação nas empresas que operam no Brasil do amplo levantamento conduzido pelo IBGE no contexto da PINTEC³. Na percepção do conjunto das empresas respondentes do levantamento conduzido pelo IBGE, assim como especificamente das empresas industriais, a inovação no país tem uma referencia preponderantemente de caráter endógeno.

Quadro 1: Resultados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC)

2000-02, 2003-05, 2006-08, 2009-11, conjunto das empresas

Empresas que inovaram em produto e/ou processos		00-02	03-05	06-08	09-11
		21,8%	25,5%	32,1%	35,7%
Produtos	Novo para a empresa	55,9%	49,8%	51,7%	40,9%
	Novo no mercado nacional	4,7%	9,5%	9,1%	8,6%
	Novo no mercado mundial	0,5%	0,6%	0,7%	1,2%
Processos	Novo para a empresa	78,7%	75,2%	78,1%	82,1%
	Novo no mercado nacional	1,8%	4,6%	4,7%	6,1%
	Novo no mercado mundial	0,3%	0,3%	0,2%	0,6%

Fonte: IBGE. Elaboração Inter.B Consultoria.

³A Pesquisa de Inovação (PINTEC) é realizada pelo IBGE a cada três anos, com o objetivo de construção de indicadores nacionais sobre as atividades de inovação das empresas brasileiras, além dos fatores que influenciam no comportamento inovador das empresas. Em 2013, a amostra foi composta por 128.699 empresas, das quais 114.212, ou 88,7% eram da indústria de transformação. A PINTEC é a mais importante iniciativa desse gênero no país.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Assim, se em 2009-11, de acordo com a última PINTEC, 35,7% das empresas amostradas (e 35,9% das empresas industriais, conforme Quadro 2 abaixo) afirmaram que inovaram, elas o fizeram preponderante na perspectiva da própria empresa, isto é, frente ao que faziam antes, e não em relação aos seus pares, e menos ainda em relação aos seus competidores internacionais. De fato:

- Apenas 8,6% dos produtos e 6,1% dos processos nas empresas amostradas eram novos no mercado nacional (7,6% e 5,3% respectivamente no caso de empresas da indústria de transformação).
- Já Produtos e processos novos no mercado internacional são uma proporção residual das inovações introduzidas pelas empresas, respectivamente 1,2% e 0,6% (e a mesma proporção para as empresas industriais de transformação).

Quadro 2: Resultados da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC)

2000-02, 2003-05, 2006-08, 2009-11, empresas da indústria de transformação

Empresas que inovaram em produto e/ou processos		00-02	03-05	06-08	09-11
		33,5%	33,6%	38,4%	35,9%
Produtos	Novo para a empresa	56,3%	49,3%	51,0%	40%
	Novo no mercado nacional	4,8%	9,1%	8,5%	7,6%
	Novo no mercado mundial	0,5%	0,6%	0,7%	1,2%
Processos	Novo para a empresa	78,5%	75,7%	79,2%	83,1%
	Novo no mercado nacional	1,8%	4,4%	4,7%	5,3%
	Novo no mercado mundial	0,3%	0,3%	0,2%	0,6%

Fonte: IBGE. Elaboração Inter.B Consultoria.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Esses resultados são razoavelmente consistentes com a proporção de patentes concedidas internacionalmente a residentes no Brasil (inclusive porque nem todas as inovações são objeto de patentes), e de imediato reforçam o que aparenta ser ***o paradoxo da inovação no país***.

Porque da dissonância entre o esforço que o país vem empreendendo no campo da ciência e os avanços correspondentes na produção científica de relevância – conforme documentado nas seções II e III - e a escassez de resultados no plano da inovação? Porque o limitado impacto dos recursos gastos, tanto direta quanto indiretamente pelo Estado? Que fatores constroem as empresas de não só acompanharem como se aproximarem da fronteira de inovação?

Uma primeira pista se encontra na seção IV, que discute a transformação da produção científica em tecnologia. O país tem uma clara deficiência em engenharia, tanto no plano qualitativo como quantitativo. Esta deficiência se agrava porque recursos humanos de alto desempenho estão represados no governo e longe das empresas. Subjacente está a fragilidade do ensino de matemática e ciência, o que sugere que superar esta barreira no curto e médio prazo iria requerer iniciativas que liberalizem o movimento de certos fatores de produção (tecnológica), particularmente a vinda ao país de pessoas qualificadas. Ao mesmo tempo, coloca-se o imperativo de melhorar o ensino das disciplinas essenciais para uma apreensão científica e minimamente rigorosa do mundo.

Ainda que a engenharia seja a ferramenta que geralmente traduz ciência em objetos, processos, métodos e serviços úteis, o vetor de introdução no mercado de novas tecnologias são as empresas. Os “pés de barro” são em simultâneo as limitações na engenharia e principalmente – como a seção V indica – o isolamento que confrontado pelas empresas. A chave do paradoxo está no fato de que o país ergueu, há décadas, fortes barreiras ao movimento de bens, serviços e fatores; em contraposição, o modo globalmente integrado de produção das inovações e dos bens de alta tecnologia supõe um ambiente “sem fronteiras”, uma ampla mobilidade de recursos humanos e materiais, tanto no plano doméstico quanto internacional.

A seção VI sugere que a menos de uma agenda fortemente modernizadora das políticas públicas – no sentido de remover as cunhas regulatórias, tributárias e administrativas que limitam o movimento de pessoas, bens e serviços – o país continuará a perder terreno no plano da competitividade, principalmente em produtos de alta tecnologia, conforme a seção VII conclusiva.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

II. A Alocação de Recursos em Pesquisa e Desenvolvimento

A medida tradicional do esforço de um país em ciência, tecnologia e inovação, são os gastos efetuados em pesquisa e desenvolvimento (P&D) por governos, instituições e empresas no âmbito de seu território. Em anos recentes, os países compilaram estatísticas que atualmente são comparáveis, de modo que se possa ter uma dimensão razoavelmente precisa do esforço sendo realizado.

O Quadro 3 sintetiza as principais estatísticas de dispêndios nacionais de P&D para o Brasil e um conjunto relevante de economias avançadas (na sua maioria) e emergentes. Vale sublinhar os principais resultados:

- O Brasil se situa num grupo intermédio de países que gastam entre 1 e 2% do PIB em P&D (medidos em PPC – paridade de poder de compra).
- Os dispêndios em termos absolutos (em PPC) não são baixos, se situando acima de países como Canadá, Austrália, Espanha, Suécia, Itália e Suíça, e não muito distantes da Grã-Bretanha.
- Da mesma forma, os dispêndios por pesquisador são significativos (US\$ 187,5 mil), não se afastando excessivamente da média da amostra dos países (US\$ 224,5 mil) ou da mediana (US\$ 202,7 mil).

A primeira conclusão ao se examinar os resultados da compilação é que os recursos direcionados para P&D no país são bastante relevantes, tanto em termos absolutos quanto relativos. Segundo, numa ótica agregada, os valores médios por pesquisador sugerem que – no seu conjunto – estes não parecem enfrentar um ambiente de escassez, havendo uma razoável proporcionalidade entre recursos materiais e humanos. Isto parece ser corroborado pela percepção, particularmente em universidades e institutos de pesquisa, que nos últimos anos, a restrição central para realizar pesquisas e desenvolver novas tecnologias não está no âmbito da disponibilidade de meios materiais. É claro que os dados, exatamente por serem agregados, escondem variações, seja pela natureza e compromisso com o P&D das universidades e institutos, seja ainda pela estratégia das empresas e setor de atuação. É conhecido o fato de que há segmentos que demandam e são P&D intensivos. De qualquer forma, o fato é que – como se verá a seguir – os recursos parecem ter se transmutado em produção científica considerável.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Quadro 3: Dispêndios nacionais em P&D de países selecionado, anos mais recentes.

País	Ano	Dispêndios em P&D	P&D/PIB	P&D per capita	P&D por pesquisador (em equivalência de tempo integral)
		(US\$ milhões correntes em PPC ¹)	Em percentual	(US\$ correntes em PPC por habitante)	(US\$ mil correntes em PPC por pesquisador)
África do Sul	2010	4.021	0,76	80,37	214,8
Alemanha	2012	100.247	2,92	1.223,7	292,5
Argentina	2011	4.592	0,65	112,8	91,2
Austrália	2010	20.469	2,20	912,7	220,9
Áustria	2013	10.817	2,85	1.252	280,0
Bélgica	2012	10.095	2,24	913,2	229,2
Brasil	2011	29.924	1,21	151,9	187,5⁽²⁾
Canadá	2012	24.801	1,73	711,1	157,6
Chile	2010	1.305	0,42	76,3	239,8
China	2012	243.422	1,98	179,8	173,4
Cingapura	2011	6.987	2,23	1.345,7	207,3
Coréia do Sul	2012	65.394	4,36	1.307,8	226,4
Dinamarca	2012	7.138	2,97	1276,8	189,5
Egito	2011	1.015	0,43	12,8	-
Espanha	2012	19.556	1,30	423,6	153,8
Estados Unidos	2012	453.544	2,79	1.443,1	342,5 ⁽³⁾
França	2012	54.680	2,26	835,7	214,0 ⁽³⁾
Holanda	2012	2.912	2,16	934,9	895,6 ⁽³⁾
Hungria	2012	2.912	1,30	293,5	122,1
Irlanda	2012	3.466	1,72	755,1	202,7 ⁽³⁾
Israel	2012	9.735	4,20	1231,4	186,9 ⁽³⁾
Itália	2012	26.321	1,27	432,2	237,5
Japão	2011	151.837	3,34	1.190,4	226,0
Malásia	2011	3.095	1,07	107,6	-
México	2011	8.058	0,43	73,8	174,7
Noruega	2012	15.661	1,65	1.094,4	196,8
Polônia	2010	7.899	0,90	205,0	117,9
Portugal	2012	4.081	1,50	385,8	80,5
Reino Unido	2012	39.110	1,72	613,9	154,8
Rússia	2012	37.854	1,12	264,6	85,4
Suécia	2012	13.899	3,41	1.460,4	282,0
Suíça	2008	10.525	2,87	1.365,0	418,6
Turquia	2011	11.302	0,86	152,8	156,7

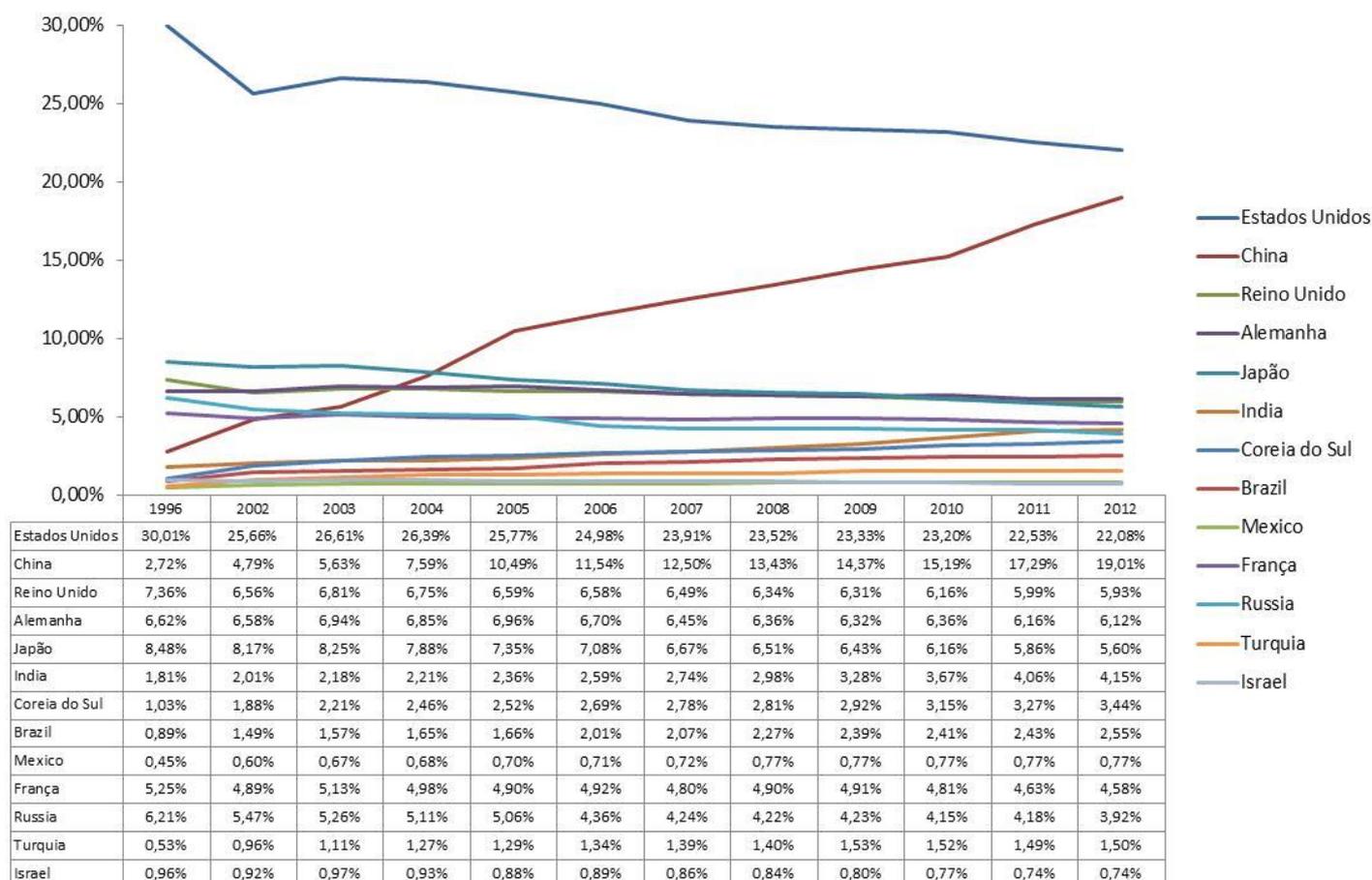
Fontes: OECD e Brasil: Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi), PINTEC (IBGE), MCT. Nota ¹: PPC = Poder de paridade de compra.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

III. Os Resultados em Ciência

O Brasil continua avançando na produção científica. Medida sob a forma de publicações em revistas referenciadas, cujos artigos são filtrados por pareceristas o país passou na última década de um patamar de 1% da produção mundial para cerca de 2,5%, um avanço significativo (Gráfico 4). O peso global da ciência brasileira assim se aproxima da própria economia (da ordem de 3,1%). O salto maior foi dado pela ciência na China, que mais do que quadruplicou sua participação nesses anos, seguido da Índia, enquanto que a trajetória da Coreia do Sul foi similar a do Brasil.

Gráfico 4: Publicação de Artigos Científicos - Países Seleccionados
1996, 2002-2012, Participação no Total



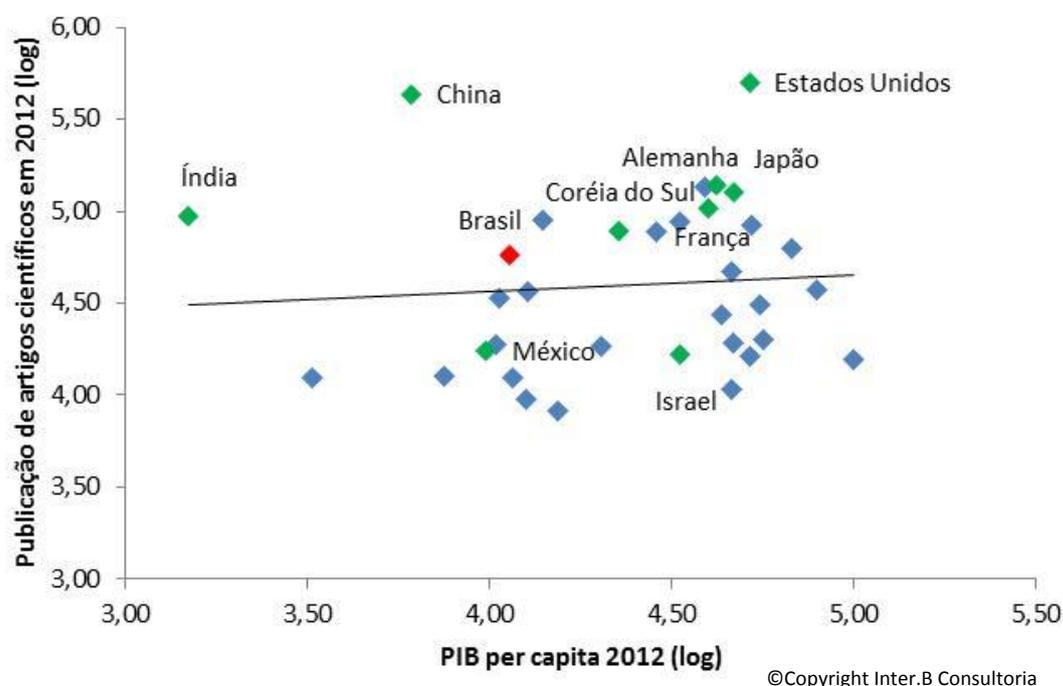
Fonte: SCImagoJournal& Country Rank⁴.

⁴ O SCImagoJournal& 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 “refereedjournals”. Foram considerados artigos científicos todos aqueles artigos citáveis (citablearticles)

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Uma forma alternativa de expressar a importância relativa da produção científica do Brasil globalmente é estabelecer a posição dos países, ajustados para seu nível de PIB ou renda per capita (Gráfico 5). Nesta perspectiva, o país está claramente “acima da curva” que expressa uma relação média entre as duas variáveis. Ainda que haja um viés adverso a países pequenos em termos populacionais (não é por outra razão que Israel, cujo poderio científico é bem estabelecido, está bem abaixo da curva), a posição do Brasil apenas confirma uma trajetória que nos últimos anos levou a uma maior representatividade no plano da ciência.

Gráfico 5: Publicação de Artigos Científicos e PIB per capita
2012- Brasil e Países selecionados⁵.



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

escritos nas seguintes áreas do conhecimento: 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.

⁵Os países selecionados para esse gráfico são os de maior relevância no que diz respeito ao tamanho da economia, e esforço científico e tecnológico: 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.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

É difícil definir uma métrica homogênea que claramente reflita a importância relativa da ciência nacional. O índice se propõe a capturar o efeito escala – número de publicações – e o efeito qualidade, número de citações⁶. O critério de nacionalidade é o da instituição a qual o autor está afiliado.

Com base neste índice, o Quadro 4 apresenta uma comparação internacional do impacto da ciência produzida em diferentes países, e sugere que o Brasil se encontra dentre aqueles cuja ciência tem globalmente um *moderado impacto*, e levemente acima da média global. O índice parece robusto no plano ordinal, com Estados Unidos e China liderando, seguindo de Reino Unido, Alemanha, Japão, França, Canadá e Itália. Esse, o G-8 das ciências.

O índice parece ser igualmente robusto longitudinal ou temporalmente. O Brasil obteve ganhos perceptíveis nos últimos anos, consistente com os demais indicadores. O mesmo se observa com alguns outros países que intensificaram os esforços em educação e ciência, a exemplo não apenas da China e Coreia do Sul, como da Turquia, Cingapura, Portugal, dentre outros⁷.

Assim, da mesma forma que os recursos alocados para P&D não parecem ser escassos, a produção científica decorrente, em quantidade e qualidade (denotado pelo impacto das publicações referenciadas), atingiu no país um patamar significativo. E nesse sentido, a ciência no país não se apresenta como um impedimento para se criar no Brasil as bases tecnológicas da inovação.

Qual conseqüentemente é o impeditivo de se utilizar o potencial científico do país? Na seção que segue, discutem-se as bases para a transformação da ciência em tecnologia – fundamentalmente os recursos de engenharia - e em que medida sua escassez constitui numa efetiva barreira.

⁶O 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 SCImagoJournal& Country Rank.

⁷ Para dar atualidade e obter maior precisão na construção do índice, elege-se como último ano 2010, na medida em que as citações são compiladas no ano da publicação e nos três anos seguintes (nesse caso, 2011 e 2012, este o último ano disponível).

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Quadro 4: O Impacto das publicações científicas de acordo com a origem nacional das instituições ao que os pesquisadores estão afiliados, 1996, 2001, 2010

<i>País</i>	<i>1996</i>	<i>2001</i>	<i>2010</i>
Estados Unidos	36,18	36,30	35,58
China	22,27	25,32	31,30
Reino Unido	29,77	30,06	29,99
Alemanha	29,17	29,93	29,96
Japão	29,22	29,92	28,62
França	27,89	28,30	28,40
Canadá	26,86	26,72	27,61
Itália	26,00	26,60	27,42
Espanha	23,74	24,83	26,66
Austrália	24,04	24,64	25,99
Índia	21,89	22,81	25,87
Coréia do Sul	19,80	22,77	25,79
Holanda	24,35	24,62	25,47
Suíça	23,11	23,52	24,45
Brasil	19,25	21,18	23,80
<i>Média Global</i>	<i>21,20</i>	<i>22,17</i>	<i>23,61</i>
Suécia	21,14	23,69	23,49
Bélgica	21,31	21,81	22,94
Rússia	23,23	23,34	22,33
Polônia	19,97	20,98	22,12
Turquia	16,94	19,19	21,92
Dinamarca	20,26	20,99	21,63
Áustria	19,78	20,55	21,58
Israel	20,89	21,40	20,86
Singapura	15,54	17,99	20,72
Noruega	18,49	19,07	20,22
Portugal	15,15	17,23	20,17
México	16,93	18,26	19,69
Irlanda	15,56	16,92	19,41
Argentina	16,54	17,66	18,77
África do Sul	16,55	16,89	18,72
Malásia	11,60	12,47	18,34
Hungria	16,93	17,78	18,04
Egito	14,73	15,19	17,71
Chile	13,86	14,92	17,00

Fonte de dados primários: SCImagoJournaland Country Rank. Elaboração e construção: © Inter.B Consultoria.

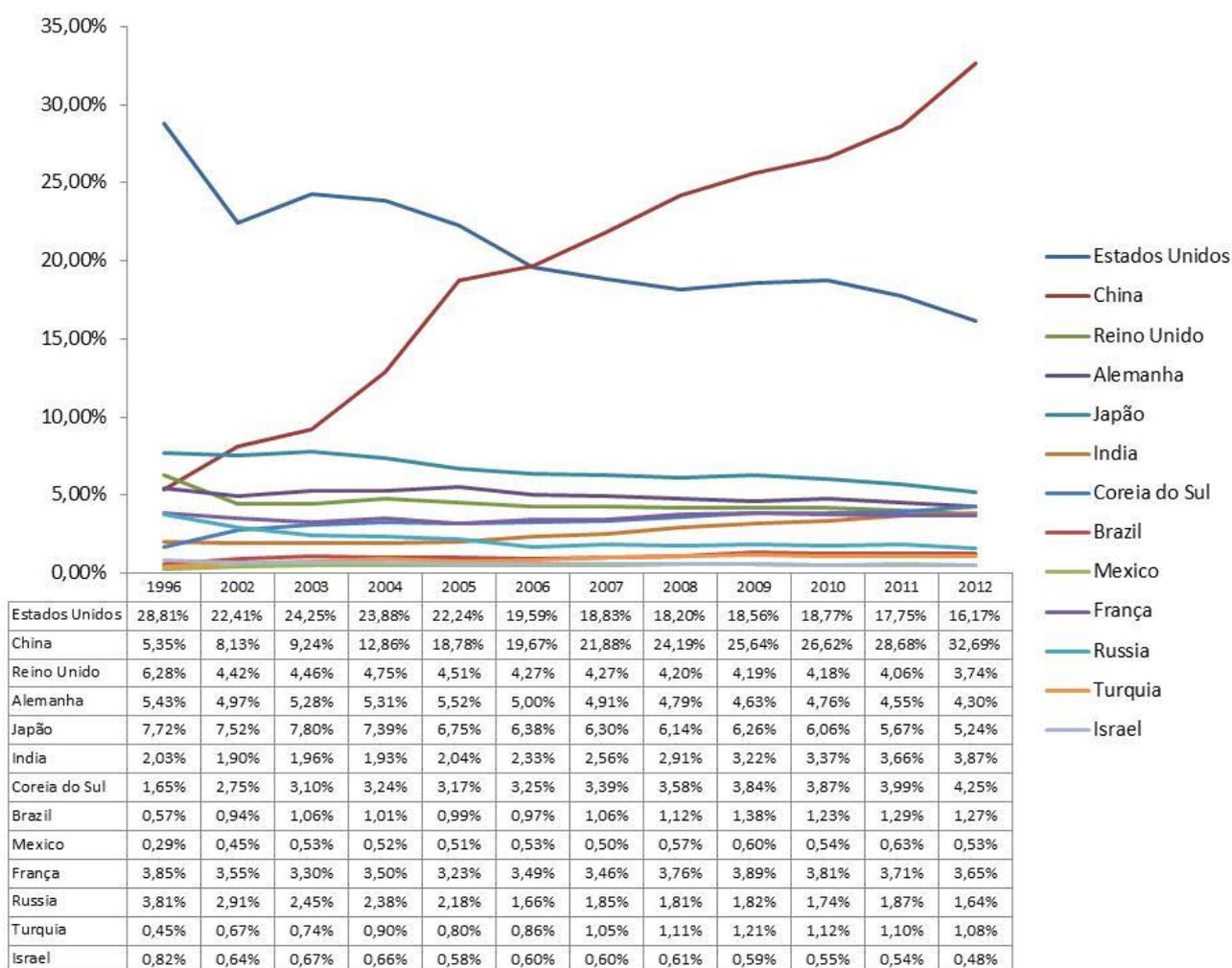
Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

IV. A transformação da Ciência em Tecnologia

A criação de novos produtos, processos, métodos e rotinas dependem em grande medida da capacidade de engenharia dos países. Mais além da China, o Brasil, assim como Coréia do Sul, México e Turquia, avançaram na produção de artigos científicos em engenharia, o que reflete crescente competência na área (Gráfico 6). Contudo, em contraposição ao avanço observado para o conjunto das disciplinas científicas, no caso do Brasil, os ganhos na área de engenharia foram menos acentuados na última década e meia (a participação do país evoluiu de 0,6% a 1,3% do total).

Gráfico 6: Publicação de Artigos Científicos em Engenharia – Brasil e Países Selecionados

1996, 2002-2012, Participação no Total



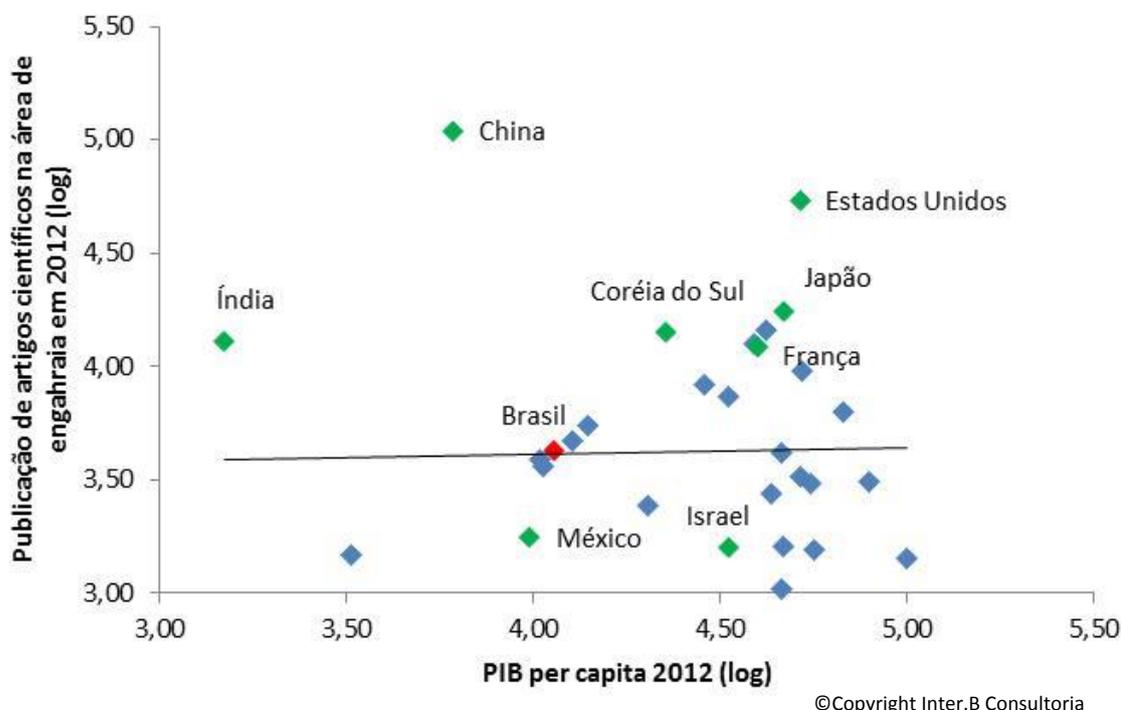
Fonte: SCImagoJournal& Country Rank. Elaboração Inter.B Consultoria.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

A relativa dissonância da engenharia frente ao avanço do conjunto das ciências também pode ser evidenciada ao se associar o PIB per capita especificamente com a produção de artigos na área (Gráfico 7). Neste caso, o Brasil não difere da média dos países, sendo um “ponto em cima da curva”. Contudo, salta aos olhos o fato de países emergentes inovadores (China, Índia, Coréia do Sul) se encontrarem sistematicamente acima da curva. Mesmo considerando o efeito escala (que favoreceria a China e a Índia, mas não a Coréia do Sul), há uma diferença desproporcional frente ao Brasil (pois que as medidas de produção estão em base logarítmica). Ao mesmo tempo, se os estudos de engenharia no país não estão no seu conjunto na fronteira, ainda assim não se pode afirmar que é a fragilidade da engenharia nacional *de ponta* que está travando a transformação de ciência em tecnologia no país. E não apenas pela quantidade de artigos publicados, mas também no que diz respeito à qualidade da produção científica, em que a engenharia tem no país um papel de relevância, ainda que numa dimensão menos do que as ciências da vida e a agricultura.

Gráfico 7: Publicação de Artigos Científicos na área de Engenharia e PIB per capita

2012- Brasil e Países selecionados⁸.



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

⁸Ver Nota 3.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

De fato, a qualidade do que é produzido em termos de engenharia - e seu impacto, de novo medido pelas métricas de citação - se encontra imediatamente abaixo das disciplinas que definem a excelência científica no país (a exemplo de agricultura tropical, medicina e ciências da vida na área infecciosa e parasitária).

A ciência brasileira – no sentido lato, inclusive as ciências sociais e humanas – é fortemente diferenciada quanto ao seu impacto (Quadro 5). Para fins classificatórios, dividimos as diferentes áreas em quartis, de acordo com o índice de impacto, que variou em 2011 de 3,03 a 14,51, sendo a maioria das áreas posicionadas no terceiro e quarto quartis, ou seja, denotando menor peso.

- No topo da ciência brasileira encontram-se a medicina e agricultura, áreas “aplicadas”, seguidas de bioquímica e genética.
- No segundo quartil, ciências básicas como física e química, imunologia, e áreas como engenharia, ciências ambientais e materiais.
- No terceiro quartil engenharia química, matemática e computação, além de odontologia e veterinária, dentre outras.
- No último quartil, determinadas ciências sociais e humanas, além de psicologia e enfermagem.

Ainda que imperfeita essa divisão sugere o status das diferentes áreas e disciplinas no país. É claro que, mesmo áreas de baixo impacto, têm instituições de primeira linha em pesquisa (e ensino), mas com massa crítica limitada. As áreas mais significativas são – por construção – aquelas que simultaneamente produzem muito e tem a produção fortemente citada por outros cientistas. E nesse sentido, parece que o potencial científico do país se encontra nas ciências da vida e agricultura.

No caso específico da engenharia, esta se encontra ao final do segundo quartil, com exceção da engenharia química, no terceiro. Esse não é um desempenho brilhante, mas se posiciona na média da ciência no Brasil.

O problema é que a possibilidade de transformação de descobertas científicas em objetos, processos e serviços úteis depende não apenas dos esforços de grupos de pesquisa em engenharia de ponta, cuja métrica de desempenho – aqui utilizada – foi a produção de artigos nas engenharias e seu impacto. Depende pelo menos igualmente da disponibilidade de uma **massa crítica** de engenheiros

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

capazes de atuar sobre as descobertas científicas, transformar conceitos em protótipos de produtos ou modelos de processos, dar aos primeiros utilidade e a estes últimos escalabilidade, e finalmente a todos economicidade.

Quadro 5: O Impacto das publicações científicas no Brasil por área de publicação⁹
2012

Área de Publicação	Quartil	Índice de Impacto©
Medicina	1º	14,51
Agricultura	1º	12,15
Física	1º	12,09
Bioquímica e Genética	1º	11,81
Imunologia	2º	9,67
Química	2º	9,32
Matemática	2º	9,04
Ciências ambientais	2º	8,94
Engenharia	2º	8,83
Farmacologia	3º	8,46
Ciência dos materiais	3º	8,25
Ciência planetária	3º	8,17
Neurociência	3º	7,68
Computação	3º	7,67
Engenharia Química	3º	7,62
Multidisciplinar	3º	7,27
Ciências sociais	3º	7,12
Odontologia	3º	6,90
Veterinária	3º	6,15
Energia	4º	5,37
Psicologia	4º	5,23
Enfermagem	4º	5,08
Profissões da Saúde	4º	4,40
Ciência das decisões	4º	4,36
Administração	4º	4,28
Artes e Humanas	4º	3,10
Economia	4º	3,03

Dados primários: SCImago Journal and Country Rank. Elaboração e construção: Inter.B Consultoria.

⁹O 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) utilizando como fonte primária a base de dados do SCImagoJournal& Country Rank. No caso do Quadro 5, diferentemente do Quadro 4, foi calculado um índice para todas as áreas de estudo, desde as ciências duras e engenharias, até as ciências humanas e artes.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Ao se falar em *massa crítica*, no topo da pirâmide se encontra os engenheiros com mestrado e doutorado. Nos anos 2000-2011, o número de engenheiros no país que obtiveram o título de mestre e doutor praticamente dobrou (Quadro 6). Porém, em termos relativos, o Brasil permanece abaixo de países como o Chile, México, EUA e Portugal (este, uma espécie de “ponto fora da curva” – ver Quadro 7).

Quadro 6: Engenheiros com mestrado e doutorado, Brasil e países selecionados 2000-2011, para anos disponíveis, números absolutos

País	Pós Graduação	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Argentina	Mestrado	81	-	-	-	139	124	107	81	81	104	147	-
	Doutorado	22	-	-	-	40	52	45	48	64	68	123	-
Brasil	Mestrado	2.693	2.728	3.179	3.785	4.095	4.606	4.568	4.454	4.697	4.974	4.851	5.324
	Doutorado	691	750	779	994	1.006	1.064	1.095	1.184	1.222	1.284	1.196	1.346
Chile	Mestrado	105	196	123	165	267	256	307	457	409	714	670	665
	Doutorado	5	10	15	13	22	24	21	38	67	54	55	98
EUA	Mestrado	31.573	25.188	24.848	28.138	32.502	32.478	30.832	29.310	31.523	-	-	-
	Doutorado	5533	5510	5081	5281	5777	6427	7185	7744	7862	-	-	-
México	Mestrado	2.919	3.136	3.476	4.025	5.020	4.590	3.869	4.005	4.060	4.085	4.405	4.940
	Doutorado	130	238	266	264	439	371	409	445	484	467	434	393
Portugal	Mestrado	356	305	361	370	344	377	453	1221	3408	4469	5216	5330
	Doutorado	182	152	186	203	233	255	217	260	314	298	321	335

Quadro 7: Engenheiros com mestrado e doutorado, Brasil e países selecionados 2000-2011, para anos disponíveis, por 100 mil habitantes

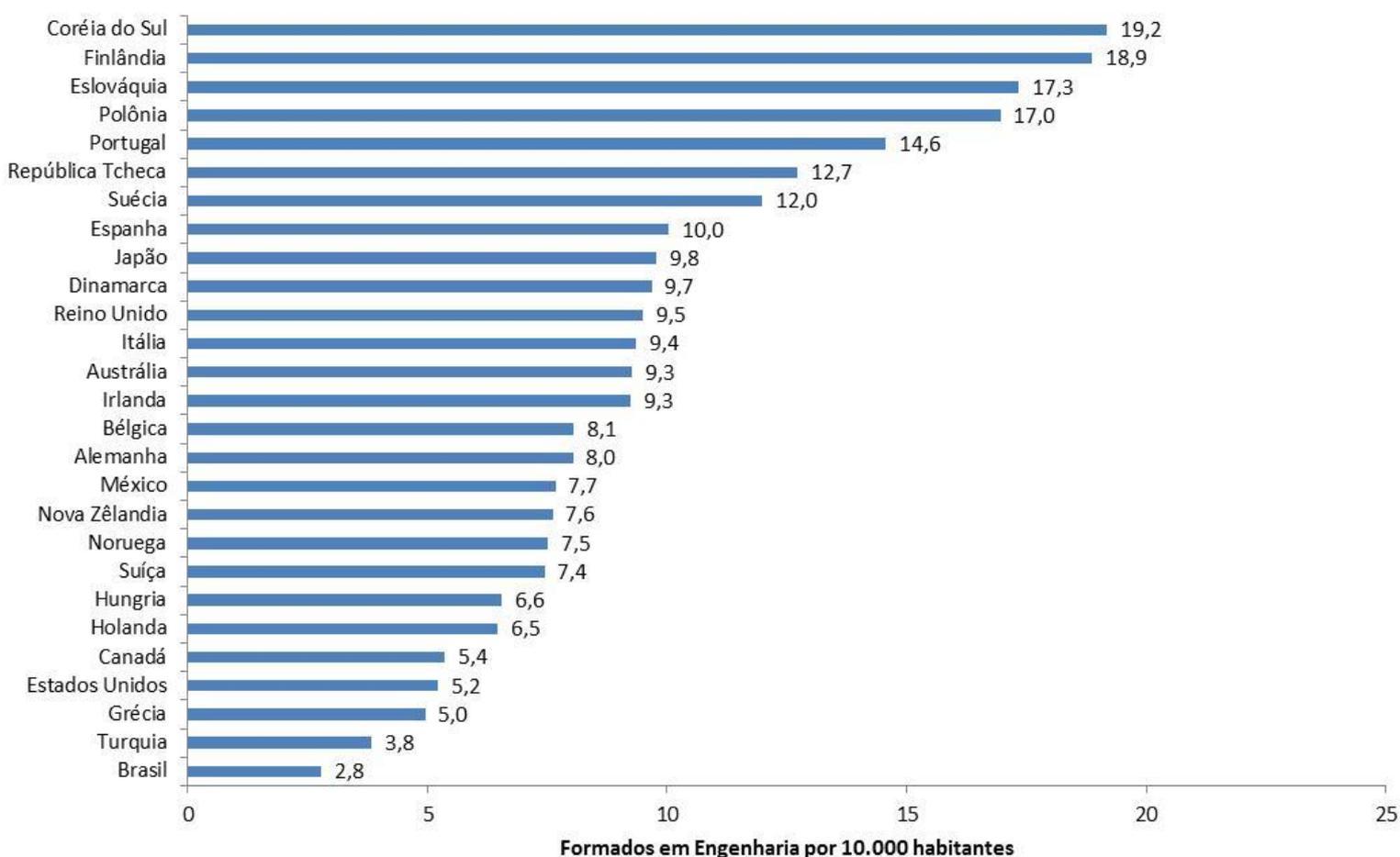
País	Pós Graduação	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Argentina	Mestrado	0,02	-	-	-	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,04	-
	Doutorado	0,01	-	-	-	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	-
Brasil	Mestrado	0,15	0,15	0,18	0,21	0,22	0,25	0,24	0,23	0,24	0,26	0,25	0,27
	Doutorado	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07
Chile	Mestrado	0,07	0,13	0,08	0,10	0,17	0,16	0,19	0,27	0,24	0,42	0,39	0,38
	Doutorado	0,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,04	0,03	0,03	0,06
EUA	Mestrado	1,12	0,88	0,86	0,97	1,11	1,10	1,03	0,97	1,04	-	-	-
	Doutorado	0,20	0,19	0,18	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,26	-	-	-
México	Mestrado	0,28	0,30	0,33	0,37	0,46	0,41	0,35	0,35	0,35	0,35	0,37	0,41
	Doutorado	0,01	0,02	0,02	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03
Portugal	Mestrado	0,35	0,30	0,35	0,35	0,33	0,36	0,43	1,15	3,21	4,20	4,90	5,05
	Doutorado	0,18	0,15	0,18	0,19	0,22	0,24	0,21	0,25	0,30	0,28	0,30	0,32

Fonte dos Quadros 6 e 7: Rede de indicadores de ciência e tecnologia ibero-americana e Interamericana, Engenharia Data, Banco Mundial.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

A fragilidade do país também se encontra na base da pirâmide. Uma comparação do Brasil com países da OCDE nos coloca numa posição bastante desfavorável. Em relação às economias maduras, por exemplo, forma-se entre um terço e um quarto de engenheiros no país (por 10.000 habitantes); e frente às economias cujo motor é a inovação – a exemplo da Finlândia e Coréia do Sul – essa proporção chega a ser de abaixo de um sexto (Gráfico 8).

Gráfico 8: Formados em Engenharia, Brasil e países selecionados
2011 ou ano mais recente, Formados no ano por 10.000 habitantes



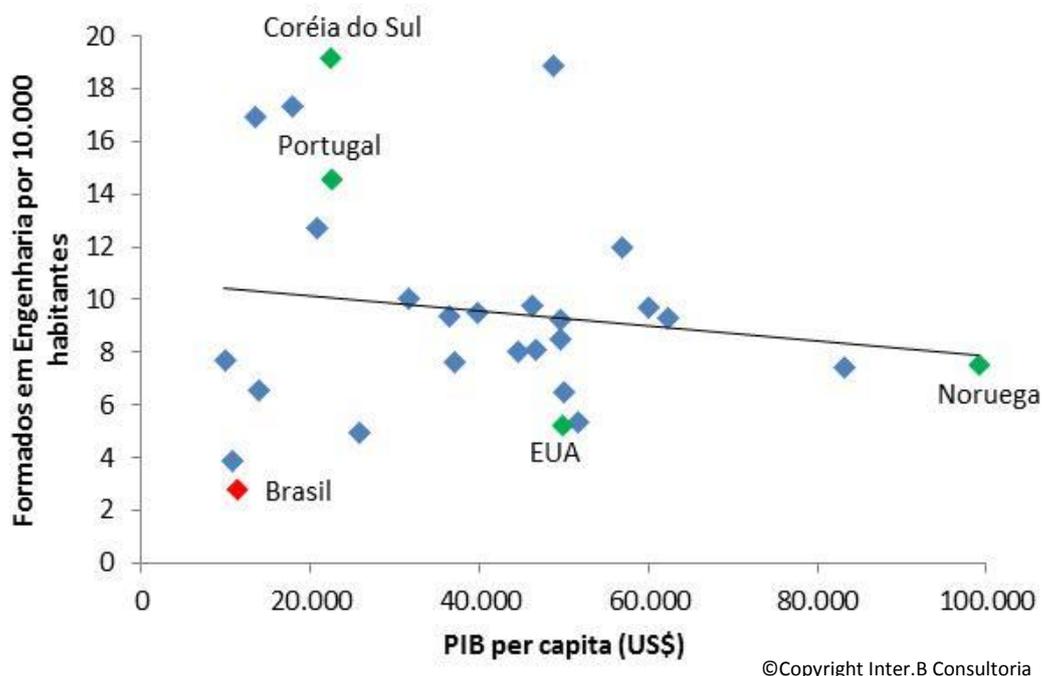
Fonte: OECD, Censo de ensino Superior, INEP. Elaboração: Observatório da Inovação e Competitividade.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

O Gráfico 9 estabelece uma forma distinta de apresentar o problema. Para o nível de renda per capita do país, o Brasil é um ponto fora da curva. A inclinação negativa da reta de ajuste (por mínimos quadrados) se justifica na medida em que países com elevada renda per capita e pós-industriais demandariam relativamente menos engenharia.

Gráfico 9: Formados em Engenharia e Renda per Capita (US\$), Brasil e Países Seleccionados¹⁰

2011 e 2012 (Brasil)



Fonte: OECD, Banco Mundial. Elaboração própria

¹⁰Foram seleccionados os mesmos países listados no Gráfico 8.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Essa discussão parece sugerir que a transformação de ciência em tecnologia encontra um *primeiro obstáculo efetivamente relevante* numa uma relativa *escassez de engenheiros*. Essa escassez tem na realidade três vertentes: preparo insuficiente em ciência e matemática no ensino secundário, como se verá a seguir; currículos e programas defasados, que afeta a oferta e qualidade dos engenheiros, causa apontada em recente trabalho da CNI¹¹; e a concentração dos recursos mais qualificados – e não apenas de engenheiros - no setor público não empresarial.

O Brasil, conforme visto, forma um número relativamente limitado de engenheiros, muito abaixo dos países da OCDE. Uma das razões centrais diz respeito à qualidade da educação em matemática e ciência, ainda que haja outros fatores intervenientes, inclusive de natureza cultural que afeta a escolha de carreiras.

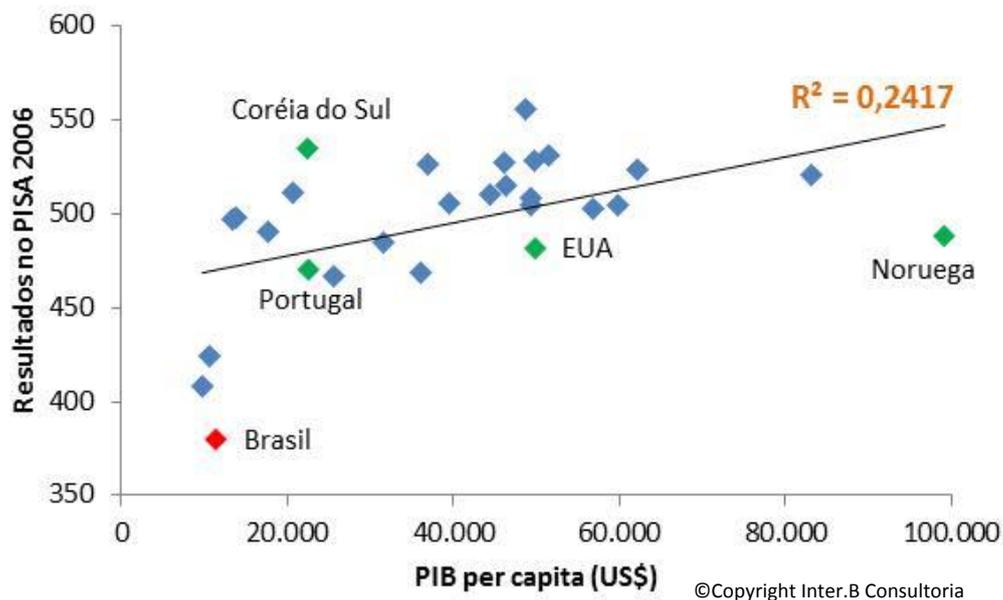
Mesmo que nem sempre países que têm desempenho superior em matemática e ciência apresentem elevadas taxas de formandos em engenharia e vice-versa, sem dúvida para um número significativo de países este é o caso. Uma indicação seria a correlação (de Spearman) entre as variáveis, isto é, entre as taxas de formandos (em engenharia por 10.000 habitantes) e os resultados de exames padronizados em matemática e ciência - para os resultados do exame PISA de 2006, os coeficientes são 0,45 e 0,40; e 0,44 e 0,43 para o PISA 2009.

Os Gráficos 10 e 11 sugerem, primeiro uma ligação entre renda per capita e o resultado médio dos exames de ciência e matemática; e segundo entre esses resultados e a taxa de formando em engenharia. Se para um número expressivo de países há uma forte aderência, no caso do Brasil o país é um *outlier*. Para os níveis de renda per capita do país, tanto os níveis de conhecimento em ciência e matemática são muito baixos, como o são a taxa de formando em engenharia. Ainda que é bem sabido que correlação não é o mesmo que causalidade, é altamente provável que num país como Brasil – com excesso de demanda de engenheiros – a resposta no plano da oferta esteja limitada pela qualidade dos estudantes que se graduam no ensino médio (além dos problemas inerentes ao ensino superior no país).

¹¹A modernização dos currículos de engenharia se torna central para assegurar uma oferta elástica e qualificada de recursos humanos para a inovação. Ver Confederação Nacional da Indústria, Mapa Estratégico da Indústria 2013-22, Brasília, 2013.

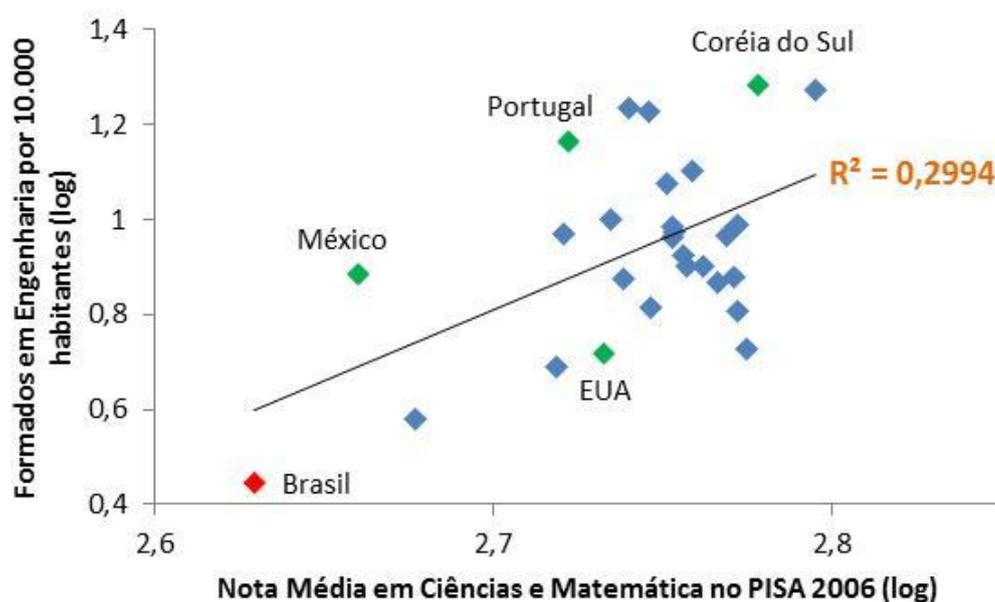
Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Gráfico 10: Resultados do PISA 2006 e Renda per Capita (US\$), Brasil e Países Selecionados



Fonte: OECD, Banco Mundial. Elaboração própria.

Gráfico 11: Formados em Engenharia por 10.000 habitantes e Nota Média em Ciências e Matemática no PISA 2006
Brasil e Países Selecionados



Fonte: OECD, Censo de ensino Superior, INEP, Observatório da Inovação e Competitividade. Elaboração própria.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

O quadro de escassez de engenheiros na base se vê agravado pelo fato de que dentre aqueles com formação mais avançada (inclusive pesquisadores), uma elevada proporção está longe das empresas (Quadros 8 e 9). De fato, apenas cerca de 30% dos mestres e 15% dos doutores titulados em 2009 e 2006, respectivamente, estão nas empresas públicas e privadas – que seriam os vetores capazes de traduzir tecnologia em inovação.

Nesse sentido, o paradoxo da inovação no país tem uma *segunda pista*: sem recursos humanos qualificados *nas empresas*, os resultados da transmutação da ciência em tecnologia – sob a forma de produtos e processos - permanecem distante do mercado. E frente ao tempo que se necessita para formar esses recursos, o país continuaria a ter dificuldades de expressar seu potencial tecnológico ainda por muitos anos.

Mais: na medida em que são as empresas os vetores da inovação, as políticas públicas mais eficazes seriam aquelas voltadas a facilitar a mobilidade instituição-empresa; e as direcionadas à vinda de engenheiros e pesquisadores de outros países, neste caso uma operação que demandaria uma mudança significativa na legislação que rege a entrada de estrangeiros para trabalhar no país¹².

¹²Vale notar que 46% dos profissionais das empresas de tecnologia do Vale do Silício são estrangeiros, como o são metade dos líderes empresariais de start-ups, provocando uma corrida por esses recursos (onde estiverem), e pressão para liberalizar a legislação de imigração dos EUA. Ver [Globo](#), 17.03.2014.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Quadro 8: 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 9: 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: Ver Quadro 8

V. Decifrando o Paradoxo

Ciência, tecnologia e inovação estão ligadas por um conjunto de elos. Se o país não se caracteriza por ser um forte inovador, nem tampouco por se aproximar ou redefinir a fronteira de alta tecnologia, com pouquíssimas exceções, alguns destes elos ou estão rompidos ou são particularmente frágeis.

Ainda que a engenharia brasileira produza menos e esteja mais distante da fronteira do que áreas outras relevantes como ciências da vida e agricultura, ela ocupa um lugar relativamente elevado em termos de impacto da produção acadêmica, uma indicação da existência (em potência) de uma engenharia de ponta. Contudo, como apontado acima, há algo fora do lugar: *não só o país ainda forma relativamente poucos engenheiros, como a massa crítica capaz de transformar ciência em tecnologia – conjunto de pesquisadores, engenheiros e tecnólogos – se encontra distante das empresas, enquanto vetores de inovação*. Em simultâneo, essa escassez cobra um preço sob a forma de custos mais elevados de se fazer P&D, dificultando ou inviabilizando projetos que de outra forma poderiam ser atraentes.

Ao mesmo tempo, vale sublinhar que a escassez de engenheiros é *uma* dimensão relevante para explicar o baixo desempenho inovador, *mas não única* (e nem possivelmente a mais importante). O processo de inovação no sentido de transformar invenções (patenteáveis ou não) em objetos úteis e de ampla aceitação no mercado, não depende apenas da competência em engenharia ou mesmo de seu custo. Depende acima de tudo dos *esforços das empresas*, dos incentivos econômicos que têm para inovar (no qual o custo da inovação é um dos fatores, por suposto) e das barreiras que enfrentam, seja para se conectarem com os centros de produção científica no país; seja para cooperarem globalmente na busca de inovações e novos mercados; seja ainda para garantir tempestivamente os direitos de propriedade associados à introdução de novos produtos e processos. São esses fatores que explicam a ainda limitada participação das empresas nos esforços de P&D.

Na realidade, estes não têm sido esforços triviais. Ainda que cerca de 54% dos dispêndios em P&D são efetivados pelo governo e instituições de ensino (Quadro 10), esse fato pode ser lido de formas opostas. Por um lado, sugere que o governo permanece com o principal elemento de execução dos recursos de P&D no país. Por outro, indica que as empresas (inclusive as controladas pelo governo, a exemplo da Petrobrás), são responsáveis por praticamente a metade do esforço

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

em P&D; e que seus dispêndios por pesquisador (US\$ 273,3 mil em PPC para 2010) estão significativamente acima da média (Quadro 3).

Quadro 10: Brasil: Distribuição dos dispêndios nacionais em P&D, segundo setor de financiamento 2000-2011

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

Setor	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Empresas	5.575	5.797	5.863	5.736	5.942	7.423	8.247	9.259	10.097	10.808	11.514	12.530
Governo e Instituições de Ensino	6.887	7.428	7.164	7.352	7.415	7.949	8.872	11.046	12.112	12.561	13.827	15.106
Total	12.462	13.225	13.027	13.088	13.357	15.372	17.119	20.305	22.209	23.369	25.341	27.636
Empresas	0,46	0,46	0,44	0,42	0,40	0,47	0,49	0,50	0,50	0,54	0,53	0,55
Governo e Instituições de Ensino	0,56	0,58	0,54	0,54	0,50	0,50	0,52	0,60	0,61	0,63	0,63	0,66
Total	1,02	1,04	0,98	0,96	0,90	0,97	1,01	1,10	1,11	1,17	1,16	1,21
% Empresas no Total	45,1	44,2	44,9	43,8	44,4	48,5	48,5	45,5	45,5	46,2	45,7	45,5

Fontes: OECD e Brasil: Sistema Integrado de Administração Financeira do Governo Federal (Siafi), PINTEC (IBGE), MCT.

Contudo, uma vista mais detida mostra que a participação empresarial está praticamente estagnada na década de 2000-11, tendo se mantido praticamente em torno de 45%, com exceção dos anos 2005-06 quando chegou a 48% do total de dispêndios. Em economias emergentes com grande dinamismo inovador, esta proporção se aproxima de 80%, a exemplo de China e Coréia do Sul, chegando em Israel a 84,5% (Quadros 11 e 12). Nesses casos não apenas as empresas fazem parte de “ecossistemas” que incentivam e premiam a atividade inovadora. Na realidade, a inovação nessas economias se tornou a forma das empresas se diferenciarem, pois operam em mercados cada vez mais abertos e competitivos. As empresas são premidas a inovar; a estratégia empresarial é moldada por esse imperativo. E assim o são as políticas públicas.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Quadro 11: Distribuição dos dispêndios em P&D, segundo categoria 2012 ou ano mais recente disponível, US\$ milhões correntes de PPC

País	Ano	Dispêndios em P&D US\$ milhões correntes em PPC				
		Governo	Empresas	Ensino Superior	Entidades sem fim lucrativo	Total
África do Sul	2010	915	1.997	1.077	32	4.021
Alemanha	2011	14.811	67.083	18.353	-	100.245
Argentina	2011	1.941	1.131	1.443	76	4.592
Austrália	2010	2.544	11.956	5.446	522	20.469
Áustria	2012	542	7.258	2.699	52	10.550
Bélgica	2012	842	6.843	2.337	91	10.095
Brasil	2011	7.423	12.530	7.682	-	27.636
Canadá	2012	2.244	12.965	9.492	100	24.801
Chile	2010	110	505	399	292	1.305
China	2012	39.606	185.366	18.450	-	243.422
Cingapura	2011	711	4.342	1.934	-	6.987
Coréia do Sul	2011	7.670	50.049	6.598	1.077	65.388
Dinamarca	2012	158	4.687	2.268	27	7.138
Espanha	2012	3.733	10.360	5.426	37	19.556
Estados Unidos	2012	55.853	316.700	62.723	18.268	453.544
França	2012	7.503	35.101	11.395	680	54.680
Holanda	2012	1.681	8.865	5.116	-	15.661
Hungria	2012	421	1.911	536	44	2.912
Irlanda	2012	162	2.406	898	0,14	3.466
Israel	2012	179	8.221	1.224	111	9.735
Itália	2012	3.614	14.349	7.533	824	26.321
Japão	2011	12.717	116.858	20.059	2.203	151.837
México	2011	2.455	3.143	2.330	129	8.058
Noruega	2012	900	2.876	1.716	-	5.493
Polônia	2012	2.209	2.939	2.720	31	7.899
Portugal	2012	265	1.919	1.578	319	4.081
Reino Unido	2012	3.222	24.805	10.361	722	39.110
Rússia	2012	12.184	22.083	3.518	69	37.854
Suécia	2012	668	9.422	3.769	41	13.899
Suíça	2008	77	7.736	2.544	168	10.525
Turquia	2011	1.280	4.881	5.141	-	11.302

Fonte: OECD, MCT.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Quadro 12: Distribuição dos dispêndios em P&D, segundo categoria
2012 ou ano mais recente disponível, em Porcentagem do Total

País	Ano	Dispêndios em P&D US\$ milhões correntes em PPC e % do Total				
		Governo (% do Total)	Empresas (% do Total)	Ensino Superior (% do Total)	Entidades sem fim lucrativo (% do Total)	Total US\$ milhões correntes em PPC
África do Sul	2010	22,75	49,66	26,78	0,80	4.021
Alemanha	2011	14,77	66,92	18,31	-	100.245
Argentina	2011	42,47	24,63	31,44	1,66	4.592
Austrália	2010	12,43	58,41	26,61	2,55	20.469
Áustria	2012	5,14	68,78	25,59	0,49	10.550
Bélgica	2012	8,16	67,78	23,15	0,90	10.095
Brasil	2011	26,86	45,34	27,80	-	27.636
Canadá	2012	9,05	52,28	38,27	0,40	24.801
Chile	2010	8,41	38,69	30,56	22,34	1.305
China	2012	16,27	76,15	7,58	-	243.422
Cingapura	2011	10,18	62,14	27,68	-	6.987
Coréia do Sul	2011	11,73	76,53	10,09	1,65	65.388
Dinamarca	2012	2,20	65,66	31,77	0,37	7.138
Espanha	2012	19,09	52,98	27,75	0,19	19.556
Estados Unidos	2012	12,31	69,83	13,83	4,03	453.544
França	2012	13,72	64,19	20,84	1,24	54.680
Holanda	2012	10,73	56,60	32,66	-	15.661
Hungria	2012	14,44	65,63	18,41	1,52	2.912
Irlanda	2012	4,67	69,42	25,91	0,01	3.466
Israel	2012	1,84	84,45	12,57	1,14	9.735
Itália	2012	13,73	54,52	28,62	3,13	26.321
Japão	2011	8,38	76,96	13,21	1,45	151.837
México	2011	30,47	39,01	28,91	1,61	8.058
Noruega	2012	16,39	52,37	31,24	-	5.493
Polônia	2012	27,96	37,21	34,43	0,39	7.899
Portugal	2012	6,50	47,01	38,66	7,82	4.081
Reino Unido	2012	8,24	63,42	26,49	1,84	39.110
Rússia	2012	32,19	58,34	9,29	0,18	37.854
Suécia	2012	4,80	67,79	27,12	0,29	13.899
Suiça	2008	0,74	73,50	24,17	1,60	10.525
Turquia	2011	11,33	43,19	45,48	-	11.302

Fonte: OECD, MCT.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

A investigação objeto deste trabalho até o momento identificou a escassez de engenheiros (e pesquisadores) como um inibidor à atividade inovadora, por conta da baixa elasticidade de oferta desse tipo de recurso, sendo aqueles de alto desempenho represados fora das empresas, geralmente em instituições de Estado. Contudo, e conforme já sugerido, esse fato explica a dificuldade das empresas inovadoras em mobilizarem os recursos humanos necessários para transformar conceitos e descobertas em produtos. Mas será que essa restrição é a que efetivamente inibe a atividade inovadora no país?

Sabemos que é importante; mas quão importante? De acordo com a PINTEC, 81,7% das empresas industriais apontaram o custo elevado como principal problema para investir em inovação, e 72,5% a falta de pessoal qualificado, fator de importância crescente, enquanto que 63,1% indicaram escassez de fontes de financiamento.

Sucessivos governos tentaram operar uma mudança na trajetória das empresas reduzindo o custo da inovação, tanto por meio de incentivos fiscais quanto financeiros. Seria muito difícil argumentar que ainda há escassez de financiamento a custo competitivo à inovação. Pelo contrário, as principais agências de governo – BNDES e FINEP - têm sido nos três últimos anos pródigas em oferecer financiamento em bases extremamente atraentes¹³. E com a Lei do Bem, de Dezembro de 2006, o risco e o custo da inovação foram reduzidos para um conjunto significativo de empresas, pelo usufruto automático e desburocratizado de deduções do imposto de renda (para empresas que investem em P&D e declaram pelo lucro real); e pelo mecanismo da subvenção econômica (ainda que esta não alcance as companhias de capital aberto, mesmo as PMEs). Nada disso, contudo, levou a um salto no plano da inovação.

A razão básica é que essas medidas contribuem para estimular a inovação, mas não tocam na questão de fundo: as empresas no Brasil ainda se encontram em sua absoluta maioria distantes de seus pares tanto para competir como para

¹³O BNDES conta com mais de 40 programas, produtos e fundos de apoio a inovação. Desde 2011, o BNDES e FINEP participam do Plano Inova Empresa, que apoia projetos em setores considerados estratégicos para o Governo Federal, como defesa, agricultura, energia, óleo e gás, saúde, sustentabilidade, telecomunicações e suco-energético. As linhas de financiamento do Plano Inova Empresa contam com mais de R\$ 15 bilhões para o período 2014 – 2018. Em 2011 foi desembolsado um total de R\$ 3,8 bilhões pelos dois maiores financiadores de inovação do país: cerca de R\$ 1,8 bilhões pelo Finep e R\$ 2 bilhões pelo BNDES.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

cooperar. Este o fato central: isoladas do fluxo de informação tecnológica e de mercado por cunhas fiscais, barreiras administrativas e regulatórias, e uma cultura autárquica, as empresas têm poucos incentivos a inovar. E aquelas que o fazem, enfrentam múltiplos obstáculos para acessar e reter recursos humanos qualificados, ter seus esforços protegidos, e operar num ambiente de negócios comparável ao dos seus pares.

Pode-se postular que a maior parte das empresas no Brasil não vive em “berço esplêndido”. Porém dada a adversidade do ambiente de negócios no país e sua baixa competitividade, muitas continuam como demandantes de proteção e outras formas de auxílio. Em certa medida é o pior dos mundos. Sem possibilidade de competir, requerem apoio do Estado; e o Estado constitui uma redoma que as isola ainda mais das forças e fluxos (de informação, recursos, mercados) que moldam o ambiente competitivo, e os incentivos que impulsionam as empresas a inovar.

As dificuldades não são triviais. O Brasil é um país “caro” (seja pelo alto custo unitário do trabalho, elevada carga tributária ou ainda má qualidade dos serviços de infraestrutura); complexo para se operar (tanto no plano regulatório quanto tributário); e onde um véu de incertezas macroeconômicas contribui – com os demais fatores - para retirar os incentivos econômicos à inovação.

A questão básica para um melhor desenho de políticas públicas parece ser uma compreensão limitada do que se constituem os incentivos à inovação e como se dá o processo inovador. A menos de casos idiossincráticos, de empresários schumpeterianos que criam novas indústrias à frente da demanda, *o incentivo econômico à inovação é dado pela perspectiva de que para sobreviver e crescer, a empresa necessita se diferenciar frente aos seus competidores no mercado.* Este, quanto mais aberto, maiores são as forças que impelem as empresas a inovar.

Mas para inovar, as empresas necessitam de *regras, instituições e políticas que estimulem a inovação e facilitem o acesso aos recursos humanos e físicos, à informação e a mercados.* **A inovação não tem fronteiras.** O processo se beneficia dos esforços coletivos e de recursos humanos, ferramentas e insumos oriundos do país e globalmente. Nesse sentido, o acesso ao conhecimento – codificado ou tácito – e corporificado em bens (máquinas, equipamentos, insumos) ou serviços (providos por empresas ou indivíduos), é essencial.

VI. A Agenda de Reformas

Como quebrar a atual inércia? Instituído e levando adiante uma agenda de reformas consistente com uma economia aberta e competitiva. Esta agenda estaria por suposto centrada na **remoção da redoma que protege as empresas, e as dificulta ou impede de acessar os recursos necessários para inovar e competir globalmente**. Não é uma reforma trivial; aqui não se insiste de que se necessita de mais financiamento ou mesmo de uma nova Lei do Bem (ainda que haja distorções que podem ser corrigidas no plano tributário e das subvenções – para permitir que estas cheguem às S/As de capital empreendedor), pois aí não está o impeditivo. O foco é o ambiente econômico, e o uso mais inteligente e eficiente dos recursos que estão disponíveis para as empresas, seja no país, seja transfronteira.

O **primeiro passo** nessa agenda – talvez o mais fundamental - é remover parte considerável das barreiras que impedem ou dificultam a livre circulação de bens, serviços e pessoas. A identificação de forma sistemática dessas barreiras, o estabelecimento de um cronograma para sua remoção com a execução das reformas, e um compromisso crível do governo em levá-las adiante, irá expor de forma incisiva a necessidade de melhorar o ambiente macroeconômico e de negócios no país. O protecionismo vigente anda de mãos dadas com os erros sequenciais no plano macroeconômico, a elevada carga tributária e a complexidade de sua administração, e as distorções introjetadas pelo controle de preços e outras barreiras regulatórias.

A maior abertura terá um **corolário** de enorme importância para a inovação, pois irá permitir **superar a clivagem imposta artificialmente pelas fronteiras (regulatórias, tributárias) que atualmente separam as atividades domésticas e internacionais de P&D**. E a essencialidade desse movimento se alicerça no fato de que a atividade inovadora se dá crescentemente no plano global. Porém as indicações são que essa compreensão, se existe nos governantes, ainda não se transmutou em políticas públicas. De fato, são elevados os custos que se impõe às empresas por conta das trocas (ou aquisição) de informação, a importação de serviços tecnológicos, e ainda de insumos e equipamentos de pesquisa (que se de segunda mão, são proibidos). Nesse aspecto, vive-se ainda sob a égide de um modelo superado de produção autóctone, que premia uma suposta autonomia tecnológica.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

É, portanto imprescindível:

- Desonerar as empresas no que diz respeito às suas transações com o exterior necessárias ao processo de inovação, removendo a cunha tributária que pesa sobre atividades de P&D que dependem de fornecedores internacionais e/ou são executadas com parceiros externos. Assim, a compra de serviços tecnológicos, de informação, ferramentas, insumos, e equipamentos necessários à inovação não deveria estar sujeita a tributos, tarifas ou barreiras administrativas – como atualmente o são – para empresas ou instituições.
- Ir mais além, pois a inovação requer uma ambiente mais aberto – e competitivo – inclusive no mercado de trabalho especializado de pesquisadores, engenheiros e tecnólogos. De fato, uma reforma radical na legislação, que permita a vinda de engenheiros (e cientistas) sem necessariamente um contrato de trabalho já firmado facilitaria o país dar um salto no plano da inovação, reduzindo custos e a escassez de pessoal qualificado. Essa medida ilustra a necessidade de se agir ao longo de varias dimensões para remover os obstáculos à inovação no país, combinando “atalhos” de política com mudanças estruturantes de longo prazo.

O **segundo passo** envolve iniciativas visando **utilizar de forma mais eficiente e inteligente os recursos de inovação existentes nas instituições e empresas**. Conforme já discutido, faz-se ciência de qualidade no Brasil, e numa escala comensurável ao tamanho do país; e há recursos humanos e materiais em magnitude suficiente para que o país se reposicionar no plano da produção tecnológica e da inovação. Porém esses recursos estão de modo geral afastados das empresas e distantes do mercado. A Lei de Inovação de Dezembro de 2004 reconheceu a clivagem entre as universidades e instituições de pesquisa por lado, e as empresas, por outro, porém os mecanismos de transferência e licenciamento de tecnologia foram aparentemente pouco eficazes.

Aqui não se subestima a complexidade do problema, que envolve a percepção adversa nas universidades daqueles professores e pesquisadores com envolvimento mais próximo das empresas. E ainda os critérios nem sempre objetivos de desempenho destes, ou mesmo a capacidade dos administradores de exigir maior produtividade, que permite a muitos produzir pouco sem responder às demandas da sociedade. Nesse sentido, deve-se:

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

- Reconhecer e premiar as instituições que estabelecem laços duradouros e produtivos com as empresas (ou estão voltadas e são proficientes em resolver problemas concretos da sociedade). É essencial superar o estigma em torno de acadêmicos que conduzem programas e projetos conjuntos com empresas, que devem na realidade serem incentivados a fazê-lo, principalmente para inovações caracterizadas por elevadas externalidades positivas para a sociedade. Nesse contexto deve-se facilitar a operação de laboratórios e centros de pesquisa conjuntos voltados a programas de médio e longo alcance, e propiciar a mobilidade de pesquisadores, engenheiros e tecnólogos, represados nas instituições públicas¹⁴.

Este trabalho indicou também que ao final da década passada, a maior parte dos profissionais com mestrado e principalmente doutorado, estavam distantes das empresas. O Estado e suas institucionalidades absorviam desproporcionalmente estes recursos de alto desempenho. A perspectiva de estabilidade do emprego e salários elevados desde o início da carreira vem atraindo muitas das melhores mentes. Em contraposição, as empresas enfrentam escassez e elevado custo de pesquisadores e recursos associados.

Essa está longe de ser uma questão simples de ser tratada. Há três dimensões que devem ser objeto de reflexão e ação:

- *Primeiro* como obter maior proveito da capacidade de pesquisa tecnológica e inovação daqueles que estão nas universidades e instituições de pesquisa¹⁵?
- *Segundo*, como facilitar a mobilidade de recursos humanos entre governo e suas instituições, e o setor privado? Que incentivos materiais e simbólicos seriam necessários para promover um desrepresamento desses recursos?
- *Terceiro*, para aqueles que ainda não ingressaram no serviço público, é importante repensar a política de remuneração e estabilidade em vigor. A combinação risco-retorno para aqueles recrutados pelo setor público – inclusive aqueles pesquisadores com potencial e vocação para se engajarem

¹⁴Um exemplo relevante é a UFSC, e seu Polo - centro de pesquisa composto de 15 laboratórios e múltiplos projetos, uma parceria de três décadas com a Embraco, durante a qual a UFSC se tornou uma referência mundial em refrigeração e termofísica, modelo sendo emulado por outras empresas. Ver Valor, 20/03/2014.

¹⁵A remoção das barreiras de acesso às importações de insumos e equipamentos seria um passo importante.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

no P&D empresarial – representa objetivamente um desincentivo à inovação no setor empresarial, cujos custos são crescentes.

Finalmente, ainda permanece uma agenda aberta voltada a remover a multiplicidade de barreiras à pesquisa e à proteção intelectual dos seus resultados. Para tanto seria necessário:

- *Primeiro*, estabelecer um inventário do que é um denominador comum das dificuldades, a exemplo dos tempos, custos e complexidade do processo de proteção intelectual, particularmente o patenteamento, que se torna um desincentivo à inovação¹⁶.
- *Segundo*, é necessário definir uma agenda específica a determinados setores, e que estão sujeitos a camadas adicionais de restrições no plano regulatório, muitas das quais de natureza quase vinculante. São exemplos o P&D voltado à exploração dos recursos da biodiversidade, a pesquisa centrada na manipulação de organismos geneticamente modificados com o uso da biotecnologia, e trabalhos na área biomédica com modelos animais *in vitro* e *in vivo*, e o registro de medicamentos pela ANVISA. Em todos os casos, deve-se fazer uma revisão regulatória tendo por referência as melhores práticas internacionais, e o potencial de pesquisa tecnológica e inovação do país.

¹⁶Apesar do progresso verificado no INPI, o país ainda está longe de ter sistemas ágeis de registro de patentes. Em 2012, o INPI introduziu um sistema de “fast track” para “patentes verdes”, tendo deferido uma primeira patente em 9 meses, um padrão excelente. Mesmo que não seja realista ter esse tempo para todos os registros, é imperativo que o país convirja em poucos anos para o padrão das economias mais inovadoras.

VII. Conclusão: as consequências do paradoxo da inovação.

O esforço dos países para se aproximar da fronteira de inovação se reflete no plano da competitividade e do comércio de produtos de alta tecnologia. A trajetória recente do comércio internacional do Brasil é nesse sentido preocupante: enquanto que as exportações de produtos de alta tecnologia¹⁷ ficaram praticamente estagnadas, com uma tendência descendente, as importações dessa categoria vêm apresentando uma clara tendência de elevação pós 2009 (Gráfico 12 e Anexo 1). Ainda que haja um amplo conjunto de determinantes no comportamento das exportações de alta tecnologia, sem dúvida o fato do país não estar conseguindo acompanhar seus pares, e que são também seus competidores, tem certamente influenciado sua trajetória e o padrão de trocas do comércio internacional.

Em síntese, o país está atrasado. Votam-se projetos de Lei que deveriam ter sido aprovados há mais de duas décadas – a exemplo da chamada Lei Romário, prevendo a redução da burocracia na importação de insumos para pesquisa, e que ao final de Março de 2014 ainda se encontrava na Câmara¹⁸. O ponto central é que a trajetória futura da competitividade da economia brasileira – e de seu posicionamento no plano da inovação - depende de mudanças significativas no âmbito das políticas públicas. E em primeiro lugar uma ampla reforma que remova os obstáculos administrativo-burocráticos e tributários, permitindo pesquisadores, instituições e empresas terem acesso, cooperarem e competirem em mundo efetivamente integrado.

¹⁷Foram considerados produtos de alta tecnologia: Aeronaves e aparelhos espaciais, e suas partes (NCM: 8801000 a 88052900); Produtos Farmacêuticos (NCM: 30012010 a 30069200); Veículos e Materiais para vias férreas ou semelhantes, e suas partes (NCM: 86011000 a 86090000); Produtos para Fotografia e Cinematografia (NCM: 37011010 a 37079090); Máquinas, aparelhos e materiais elétricos, e suas partes (NCM: 85011011 a 85489090); Instrumentos e aparelhos de óptica, de fotografia de cinematografia (NCM: 90011011 a 90330000); Produtos diversos da indústria química (NCM: 38011000 a 38260000); Veículos automóveis, tratores, ciclos e outros veículos terrestres (NCM: 87011000 a 87169090); Produtos químicos inorgânicos, compostos inorgânicos ou orgânicos (NCM: 29011000 a 29420000); Produtos químicos orgânicos (NCM: 28011000 a 28530090). Esta classificação segue o trabalho de Thomas Hatzichronoglou, “*Revision of the High Technology Sector and Product Classification*” (1997). Fonte: Aliceweb (MDIC).

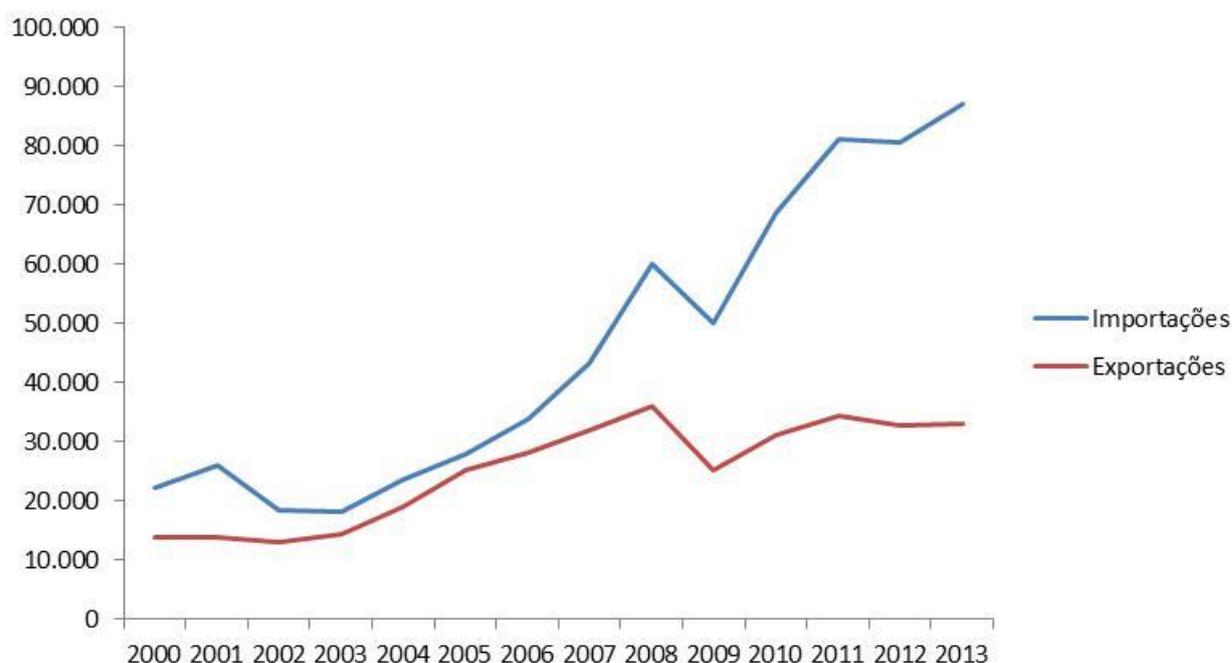
¹⁸Um levantamento do Laboratório Nacional de Células Tronco Embrionárias da UFRJ e coordenado pelo prof. Stevem Rehen, mostrou que 99% dos cientistas necessitam importar insumos, inclusive perecíveis, o mesmo percentual que já tiveram de desistir de pesquisas por conta as dificuldades; 92% esperam ao menos 30 dias (vs. 1-2 dias nos EUA e Europa); e 76% já haviam perdido material de pesquisa no processo de importação.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Nesta perspectiva, a saída parece estar centrada num conjunto de ações direcionadas:

- Por um lado, a uma maior abertura da economia, propiciando inclusive um maior acesso a pessoas, insumos, ferramentas e equipamentos instrumentais ao processo de inovação, e reduzindo seus custos, tanto nas universidades, instituições de pesquisa e empresas;
- Por outro, a uma utilização mais eficiente de recursos, tanto no setor privado como no setor público, para fazer frente a um ambiente mais aberto e competitivo.

Gráfico 12 - Importações e Exportações totais de produtos de alta tecnologia
2000 – 2013, em R\$ milhões



Fonte: Aliceweb (MDIC)

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Anexo 1

Gráfico A1 - Exportações brasileiras de produtos de Alta Tecnologia, por classe de produto

2008 – 2013, em R\$ milhões

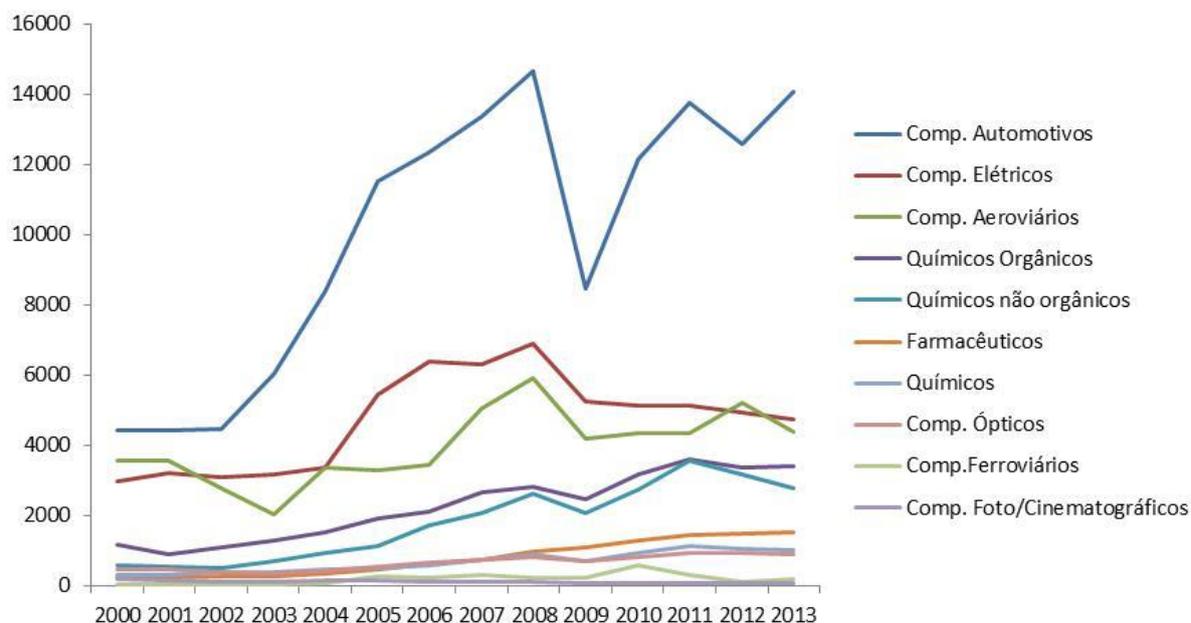
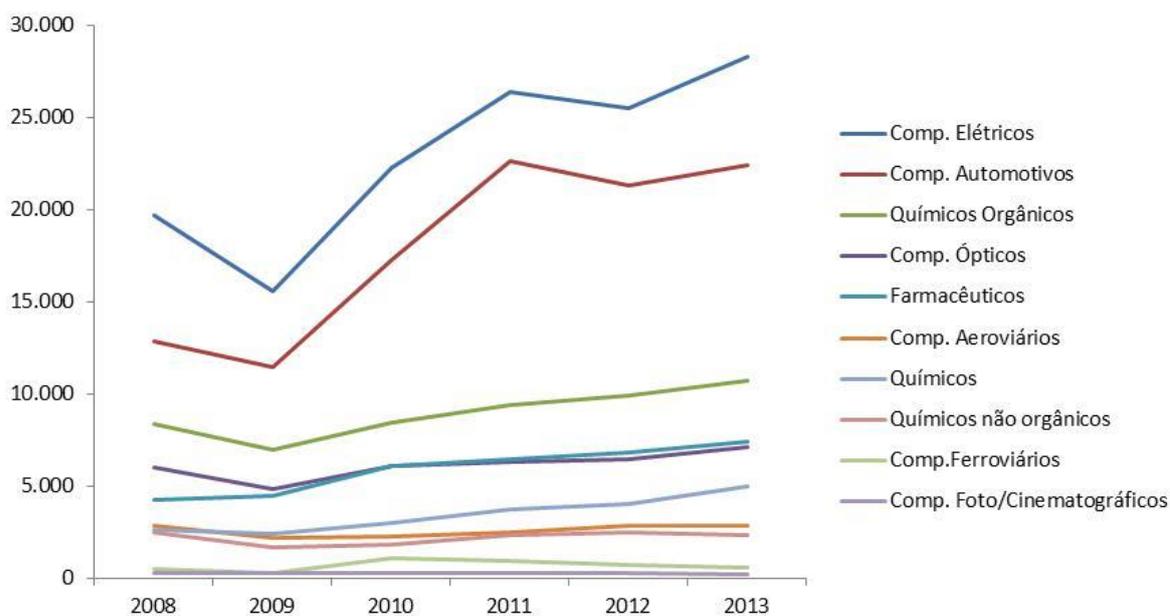


Gráfico A2 - Importações brasileiras de produtos de Alta Tecnologia, por classe de produto

2008 – 2013, em R\$ milhões

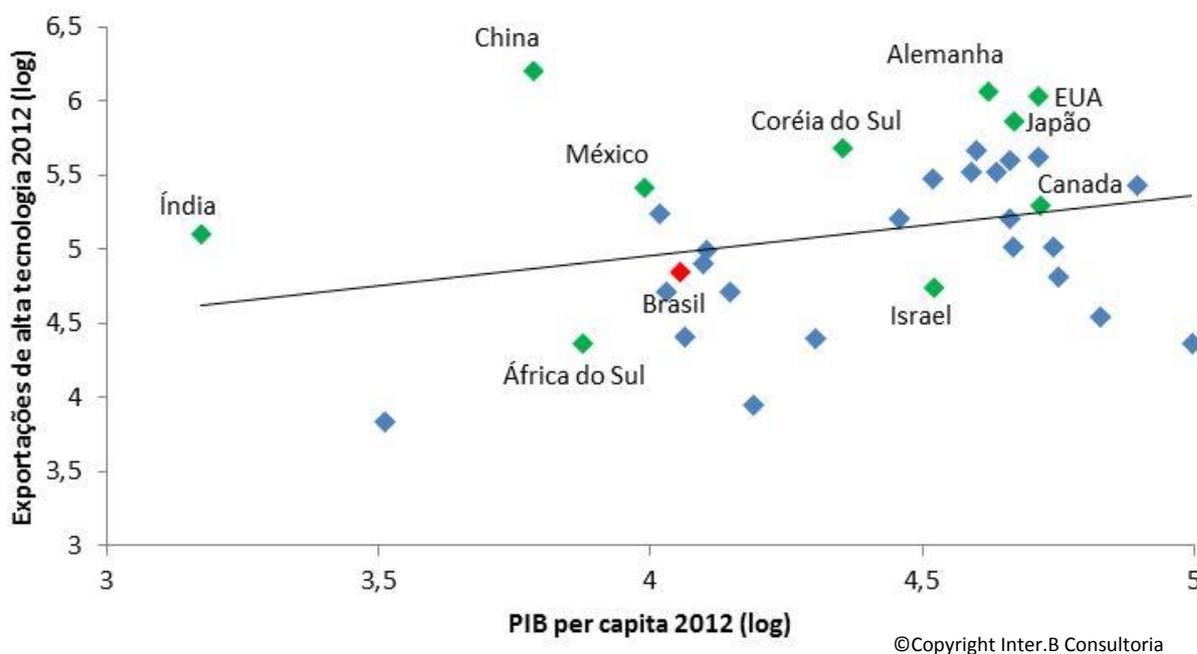


Fonte: Aliceweb (MDIC)

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Os gráficos A3 e A4 sugerem que numa comparação internacional, com dados da Unctad¹⁹, e ajustada à renda per capita, o Brasil se encontra abaixo da curva quanto às exportações de alta tecnologia e acima no que diz respeito às importações. Dois aspectos se sobressaem: o país ainda detém uma base produtiva diferenciada e com complexidade suficiente para que essa brecha possa ser limitada no futuro; e segundo lugar, países que são grandes exportadores de produtos de alta tecnologia tendem igualmente a serem grandes importadores.

Gráfico A3 - Exportações de alta tecnologia e PIB per capita
2012, Brasil e países selecionados

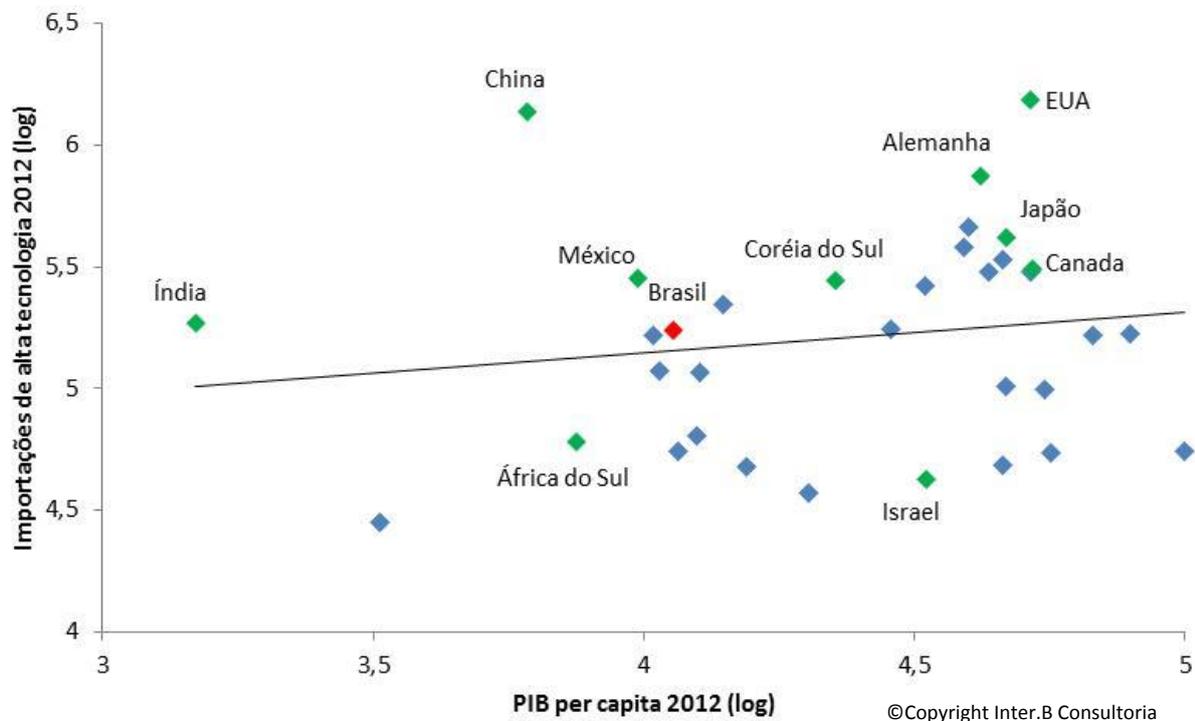


Fonte: Unctad. Elaboração Inter.B Consultoria.

¹⁹Foram considerados produtos de alta tecnologia: eletrônicos de alta habilidade, partes e componentes de eletrônicos de alta habilidade, outros produtos de alta habilidade, químicos orgânicos, químicos inorgânicos, produtos medicinais e farmacêuticos, materiais e produtos químicos, maquinário para geração de energia, maquinários especializado, maquinário para trabalho com metal, outros maquinários industriais, maquinário para escritório e processamento de dados, maquinário elétrico, veículos rodoviários, outros veículos, produtos para fotografia e cinematografia.

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Gráfico A 4 - Importações de alta tecnologia e PIB per capita 2012, Brasil e países selecionados



Fonte: Unctad. Elaboração Inter.b Consultoria.



XXVI FÓRUM NACIONAL

Brasil: Decifrando o Paradoxo da Inovação

Claudio R. Frischtak e Katharina Davies

Inter.B Consultoria Internacional de Negócios

Qual é o paradoxo?

- ***Gastos significativos em P&D...***

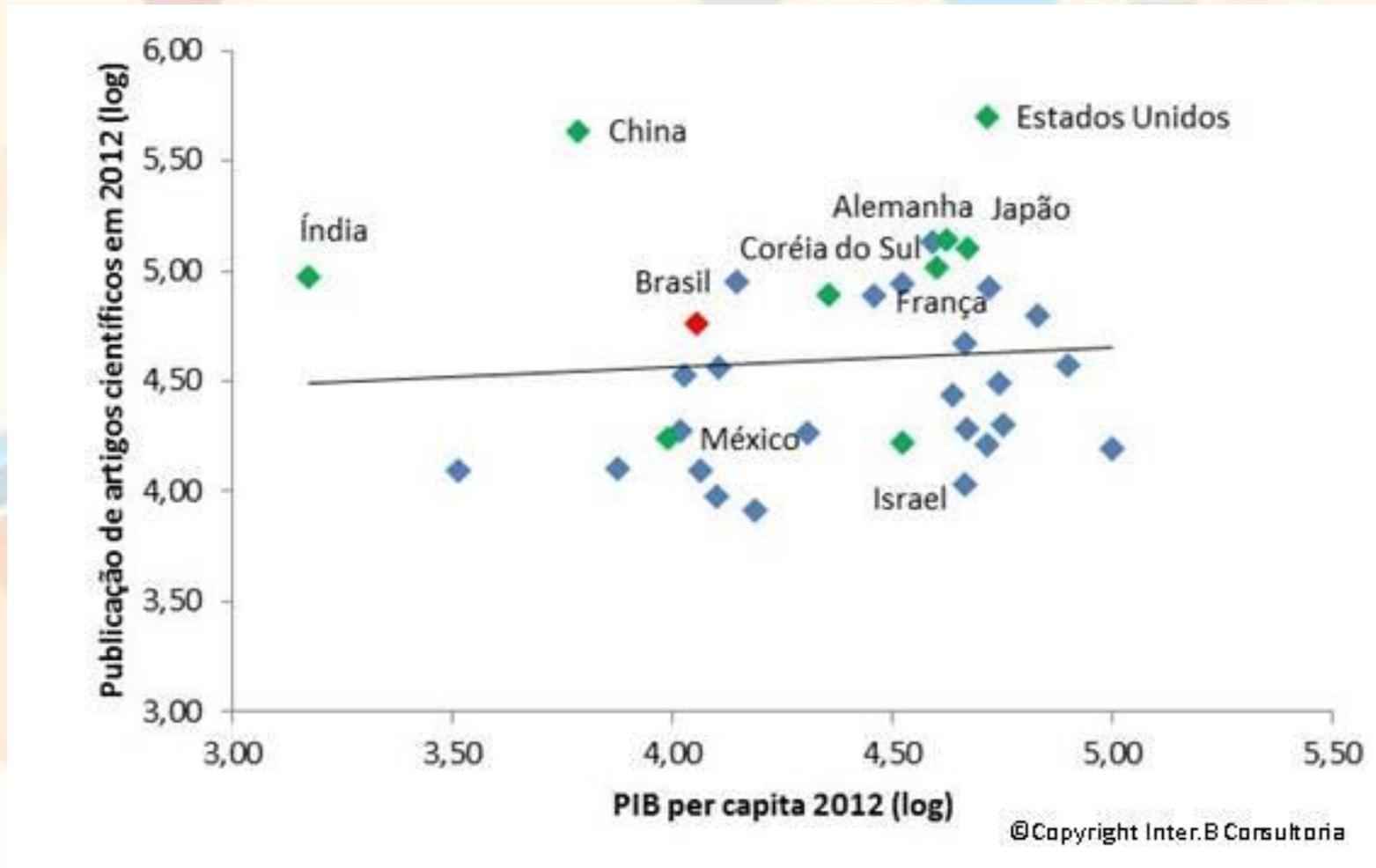
- Entre 1 e 2% do PIB (medidos em PPC – paridade de poder de compra).
- Dispêndios em termos absolutos (em PPC) não são baixos (US\$ 29,9 B em 2011) se situando acima de países como Canadá, Austrália, Espanha, Suécia, Itália e Suíça, e não muito distante da Grã-Bretanha
- Dispêndios por pesquisador são relevantes (US\$ 187,5 mil), não se afastando excessivamente da média da amostra dos países ou da mediana.

...que levou a se fazer mais ciência no Brasil...

- ***Avanços na produção científica:***

- País passou de menos de 1% para 2,5% do total em 16 anos (China passou de 2,7% para 19%; Índia de 1,8% para 4,1%).
- EUA caiu de 30% para 22% do total em 16 anos; Reino Unido caiu de 7,4% para 5,9%; e Alemanha de 6,6% para 6,1%.

Publicação de Artigos Científicos Referenciados e PIB per cap. (2012)



...com impacto...

- O índice de impacto reflete relevância e escala das publicações científicas, e em 2010 varia entre 17 e 36.
- O Brasil – com índice de 23,8 - encontra-se acima da média global.

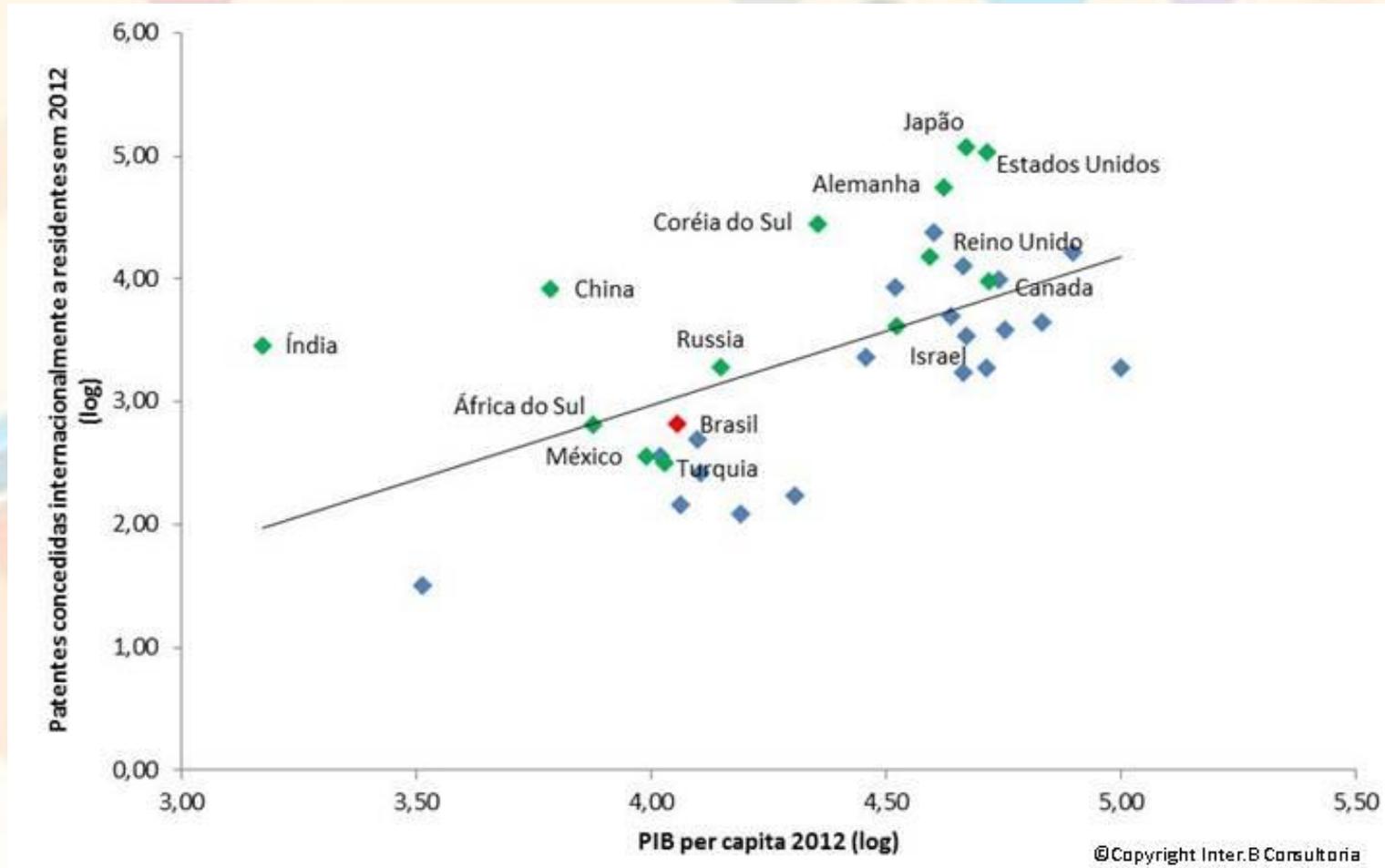
<i>País</i>	<i>2010</i>
Estados Unidos	35,58
China	31,30
Reino Unido	29,99
Alemanha	29,96
Japão	28,62
França	28,40
Canadá	27,61
Itália	27,42
Espanha	26,66
Austrália	25,99
Índia	25,87
Coréia do Sul	25,79
Holanda	25,47
Suíça	24,45
Brasil	23,80
<i>Média Global</i>	<i>23,61</i>
Suécia	23,49
Bélgica	22,94
Rússia	22,33
Polônia	22,12
Turquia	21,92
Dinamarca	21,63
Áustria	21,58
Israel	20,86
Singapura	20,72
Noruega	20,22
Portugal	20,17
México	19,69
Irlanda	19,41
Argentina	18,77
África do Sul	18,72
Malásia	18,34
Hungria	18,04
Egito	17,71
Chile	17,00

...sem impulsionar a inovação

- ***Inovamos pouco:***

- Patentes concedidas internacionalmente a residentes no Brasil: 0,14% do total (vs. 25,5% do Japão; 23,2% dos EUA; 6% da Coreia do Sul; 1,8% da China; 0,6% da Índia).
- Crescimento de 0,10% para 0,14% em 2002-12.

Participação nas patentes concedidas internacionalmente por residentes e PIB per capita (2012)



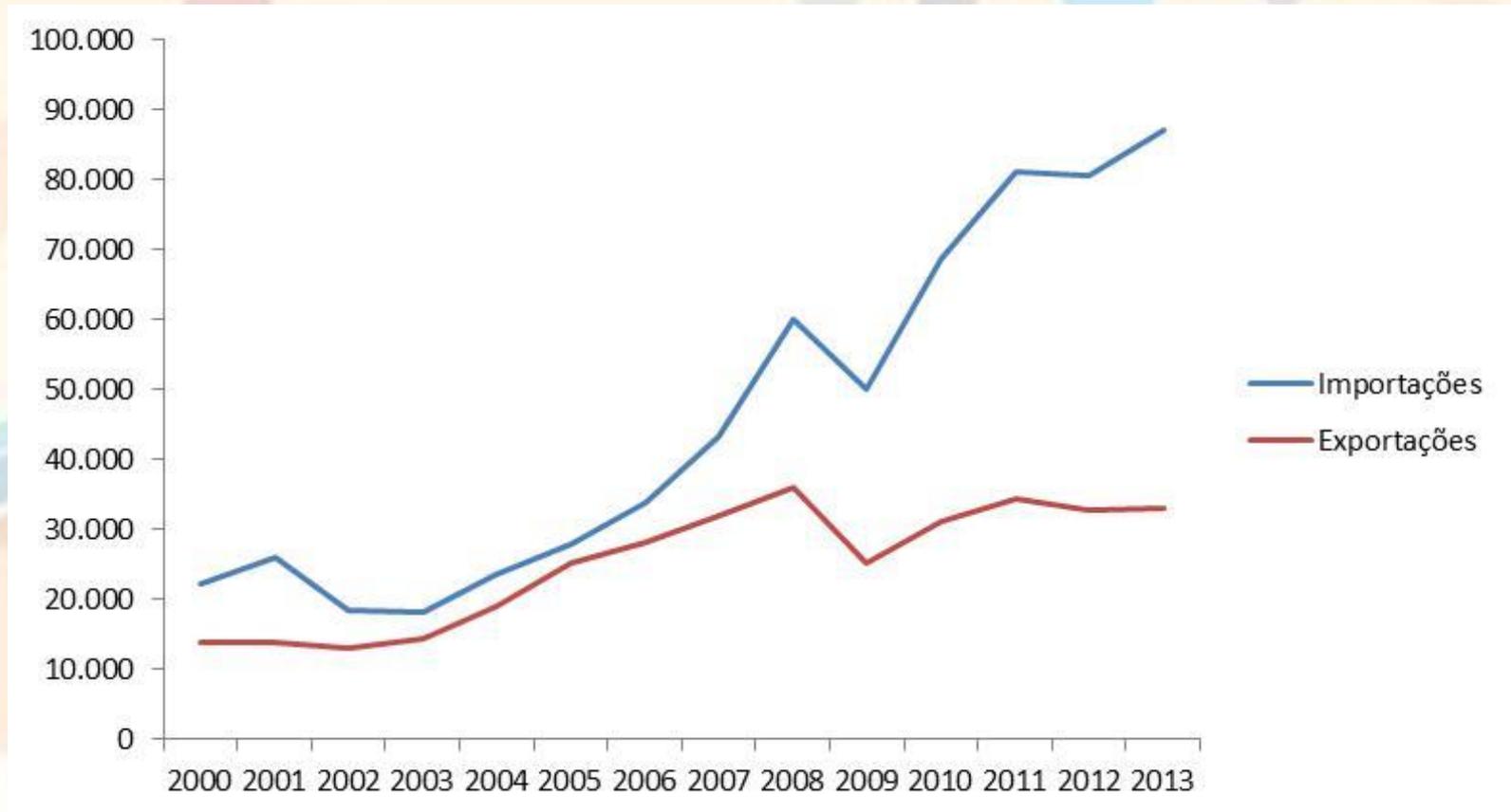
Na perspectiva da indústria...

- Resultados da última PINTEC (Pesquisa de Inovação/IBGE) - 2009-11:
 - 21,8% das empresas inovam em produtos ou processos.
 - Das empresas que inovam, apenas 8,6% dos produtos e 6,1% dos processos eram novos no mercado nacional.
 - Produtos e processos novos no mercado internacional representam uma proporção residual das inovações introduzidas pelas empresas, respectivamente 1,2% e 0,6%.

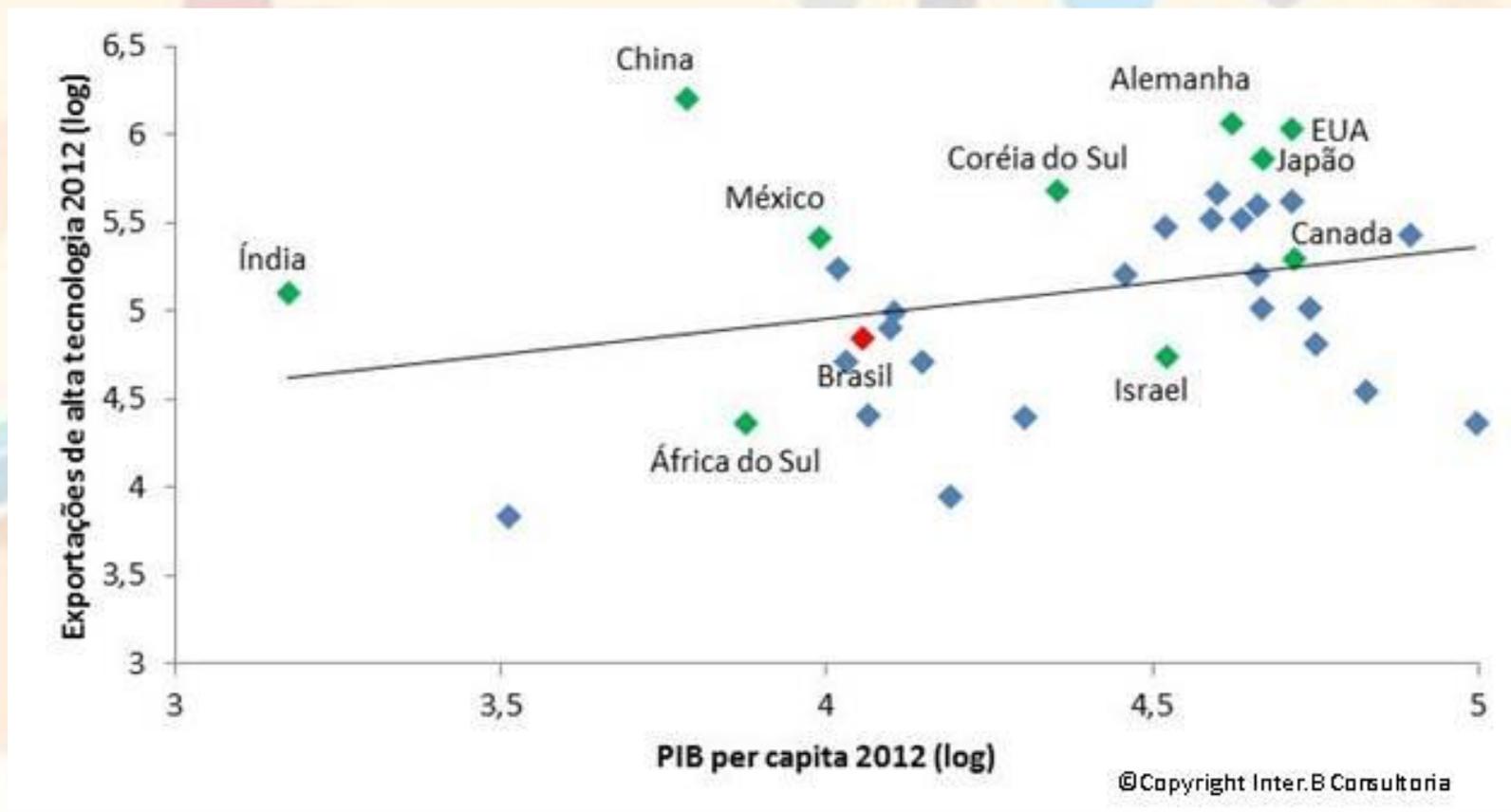
Consequências do paradoxo...

- ***Dificuldade de competir*** no comércio de produtos de alta tecnologia, e se integrar nas cadeias de valor:
 - As exportações de produtos de alta tecnologia ficaram estagnadas, enquanto as importações vêm se elevando.
 - O Brasil se encontra abaixo da curva de exportação e acima da curva de importações.

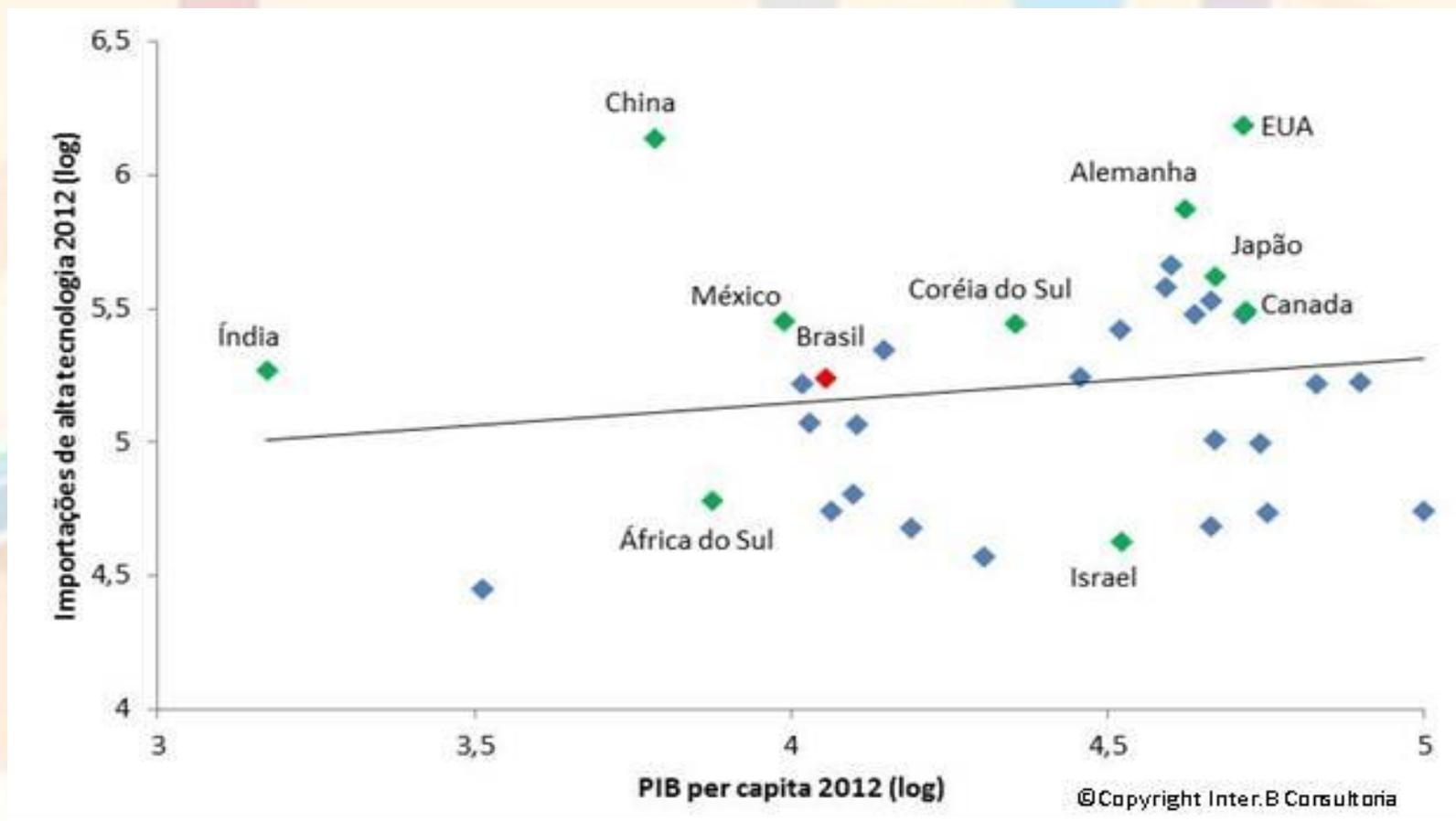
Importações e Exportações totais de produtos de alta tecnologia 2000 – 2013, em R\$ milhões



Exportações de alta tecnologia e PIB per capita 2012, Brasil e países selecionados



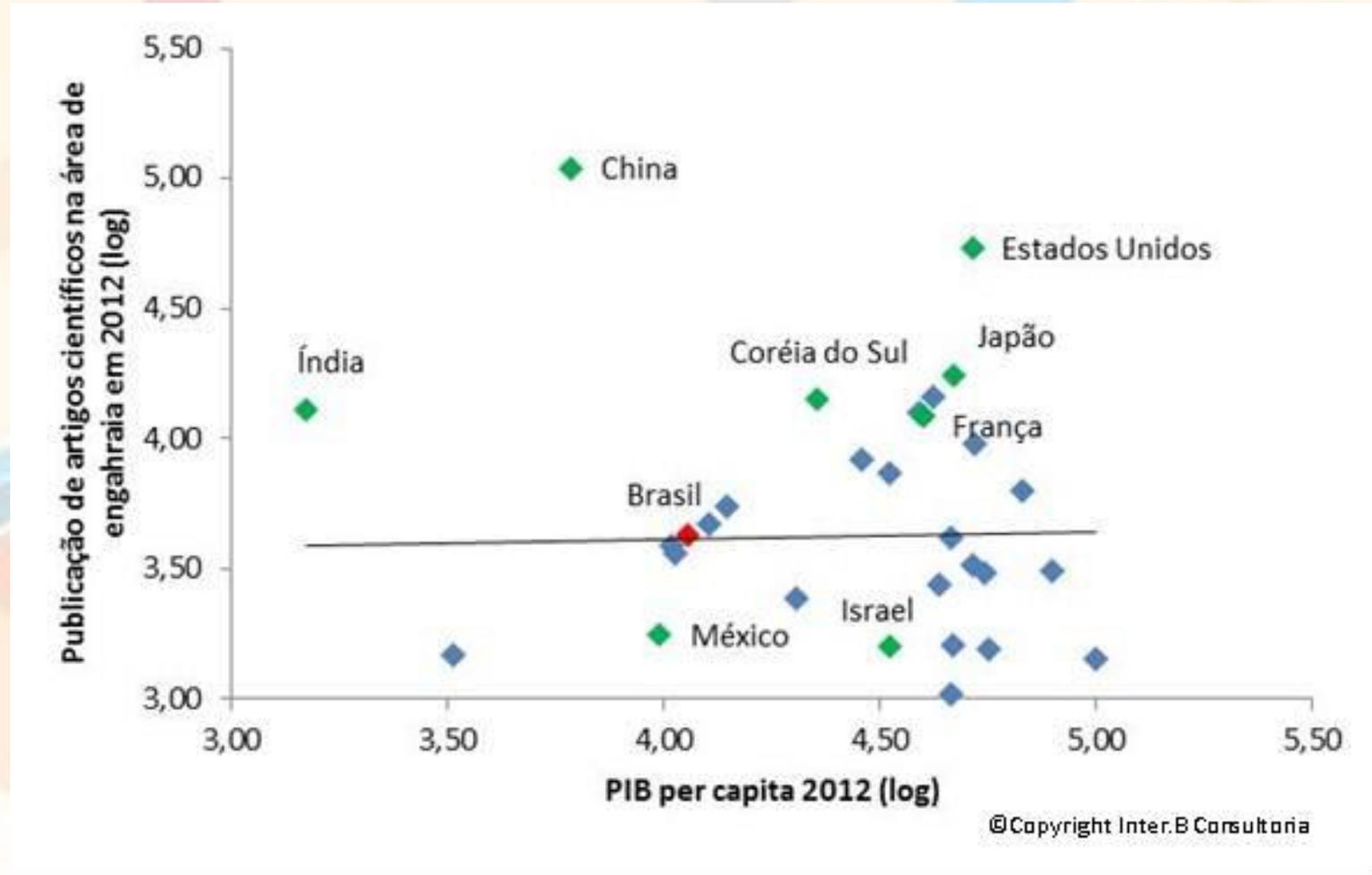
Importações de alta tecnologia e PIB per capita 2012, Brasil e países selecionados



Decifrando o paradoxo: $C \Rightarrow T \Rightarrow \text{INOV}$

- A criação de novos produtos, processos, métodos e rotinas dependem em grande medida da capacidade de engenharia dos países. E o **Brasil possui uma clara deficiência em engenharia**, tanto no plano quantitativo quanto qualitativo.
- Publicação de artigos científicos na área de engenharia passou de 0,6% para 1,3% do total de 1996-2012, inferior ao conjunto das ciências.
 - A China passou de 5,4% para 32,7% e Índia passou de 2% para 3,9%.

Publicação de Artigos Científicos na área de Engenharia e PIB per capita (2012)



E como a engenharia se posiciona?

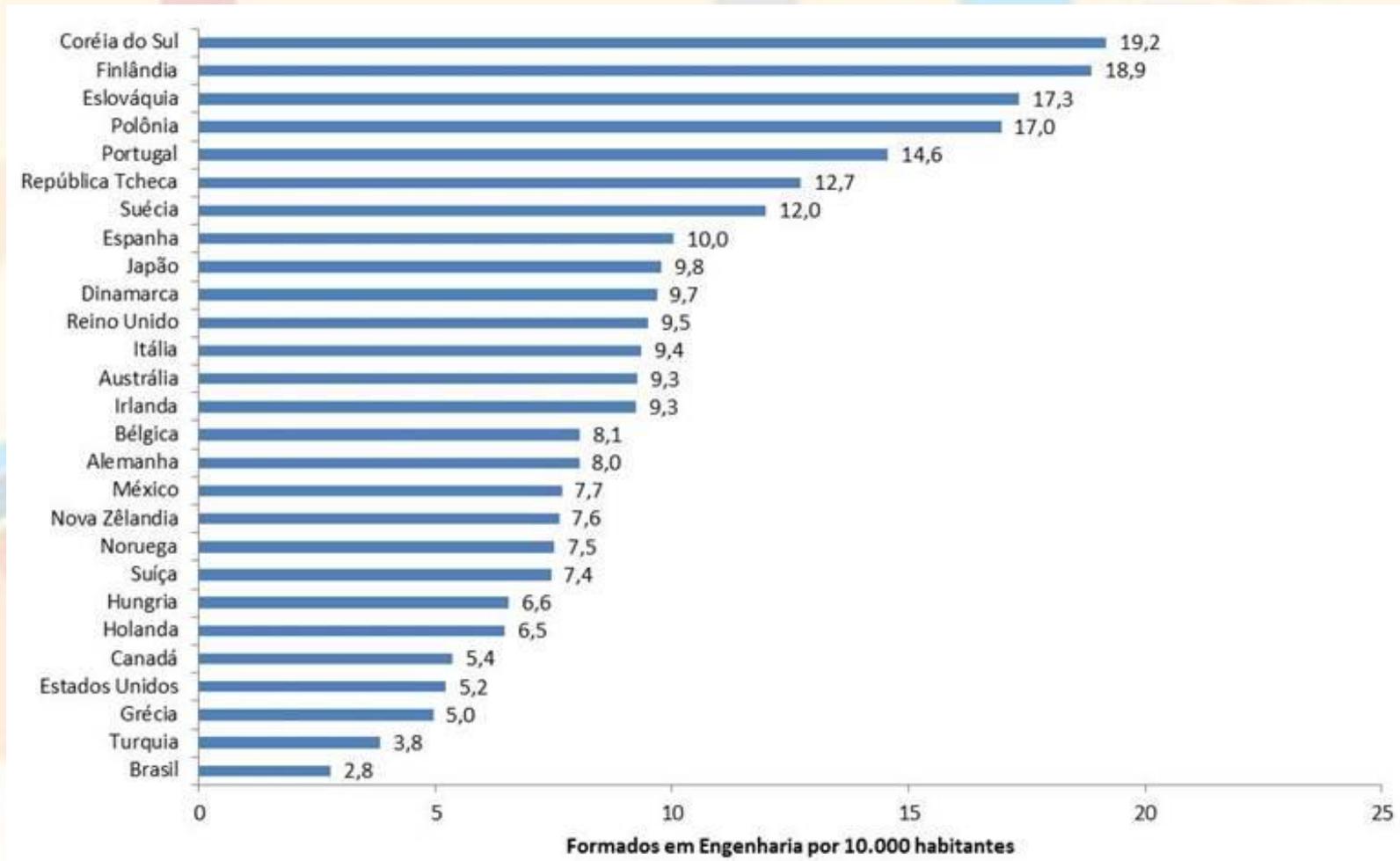
- A ciência brasileira é fortemente diferenciada.
- Brasil se destaca nas áreas de ciências da vida e agricultura.
- Engenharia – em termos qualitativos – num segundo plano

Área de Publicação	Quartil	Índice de Impacto®
Medicina	1º	14,51
Agricultura	1º	12,15
Física	1º	12,09
Bioquímica e Genética	1º	11,81
Imunologia	2º	9,67
Química	2º	9,32
Matemática	2º	9,04
Ciências ambientais	2º	8,94
Engenharia	2º	8,83
Farmacologia	3º	8,46
Ciência dos materiais	3º	8,25
Ciência planetária	3º	8,17
Neurociência	3º	7,68
Computação	3º	7,67
Engenharia Química	3º	7,62
Multidisciplinar	3º	7,27
Ciências sociais	3º	7,12
Odontologia	3º	6,90
Veterinária	3º	6,15
Energia	4º	5,37
Psicologia	4º	5,23
Enfermagem	4º	5,08
Profissões da Saúde	4º	4,40
Ciência das decisões	4º	4,36
Administração	4º	4,28
Artes e Humanas	4º	3,10
Economia	4º	3,03

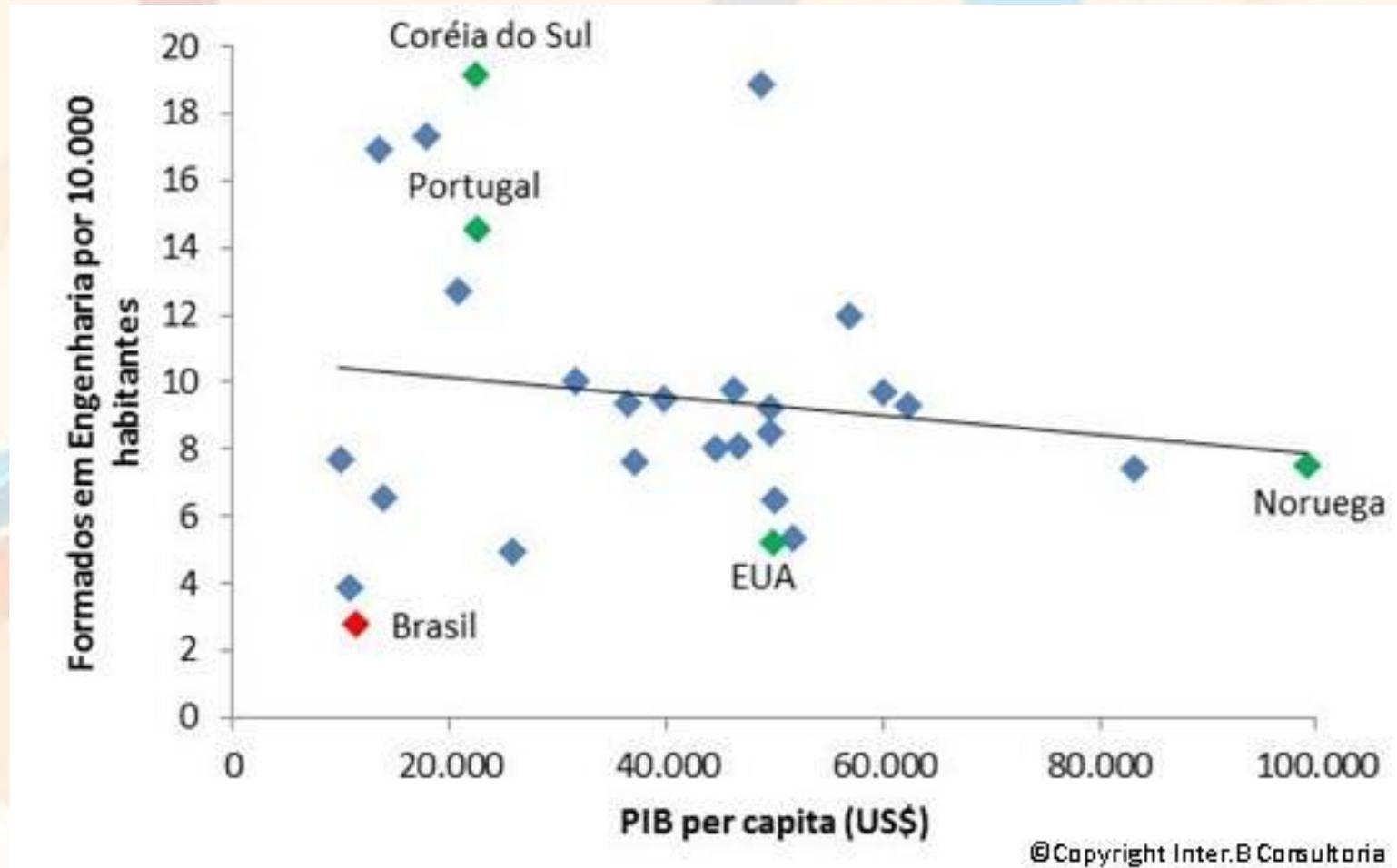
C =>? T: a primeira pista do paradoxo

- Há uma ***escassez de engenheiros*** no país resultado de:
 - Preparo insuficiente em ciência e matemática no ensino secundário
 - Currículos e programas defasados
 - Concentração dos recursos qualificados no setor público não empresarial.

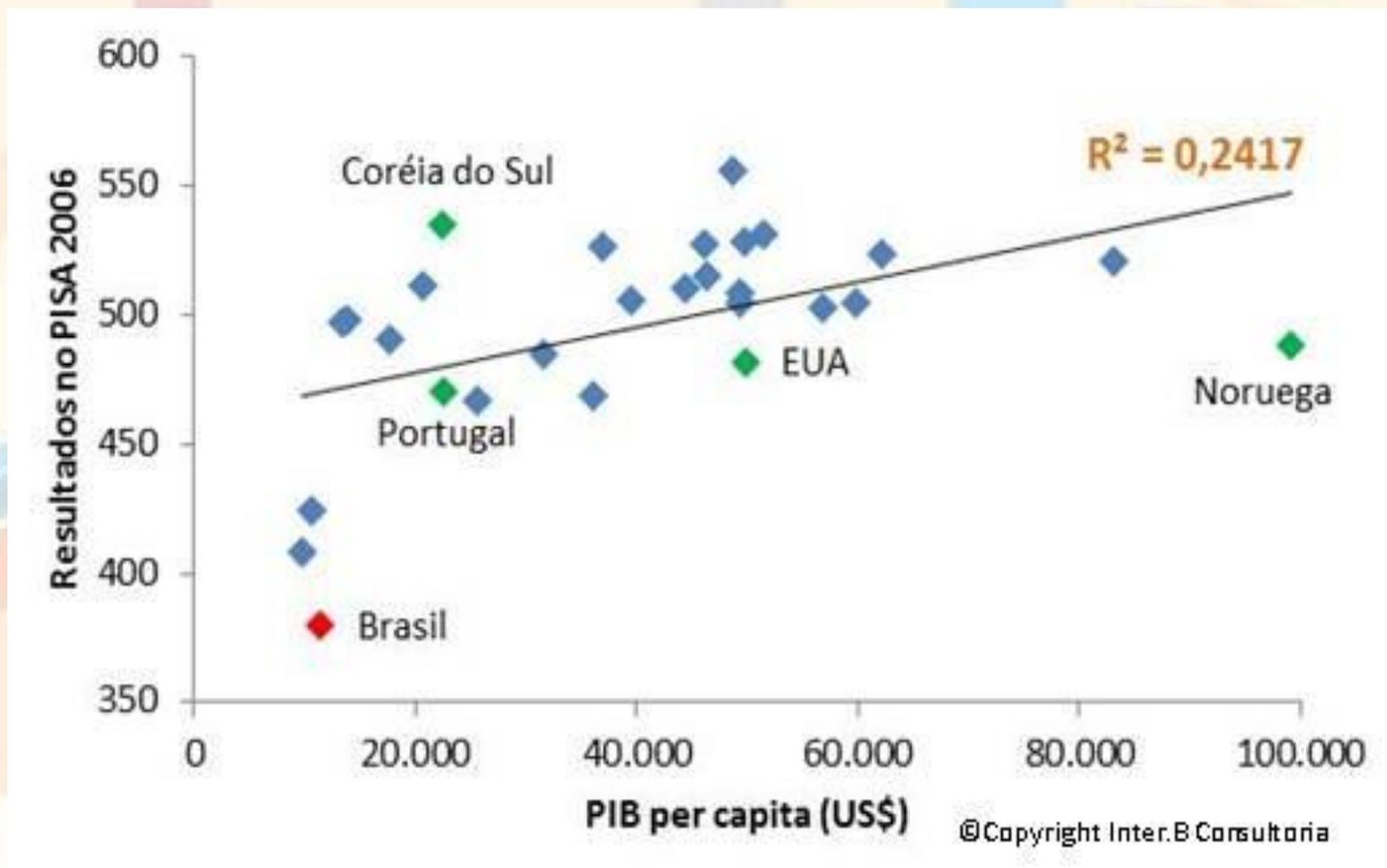
Formados em Engenharia por ano (2011 e 2012)



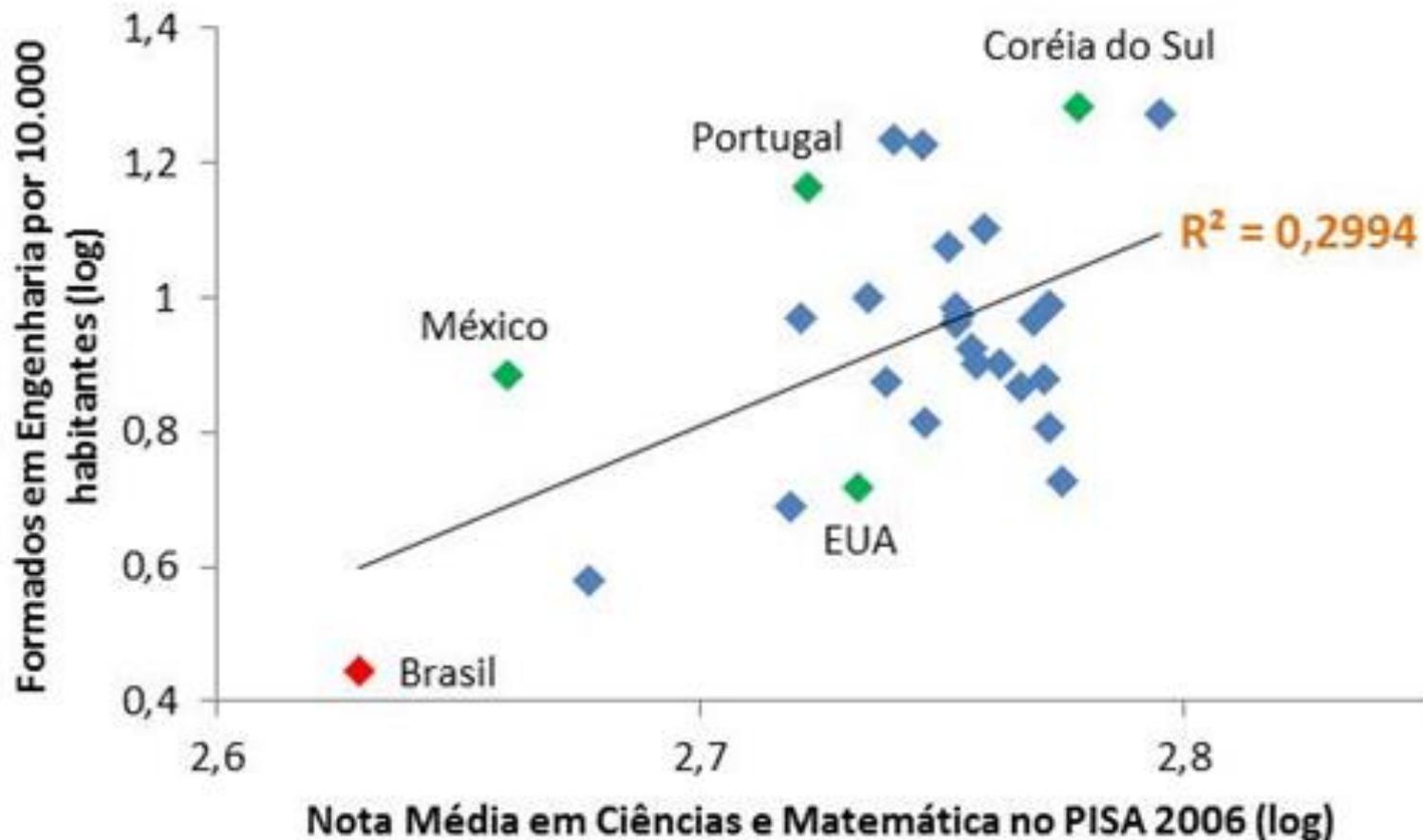
Formados em Engenharia e Renda per Capita (US\$), Brasil e Países Selecionados (2011 e 2012)



Resultados do PISA 2006 e Renda per Capita (US\$) Brasil e Países Selecionados



Formados em Engenharia por 10.000 habitantes e Nota Média em Ciências e Matemática no PISA 2006 Brasil e Países Selecionados



Falta massa crítica...E faltam recursos mais qualificados nas empresas

- As empresas são os vetores de inovação – que transportam a tecnologia para o mercado, sob a forma de processos, produtos e serviços inovadores
 - Em 2009, apenas 30% dos mestres formados no Brasil estavam empregados por empresas (pública ou privada).
 - Em 2006, apenas 14,7% dos doutores formados no Brasil estavam empregados por empresas.

T=>? Inov: a empresa como elo frágil

- ***Participação limitada das empresas*** em P&D:
 - De 2000-2011, a participação de empresas nos dispêndios de P&D manteve-se em cerca de 45%.
 - Governo (federal e estadual) e instituições de ensino (em sua maioria públicas) respondem pelos 55% restante.
 - Em países mais próximos da fronteira da inovação, a participação empresarial é maior: 67% na Alemanha; 76% na China; 77% na Coreia do Sul; 70% dos EUA; e 77% no Japão.

T=> ? Inov: custos elevados

- As empresas se defrontam com custos elevados: escassez de recursos qualificados, obstáculos regulatórios e barreiras administrativas que as isolam, e um ambiente de negócios adverso.
 - Na última PINTEC 2009-11, 81,7% das empresas industriais apontaram o custo elevado como principal problema para investir em inovação, e 72,5% a falta de pessoal qualificado, fator de importância crescente, enquanto que 63,1% indicaram escassez de fontes de financiamento (atenuado em anos recentes)

T=> ? Inov: isolamento

- A redoma provida pelo governo – protege as empresas mas limita sua capacidade de competir, ao dificultar acessar recursos, informação, bens e serviços (tecnológicos)
- Pior dos mundos: escassa competição desestimula a inovação...e a permanência das barreiras – e o isolamento decorrente - fragiliza as empresas
- No mundo, a inovação não tem fronteiras: nem domésticas nem internacionais => o que define o cerne da reforma

Agenda: Inovação sem fronteiras

- O ***incentivo econômico à inovação*** é dado pela perspectiva de que para sobreviver e crescer, a empresa necessita se diferenciar frente aos seus competidores no mercado.
- Para inovar, as empresas necessitam de ***regras, instituições e políticas que:***
 - *Estimulem a inovação*
 - *Facilitem o acesso aos recursos (humanos, físicos, informação) e a mercados*

Remoção das barreiras...

.... que impedem ou dificultam a livre circulação de bens, serviços e pessoas.

- Menor protecionismo permitiria superar a clivagem imposta artificialmente pelas fronteiras (regulatórias, tributárias) que atualmente separam as atividades domésticas e internacionais de P&D.
- Desoneração das transações com o exterior necessárias para a inovação (insumos, ferramentas, serviços), removendo a cunha tributária sobre P&D.
- Ambiente aberto a circulação doméstica e transfronteira de pessoas: pesquisadores, engenheiros e tecnólogos.

...E o estímulo à pesquisa cooperativa e proteção intelectual...

- Reconhecimento e premiação de instituições que estabelecem laços duradouros e produtivos com as empresas, facultam a mobilidade dos pesquisadores; esforço redobrado de agilizar o processo de proteção intelectual.
- Definição de uma agenda específica a setores que estão sujeitos a camadas adicionais de restrições no plano regulatório – a exemplo do uso da biotecnologia e os recursos da biodiversidade.

O fim do Isolamento...e a superação do paradoxo

- A remoção das barreiras à competição, e que dificultam o acesso das empresas aos recursos humanos e materiais disponíveis no país e globalmente, e sua integração aos mercados, levará a superarmos o paradoxo da inovação.
- Porém, sem uma melhor compreensão continuaremos com políticas públicas falhas, caras, e a patinar no plano da inovação.



Obrigado!