

## **Por que o Brasil não inova: uma comparação entre nações**

**KAREN ESTEVES**

USP - Universidade de São Paulo  
karenefp@gmail.com

**PAULO ROBERTO FELDMANN**

USP - Universidade de São Paulo  
feldmann@usp.br

## **POR QUE O BRASIL NÃO INOVA: uma comparação entre nações**

### **Resumo**

Aborda-se a relevância da inovação para o desenvolvimento de importantes mudanças ocorridas na sociedade. Para verificar quais os fatores mais relevantes quando da alocação dos países num ranking de inovação (Índice Global de Inovação), realizou-se um estudo quantitativo, no qual o procedimento de regressão linear múltipla foi utilizado. Adotou-se uma amostra de 33 países para a análise e, por meio da análise do referencial teórico, selecionou-se seis variáveis independentes para o estudo. Como resultado, indica-se que as variáveis “PIB per capita”, “Gastos públicos com P&D”, “Exportação de bens de alta tecnologia”, “Gastos públicos com educação”, “Número de grandes empresas” e “Número de patentes” são, em ordem decrescente, as que mais se relacionam com o nível de inovação alcançado pelos países. A única variável negativamente correlacionada com inovação é a que aborda o número de patentes registradas num determinado país, o que implica que este não é um relevante indicador quando se pretende avaliar o desenvolvimento de inovação. Salienta-se o relevante papel do governo para proporcionar um ambiente institucional propício que incentive o desenvolvimento de inovação nos países.

**Palavras-chave:** Inovação. Países. Governos.

### **Abstract**

In this paper, we analyzed the relevance of innovation concerning the emergence of important changes in the society. In order to verify which the most relevant factors are when it comes to the allocation of countries in an innovation ranking (Global Innovation Index), we accomplished a quantitative study, in which the procedure of multiple linear regression was used. The sample of our study comprised 33 countries and the analysis of the theoretical framework was carried out conducive to the creation of six independent variables. As result, the variables "GDP per capita", "Public expenditures on R&D", "Exports of high-tech goods", "Public expenditures on education", "Number of large companies" and "Number of patents" are in descending order the ones most related to the innovation level reached by some countries. The only variable negatively correlated to innovation is the one related to the number of patents registered in a determined country; in other words, one may conclude that patents are not a relevant indicator linked with the development of innovation. We also emphasize the role played by the government when providing a favorable institutional environment in order to encourage and support the development of innovation.

**Keywords:** Innovation. Countries. Governments.

## Introdução

Quando da análise de eventos históricos ocorridos nos séculos precedentes, percebe-se que as revoluções ocorridas na humanidade foram, majoritariamente, seguidas – ou antecedidas – por mudanças e, conseqüentemente, por aprimoramentos no modo de se manufaturar novos produtos, de se processar atividades e de administrá-las. Tais mudanças vêm ocorrendo, então, devido a avanços tecnológicos, cujo surgimento ocasionou transformações capazes de modificar o modo de vida da população, que passou não somente a adaptar-se ao novo paradigma tecnológico, mas também a exigir por inauditos produtos e serviços que pudessem corroborar para tal melhoria na qualidade de vida.

Não é ímprobo apontar exemplos relacionados a tais mudanças tecnológicas. Ao refletir, a título de exemplo, acerca do início do acesso à telefonia, do advento da eletricidade e da revolução na produção de bens em massa, depreende-se que tais acontecimentos foram alguns dos grandes responsáveis pela transformação social e econômica que marcou a humanidade em diversos momentos; seja pela tecnologia desenvolvida e, por conseguinte, empregada na artilharia das duas grandes guerras mundiais, seja pelo surgimento, mesmo que acidental, da penicilina como antibiótico no início do século passado.

Sabe-se, entretanto, que as descobertas outrora realizadas por grandes inventores, tendo como exemplo Graham Bell na telefonia e os irmãos Wright na aviação, não ocorrem hodiernamente da mesma forma. Devido à complexidade que a tecnologia alcançou no decorrer dos anos, projetos inovadores passaram a ser desenvolvidos e estruturados por equipes específicas focadas no desenvolvimento de novos produtos, serviços e, ainda, modelos de negócios. Infere-se, assim, que a valorização atribuída ao inventor de outrora caiu por terra na sociedade atual – não há indícios de inventores que, sozinhos, sejam capazes de criar tecnologias que levem a insólitas inovações.

Da mesma forma que os inventores encontravam-se sujeitos a ideias inovadoras no século passado (e, também, nos antepassados) que dariam início a descobertas originais, os inovadores corriqueiros estão sujeitos, ou encontram-se aliados, a empresas, que têm a capacidade de fornecer todo o insumo necessário para que inovações sejam lá desenvolvidas, desde o fornecimento de estruturas adequadas, incluindo laboratórios de pesquisa e centros de desenvolvimento, ao respaldo financeiro, este imprescindível para financiar o desenvolvimento de projetos.

Compreende-se aqui que há fatores internos intrínsecos à empresa como um todo que podem favorecer ou não o surgimento de inovações. Uma cultura voltada à inovação, por exemplo, é considerada na atualidade essencial para que uma empresa possa inovar – sem tal cultura direcionada à inovação e ao desenvolvimento tecnológico, uma empresa tornar-se-á mera replicadora de tecnologias alheias desenvolvidas por concorrentes e, assim, tende a permanecer no mercado apenas para sobreviver; não para competir e prosperar. Como já citados anteriormente, elementos relacionados ao estabelecimento de uma infraestrutura adequada, juntamente com uma gestão direcionada à propagação da tecnologia, tendem a tornar-se fatores-chave para o desenvolvimento de inovações dentro da empresa.

Esquece-se, entretanto – e com uma frequência maior do que o esperado –, que há fatores externos às empresas que podem tanto impulsionar quanto prostrar o surgimento de inovações. Tais fatores podem ser atribuídos a características institucionais dos países nos quais encontram-se hospedadas as empresas inovadoras. Essas características podem ser

identificadas tanto nos estímulos à inovação, por intermédio de incentivos fiscais, quanto nas despesas dos países direcionadas a questões de Produto & Desenvolvimento (P&D), sendo este um atributo fortemente relacionado à inovação.

Logo, pretende-se salientar neste estudo, por meio de observações comparativas, as principais diferenças que existem entre o Brasil, país ainda pouco inovador de acordo com rankings internacionais que alocam países conforme os diferentes graus de inovação, com países mais e/ou menos inovadores. Por meio da seleção de variáveis relacionadas ao desenvolvimento de inovação, pretende-se-á demonstrar aqui quais fatores influenciam tal desenvolvimento de forma mais intensa e quais deles demandam, por conta de sua relevância, por maiores investimentos tendo em vista o desenvolvimento de tecnologia e inovação.

### **Problema de pesquisa e objetivo**

Como já mencionado na seção anterior, diversos autores (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007, KELLEY; LITTMAN, 2007, MIDGLEY, 2009, MAITAL; SESHADRI, 2013, DYER; GREGERSEN; CHRISTENSEN, 2012) ao explorarem o universo designado pela e para inovação o fazem de forma a salientar e exaltar questões internas relacionadas ao desenvolvimento de inovação dentro da empresa, negligenciando, por muitas vezes, a forte influência externa que revela-se, frequentemente, mais expressiva do que condições empresariais internas. Acredita-se, assim, que fatores externos ligados a políticas nacionais, desenvolvimento econômico e incentivo à inovação merecem notoriedade e proeminência; portanto, não tratar-se-á de relações intra e entre empresas neste estudo, pois considera-se que são as condições externas os principais vetores que podem impulsionar o desenvolvimento de inovação nos países.

Ao esgrimir especificamente acerca do Brasil, depara-se com informações que podem justificar o atraso – ou a falta de desenvolvimento – no quesito inovação. Depara-se com a falta de uma efetiva política industrial que impulse o desenvolvimento de tecnologias nacionais; de fato, a política de substituição de importações implementada ainda durante o regime militar não obteve o sucesso esperado como ocorrido em alguns países do Leste Asiático; no Brasil, não houve uma política de formação de recursos humanos adequada para dar continuidade ao desenvolvimento científico e tecnológico e o fim da reserva de mercado não previu um período de tempo adequado para que o empresariado brasileiro pudesse adaptar-se às novas condições de mercado.

Ao analisar índices publicados por agências como o Banco Mundial<sup>1</sup> e a OCDE<sup>2</sup>, percebe-se que o Brasil perde com relação a países mais desenvolvidos quando são analisados dados referentes ao, por exemplo, número de patentes e publicações científicas e ao número de alunos graduados em ciências, tecnologia e engenharias. Entretanto, discorre-se acerca da relevância de tais temas para o desenvolvimento de inovação e quais fatores seriam os mais pertinentes para prever o nível de inovação dos países.

O atraso tecnológico brasileiro não parece ser o único na América Latina; o atraso dos países latino-americanos ocorre por conta de aspectos geográficos e de fatores microeconômicos interligados (FELDMANN, 2009). Salienta-se aqui a imprescindibilidade ao se realizar comparações entre países para avaliar o desempenho com relação à inovação: quando comparado somente a países da América Latina, o Brasil

---

<sup>1</sup> <http://data.worldbank.org/indicator>

<sup>2</sup> <http://stats.oecd.org/>

tem desempenho superior no que se refere a gastos públicos com P&D<sup>3</sup>. O país investe 1,16% de seu PIB em atividades relacionadas à pesquisa e desenvolvimento, seguido pela Argentina com 0,62%, México com 0,46%, Chile com 0,42% e Uruguai com 0,40%. Não obstante, no ranking recentemente publicado pelo Financial Times<sup>4</sup>, das 500 maiores empresas do mundo, apenas três países latino-americanos as representam: Brasil, Chile e México. Na comparação entre Brasil e Estados Unidos, por exemplo, constata-se que o investimento daquele é aproximadamente 41,9% do investimento deste em P&D.

Constatações que podem justificar o atraso da América Latina na área tecnológica e de inovação vão além da análise do investimento do PIB em P&D: as empresas desses países pouco atuam em setores de alta tecnologia, os governos não criam um ambiente institucional apropriado para o surgimento de inovações e ainda encontra-se uma predominância de tecnologias importadas, o que limita a articulação entre atividades científicas e tecnológicas na região. Outra circunstância que ratifica a procrastinação e o subdesenvolvimento tecnológico da região é a abundância de recursos naturais aliada à mão-de-obra barata (Ibidem, 2009). O êxito em recursos naturais torna-se notório quando da análise das empresas brasileiras mais internacionalizadas: das dez empresas com maior índice de transnacionalidade, quatro estão em setores diretamente relacionados com a utilização de matéria-prima (FDC, 2013<sup>5</sup>).

Infere-se, também, que não há um apoio efetivo à pequena e média empresa brasileira: gastos frequentes em P&D tornam-se factíveis apenas em grandes empresas por conta da falta de incentivos governamentais direcionados àquelas empresas (PROCHNIK; ARAÚJO, 2005). Embora haja uma lei no Brasil que visa promover incentivos fiscais a empresas inovadoras (Lei do Bem, Lei 11.196/05), tais incentivos contemplam apenas empresas com capital livre, ou seja, grandes empresas majoritariamente subsidiárias de corporações multinacionais. Depara-se, também, com certa contradição em tal legislação devido à inserção da instrução normativa que veda a subcontratação de atividades de P&D, ou seja, para usufruir de incentivos fiscais, a empresa deve desenvolver toda a produção de inovação dentro de suas dependências – o paradoxo recai no fato de que a inovação exige interação entre empresas, laboratórios, universidades, dentre outros (MOREIRA FILHO, 2014).

Conclui-se, então, com base nas informações apresentadas nesta seção que o objetivo deste estudo é o de demonstrar, por meio de estudo quantitativo, os fatores (variáveis) que possuem maior influência sobre o desenvolvimento de inovação nos países, sobretudo no Brasil. Com os resultados, tornar-se-á possível analisar e discursar acerca de quais fatores deveriam receber maior investimento e atenção para que se possa fortalecer e ampliar o desenvolvimento de inovação no Brasil.

### **Revisão teórica**

Há certamente numerosas definições acerca dos significados e implicações contidos no termo “inovação”. Visto que o intuito deste artigo não é o de discorrer acerca das diferentes definições existentes, considerar-se-á inovação como o refinamento prático e o desenvolvimento de uma invenção original para uma técnica ou produto utilizável, ou como um processo no qual a criatividade é aplicada a todos os processos da cadeia de valor com o intuito de desenvolver novas e melhores formas de criar valor para os clientes (MAITAL; SESHADRI, 2013). Lembra-se que vantagens competitivas mais clássicas,

<sup>3</sup> <http://data.worldbank.org/indicator/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>

<sup>4</sup> <http://www.ft.com/intl/indepth/ft500>

<sup>5</sup> <http://www.fdc.org.br/imprensa/Paginas/noticia.aspx?noticia=19>

como salários baixos e matérias-primas abundantes, acabaram por se anular perante à competição global, o que causa um impacto na economia, consolidando os avanços tecnológico e as inovações (FELDMANN, 2015).

Pode-se relacionar muitos fatores ao desenvolvimento de inovação num determinado país. No caso brasileiro, por exemplo, cita-se a deficiência de mão-de-obra qualificada, um baixo registro de patentes e baixo nível educacional da população (Ibidem). Compreende-se, no entanto, que há diversos autores que consideram outras variáveis como as mais relevantes para o surgimento de inovação, utilizando-se de distintas metodologias para justificar o desenvolvimento tecnológico. Neste estudo, entretanto, selecionou-se alguns autores que preconizam em seus trabalhos variáveis relacionadas ao desenvolvimento de inovação e cuja mensuração poderia ser realizada por meio de dados secundários. Sendo assim, as variáveis que serão analisadas neste estudo e que podem estar correlacionadas à inovação são: número de grandes empresas, PIB per capita, gastos públicos com educação, gastos públicos com P&D, produção de artigos científicos, nota obtida por alunos no exame PISA, exportação de bens de alta tecnologia, número de patentes e número de graduados em ciências e tecnologia.

**Inovação e grandes empresas:** De acordo com o que foi abordado no problema de pesquisa na seção anterior, as grandes empresas são as que mais inovam, não por conta de uma capacidade superior de recursos humanos, mas sim pela disponibilidade de recursos financeiros e pela possibilidade de correr riscos, sem que isso implique, necessariamente, na falência do negócio.

Porter e Stern (2002) salientam que um indicador adequado para se verificar o desempenho da capacidade inovadora de um país seria a análise de clusters de empresas. Os autores reforçam o conceito de que as empresas necessitam se agrupar em clusters, já que a cooperação interempresarial influencia o desenvolvimento de tecnologia e de inovação.

Botelho et al. (2012) evidenciam a relevância das pequenas empresas em atividades inovativas – e ainda corroboram com o pressuposto de que as pequenas empresas tendem a investir mais em inovação, proporcionalmente, do que as grandes empresas –, não negligenciam, entretanto, o fato de que a taxa de inovação tende a aumentar com o aumento do porte das empresas. Stiglitz (2003) lembra que os bancos dificilmente se predispõe a financiar projetos de P&D – para pequenas e novas empresas, as objeções são ainda maiores.

Dados relacionados ao número de clusters de empresas existentes em cada país não puderam ser coletados para este estudo; sendo assim, utilizar-se-ão dados fornecidos pelo Financial Times quando da classificação e da identificação das 500 maiores empresas do mundo. Tal ranking evidenciou empresas provenientes de 33 países diferentes, do qual o Brasil encontra-se representado por dez empresas: Ambev, Petrobras, Vale, Itaú Unibanco, Bradesco, Banco do Brasil, Itausa, Telef Brasil, Santander Brasil e Souza Cruz. Por meio dessas informações, torna-se possível realçar a robustez do setor bancário brasileiro e sua importância para a economia mundial.

**Inovação e PIB per capita:** Encontrou-se quando da elaboração deste estudo alguns artigos científicos que mencionavam alguma relação entre produção de inovação e PIB per capita dos países. Em uma entrevista concedida pelo diretor do Sebrae<sup>6</sup>, por exemplo,

---

<sup>6</sup> <https://pedesenvolvimento.com/2010/06/08/pib-em-alta-favorece-inovacao-nas-mpe-diz-diretor-do-sebrae/>

evidenciou-se a forte relação entre aumentos no PIB e o consequente aumento de inovação em micro e pequenas empresas. Stiglitz (2003) enfatiza a indissociabilidade entre tecnologia e PIB ao afirmar que para todo o processo de crescimento econômico o progresso tecnológico é crucial – assim, todas as mudanças de padrão de vida se devem em grande parte à tecnologia.

A relação entre inovação e PIB per capita dá-se, também, de outras maneiras. A análise dos países mais inovadores do mundo, expressa pelo Índice Global de Inovação elaborado pela Universidade de Cornell, o INSEAD e a Organização Mundial da Propriedade Intelectual, aponta que os países que estão no topo de tal índice são também os que apresentam um dos maiores PIB per capita do mundo (Suíça, Suécia, Reino Unido, Holanda, Estados Unidos, Finlândia, Hong Kong, Cingapura, Dinamarca e Irlanda). Com a presunção de que quanto maior e mais desenvolvida a economia de um país, mais capital este terá para investir em inovação, considerou-se válida a relação entre PIB per capita e inovação, que será explorada na análise quantitativa.

**Inovação e gastos públicos com educação:** A relação entre inovação e tecnologia e gastos públicos com educação foi estabelecida anteriormente por alguns autores, mas vale aqui salientar a relevância desse tema. Porter e Stern (2002) e Feldmann (2009) ratificam a relevância do tema ao acentuar a necessidade de investimentos no sistema educacional, visto que este é um dos primeiros estágios para se investir em recursos humanos capacitados.

Faz-se possível identificar uma coerência por trás da asserção dos autores: uma vez que não há investimentos públicos no sistema educacional, inclusive e especialmente nos níveis mais elementares, pode-se inferir que tal sistema pode não ser satisfatório para os alunos, o que acarreta o surgimento de profissionais não qualificados para o mercado de trabalho e, tampouco, para atividades ligadas à ciência e tecnologia. Vale aqui lembrar que a variável abordada nessa seção mede apenas gastos públicos com educação, não levando em consideração países cujo investimento educacional se dá de forma privada. No Brasil, cerca de dois terços de todas as matrículas no ensino superior, por exemplo, pertencem a escolas privadas (DURHAM; SAMPAIO, 1995). Assim, países nos quais a educação é subsidiada pelo governo podem apresentar desempenho diferente quando comparados com países nos quais instituições privadas são as mais relevantes.

**Inovação e gastos públicos com P&D:** Sabe-se que a tecnologia é essencial para medir inovação, mas torna-se frequentemente dificultoso medi-la, especialmente a nível de países. Logo, adota-se a porcentagem de gastos com P&D a partir do PIB como um dos métodos para melhor identificar o quanto um país se predispõe a investir em inovação. Porter e Stern (2002) salientam que os investimentos e as decisões políticas de um país são os principais responsáveis pela criação de um ambiente voltado à inovação.

A competição acelerada entre as empresas acarreta uma busca frenética pelo desenvolvimento de novos produtos, assim como por novas formas de fabricar produtos já existentes – por isso, é necessário que haja cada vez mais investimentos em pesquisa e desenvolvimento, especialmente em indústrias nas quais as mudanças tecnológicas são relevantes para sua prosperidade (setores de computação e indústria farmacêutica, por exemplo). Tais atividades inovadoras podem ser encorajadas pelo governo, principalmente no que diz respeito ao apoio à pesquisa básica (STIGLITZ, 2003).

**Inovação e desempenho de alunos no PISA:** O economista Paul Romer, ao ser entrevistado pela Revista Exame (2012), afirmou que há uma forte correlação entre as notas obtidas pelos alunos no exame PISA, aplicado pela Organização para Cooperação

e Desenvolvimento Econômico (OECD, em inglês) e o desenvolvimento econômicos dos países. De acordo com o economista, a educação é a principal responsável pelo alto índice de desenvolvimento dos países mais avançados do mundo. Em outras palavras, pela alta nota obtida pelos alunos nesse exame, pode-se prever o nível de desenvolvimento dos países nos quais eles habitam. Assim, considerando que as inovações tecnológicas e o conhecimento são relevantes para toda e qualquer economia, o governo pode e deve estimular o crescimento de forma mais eficaz por meio de investimentos em educação, que é um fator determinante para o desenvolvimento dos países (FELDMANN, 2015).

Visto que o presente estudo aborda questões referentes à inovação, pretende-se verificar se há uma relação entre a nota obtida pelos alunos nas áreas de ciências e matemática e o desenvolvimento de inovação dos países. Visto que espera-se que haja uma relação entre inovação e PIB per capita, considerou-se o PISA uma variável pertinente para o estudo, ainda que com veemente caráter exploratório.

**Inovação e exportação de bens de alta tecnologia:** Estudos que relacionam diretamente inovação e exportação de bens de alta tecnologia não são ordinários; realizar tal relação não é, portanto, ímprobo.

Porter e Stern (2002) afirmam que a capacidade de inovação nacional traduz-se como o potencial de um país, como entidade política e econômica, de produzir inovações comercialmente relevantes. Sendo assim, pode-se inferir que a necessidade de comercializar bens é uma atividade diretamente relacionada ao desenvolvimento econômico de um país. O Brasil, por exemplo, pode ser considerado grande exportador de commodities por ser um grande produtor de bens primários – bens de baixo valor agregado –, o que permite ao país escoar o excedente de produção para outras nações. Logo, o país que inova e, conseqüentemente, produz bens de alto valor agregado tende a comercializar tais produtos manufaturados para outras nações, o que fortalece a economia nacional e impulsiona o desenvolvimento de novas inovações. Acredita-se, assim, que esse pode ser um indicador relevante para avaliar o desempenho de um país em termos de inovação.

**Inovação e número de patentes:** A análise do número de inovações patenteadas gera certa controvérsia no meio acadêmico. Um dos motivos é que uma inovação patenteada nem sempre exprime algo científica e tecnologicamente relevante; outro motivo é que a patente concede aos seus autores o direito exclusivo à descoberta, mas por tempo limitado (STIGLITZ, 2003). Dessa forma, muitos inventores optam por não patentear suas respectivas descobertas com o intuito de preservá-las de cópias e mimetismos após o final do período de cobertura da patente.

Apesar dos litígios, o número de patentes por país ainda é um dos indicadores mais utilizados para se averiguar o desenvolvimento de inovação em determinadas localidades. É pertinente mencionar que a patente em si não é capaz de medir a inovação; ela fornece subsídios para que se analise o ambiente institucional interno e externo que antecede seu próprio surgimento.

**Inovação e número de engenheiros:** Porter e Stern (2002) afirmam que uma das maneiras de medir o nível de inovação de um país é analisar o número de engenheiros existentes a cada 10 mil habitantes.

Tal indicador, por sua vez, não pôde ser utilizado neste estudo, visto que não há um ranking internacional que forneça informação acerca de todos os países aqui analisados. Encontrou-se apenas informações isoladas acerca do assunto que não poderiam ser



utilizadas nesse estudo por serem controversas e incompletas. Sendo assim, escolheu-se um outro indicador fornecido pela UNDP que analisa, similarmente, o número de graduados em ciência, tecnologia e engenharia.

## Metodologia

O estudo pode ser considerado predominantemente quantitativo e descritivo, visto que utilizar-se-ão dados mensuráveis para se testar a validade de determinadas variáveis e, também, porque se propõe a descrever um problema de pesquisa com base em indicadores obtidos por meio de outros estudos. Não rejeita-se, entretanto, seu caráter qualitativo e exploratório, visto que objetiva-se, também, relatar observações e significados com o intuito de melhor entendê-los; a natureza exploratória se dá pela realização e análise de correlações ainda pouco estudadas no caso específico.

Utilizar-se-á o procedimento de regressão linear múltipla para analisar a relação entre o índice de inovação dos países e outras variáveis que podem, ou não, influenciar aquele índice. Importante salientar que foi realizada a padronização das variáveis, que se encontravam em escalas de mensuração diferentes.

<b>Variável</b>	<b>Natureza</b>	<b>Fonte</b>	<b>Avaliação</b>
<i>Índice Global de Inovação</i>	Dependente	The Global Innovation Report 2013 (Universidade de Cornell, INSEAD, WIPO)	Analisa métricas de inovação de 142 países por meio de 84 indicadores
<i>Número de grandes empresas</i>	Independente	Financial Times, 2013	Analisa as 500 maiores empresas do mundo que operam em 38 diferentes setores.
<i>PIB per capita</i>	Independente	Banco Mundial (dados de 2009 a 2013)	Analisa o PIB per capita dos países
<i>Gastos públicos com educação</i>	Independente	Quandl (dados de 1999 a 2012)	Analisa a porcentagem do PIB dos países destinada à educação
<i>Gastos públicos com P&amp;D</i>	Independente	Banco Mundial (dados de 2009 a 2013)	Analisa a porcentagem do PIB dos países direcionada à educação
<i>Desempenho no PISA</i>	Independente	OECD (dados de 2012)	Analisa estudantes de 15 anos de acordo com seu desempenho em matemática, ciências e leitura. Para fins deste artigo, utilizar-se-á o indicador que mede a porcentagem de alunos com desempenho excelente em matemática e ciências.
<i>Exportação de bens de alta tecnologia</i>	Independente	Banco Mundial (dados de 2008 a 2013)	Exportação de produtos de alta tecnologia (porcentagem de todos os produtos manufaturados exportados para outros países)
<i>Número de patentes</i>	Independente	USPTO ( <i>United States Patent and Trademark Office</i> , dados de todos os anos)	Número de patentes concedidas por país, levando em consideração o país de residência do principal inventor

Tabela 1. Variáveis do estudo  
Fonte: os autores, 2015

O universo da pesquisa corresponde a 142 países ranqueados pelo Índice Global de Inovação. A amostra, entretanto, corresponde apenas a 33 países, visto que os outros

indicadores aqui utilizados não englobavam os 142 países analisados por aquele índice. O número de 33 países foi obtido por ser o número de países identificados pelo Financial Times quando seletaram as 500 maiores empresas do mundo e, por conseguinte, seus países de origem. O procedimento de regressão linear múltipla é aplicável neste estudo, visto que o número de observações é superior a 30 (HAIR et al., 2006).

A variável dependente, aqui denominada por índice de inovação, foi escolhida por se tratar de uma listagem elaborada pela Universidade de Cornell, pelo INSEAD e pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO), instituições reconhecidas mundialmente por seus trabalhos relacionados à inovação e que levaram em consideração, para este índice, mais de 80 indicadores. Nesta relação, foram atribuídas notas para os países, sendo que, quanto maior a nota, melhor posicionado o país no ranking; em outras palavras, quanto maior a nota atribuída, mais inovador o país.

As variáveis independentes foram obtidas por outras instituições, dada a dificuldade de se encontrar uma única instituição que disponibilizasse todos os indicadores imprescindíveis para a elaboração deste estudo (vide tabela acima para maior detalhamento). Procurou-se aqui, também, incluir uma variável que medisse o ambiente financeiro dos países; devido ao fato de que tal indicador – fornecido pelo Banco Mundial – não contemplava os 33 países da amostra, tal variável foi desconsiderada. O mesmo ocorreu com o número de graduados em ciência e tecnologia: a UNDP (*United Nations Development Programme*) fornece o número de graduados em diversos países, mas, como mais de cinco países da amostra não foram incluídos no ranking, a variável foi desconsiderada. A variável selecionada para avaliar o conhecimento dos estudantes com relação às áreas de matemática e ciências (PISA) também foi desconsiderada, visto que não incluía África do Sul, Arábia Saudita e Índia.

Vale salientar que o índice de inovação presente no *Global Innovation Report* já mede a maior parte das variáveis independentes aqui estudadas; a busca por indicadores elaborados por outras instituições, entretanto, evita o enviesamento do estudo. Assim, busca-se demonstrar que há uma correlação entre a variável dependente e as independentes, mesmo quando obtidas por meio de fontes diferentes.

Outro fator que merece atenção antes da realização da análise dos resultados refere-se à inclusão da China na amostra. Devido a diferenças políticas, econômicas e sociais, costuma-se fragmentar o território chinês em quatro partes: China, Hong Kong, Macau e Taiwan. Porém, alguns indicadores dividem o território em apenas China e Hong Kong; outros, por sua vez, englobam todas as regiões na China, sem que haja divisões. Neste estudo considerou-se apenas a China para análise; não foram incluídos Hong Kong, Macau e Taiwan separadamente, visto que alguns índices não são claros com relação a essa segregação. Logo, essa pode ser uma limitação do estudo.

### **Análise de resultados**

Uma das premissas mais relevantes da regressão linear múltipla refere-se à linearidade das variáveis independentes. Para tal, é desejável que o valor F de significação seja menor do que 0,10 para um nível de confiança de 90% – no caso estudado, o valor F obtido foi de 8,31281E-09, o que indica que há uma relação linear entre a variável dependente e as variáveis independentes.

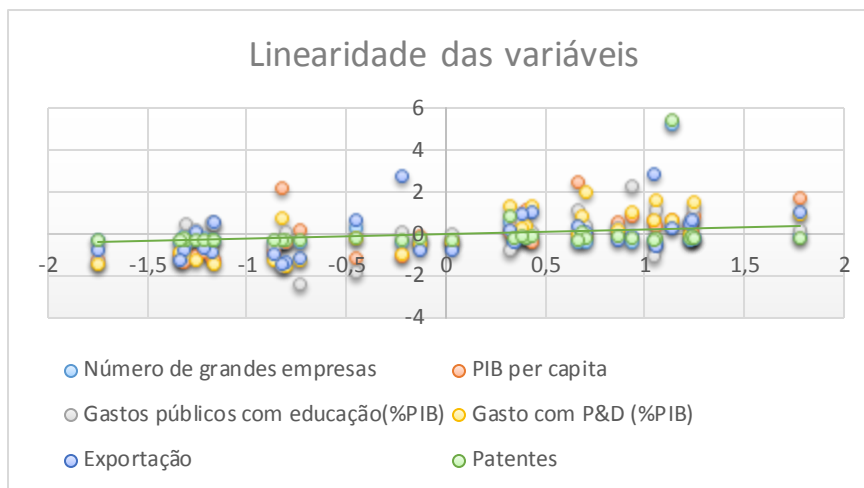


Gráfico 1. Linearidade das variáveis por meio de gráfico de dispersão com linha de tendência  
Fonte: os autores, 2015

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
<i>Regressão</i>	6	26,50828323	4,418047205	20,91681567	8,31281E-09
<i>Resíduo</i>	26	5,491716768	0,211219876		
<i>Total</i>	32	32			

Tabela 2. Linearidade das variáveis  
Fonte: os autores, 2015

Visto que o valor F de significação foi satisfatório para esta análise, faz-se necessário analisar as estatísticas de regressão obtidas.

#### **Estatística de regressão**

<i>R múltiplo</i>	0,910155949
<i>R-Quadrado</i>	0,828383851
<i>R-quadrado ajustado</i>	0,788780124
<i>Erro padrão</i>	0,459586636
<i>Observações</i>	33

Tabela 3. Estatísticas de regressão  
Fonte: os autores, 2015

O coeficiente de correlação linear ( $R$  múltiplo = 0,91) apresentou valor acima de 0,7, o que indica que há uma forte correlação linear entre as variáveis, o que é desejado em modelos de regressão múltipla. O coeficiente de determinação, representado por R-Quadrado, indicou que cerca de 83% da variabilidade do índice de inovação pode ser explicado pela variabilidade das variáveis independentes. Por fim, o poder de explicação do modelo, representado por R-quadrado ajustado, foi de aproximadamente 79%, o que pode ser considerado satisfatório.

Um outro indício de que há uma correlação linear entre as variáveis dá-se por meio do nível descritivo (valor-P). Considerou-se aqui, devido ao número da amostra, um nível de confiança de 90%. O valor-P da interseção é maior do que 0,10 (resultado esperado para confiança de 90%), e das variáveis independentes é menor do que 0,10 (resultado também esperado). A única variável que possui valor-P discretamente acima de 0,10 é “número de patentes” (valor-P = 0,108). Para fins deste estudo, entretanto, a variável será mantida na análise por apresentar valor muito próximo do desejado; salienta-se, porém, que essa variável é que a menos explica o índice de inovação dos países. Além disso, essa variável é a única que possui uma correlação negativa com a variável dependente, o que significa

que quanto maior o nível de inovação de um país, menor tende a ser o número de inovações patenteadas por ele.

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
<i>Interseção</i>	-1,43691E-15	0,080003764	-1,79605E-14	1
<i>Número de grandes empresas</i>	0,701278226	0,353918739	1,981466788	0,058205766
<i>PIB per capita</i>	0,362230174	0,100998807	3,586479726	0,001360785
<i>Gastos públicos com educação</i>	0,222653545	0,087510002	2,544321117	0,017232291
<i>Gastos públicos com P&amp;D</i>	0,381289318	0,106759762	3,571470279	0,001413958
<i>Exportação de bens de alta tecnologia</i>	0,267607967	0,085807449	3,118703229	0,004403577
<i>Número de patentes</i>	<b>-0,588976101</b>	0,354037288	-1,663599066	<b>0,108201529</b>

Tabela 4. Análise do nível descritivo

Fonte: os autores, 2015

Pelos valores indicados pelo nível descritivo é possível estabelecer um ranking das variáveis mais correlacionadas com o nível de inovação dos países. Sendo assim, o ranking decrescente das variáveis por relevância seria: PIB per capita, gastos públicos com P&D, exportação de bens de alta tecnologia, gastos públicos com educação, número de grandes empresas e número de patentes.

Com base nas informações exploradas no referencial teórico, torna-se possível compreender os resultados obtidos por meio da regressão linear múltipla. O PIB per capita, assim como os gastos públicos com P&D, indicam que quanto mais desenvolvido economicamente um país, mais haverá predisposição em investir em áreas de P&D, o que pode elevar o potencial de inovação de uma nação.

A exportação de bens de alta tecnologia encontra-se na mesma ilação lógica: quanto maior o desenvolvimento em inovação, maior tende a ser a elaboração de produtos com alta tecnologia, que, por sua vez, serão exportados para países que demandam por tais produtos em determinados setores. Os gastos públicos com educação aparecem, por sua vez, na quarta posição do ranking. Tal observação pode estar associada ao fato de que muitos países – sobretudo os em desenvolvimento – possuem sistemas educacionais públicos pouco satisfatórios e, portanto, as instituições privadas acabam sendo as responsáveis por a educação apropriada.

O número de grandes empresas influencia o desenvolvimento de inovação nos países como se esperava, mas vale lembrar o que fora proposto por Porter e Stern (ANO!) com relação à inovação e países: os clusters são os principais responsáveis pelo desenvolvimento e surgimento de inovação; e não as grandes empresas. Constata-se hodiernamente um expressivo número de grandes empresas que inovam, mas, de acordo com o que os autores propõem, todas elas estiveram – ou ainda estão – inseridas em clusters, nos quais ocorreram inovações em seus estágios mais iniciais.

O número de patentes, por fim, é a variável que menos se relaciona com inovação e encontra-se negativamente correlacionada a ela, o que contraria o que geralmente é postulado quando da análise de inovação de um país. Uma possível explicação pode estar relacionada ao fato de que muitas vezes grandes inovações não são patenteadas; quando o são, é necessário revelar determinadas descrições, o que pode colocar em risco a competitividade de uma indústria quando do final do período de proteção da patente.

Faz-se possível aqui, também, efetuar uma análise descritiva dos dados obtidos para comparar o Brasil com os outros países da amostra. O índice de inovação, cuja maior nota foi atribuída à Suíça (66,59), indica que o Brasil possui aproximadamente 50% do escore

obtido por aquele país (36,33), estando este na frente apenas da Índia (por uma diferença de apenas 0,16), da Indonésia e da Turquia. No quesito grandes empresas, o Brasil encontra-se pouco abaixo da média, sendo representado por 10 empresas; na América Latina é o país mais bem representado, visto que o Chile possui apenas uma empresa ranqueada e o México, cinco.

	Ranking de Inovação	Grandes empresas	PIB per capita	Gastos/ educação(%PIB)	Gastos/ P&D (%PIB)	Exportação/ bens alta tecnologia (%)	Patentes
<i>Brasil</i>	36,33	10	11.208	5,82	1,3	10	3.373
<i>Mundo</i>	49,09	14,51	36.817	4,96	1,9	14,78	220.000

Tabela 5. O Brasil e os outros países da amostra  
Fonte: os autores, 2015

Quando da análise dessa tabela, denota-se uma forte discrepância com relação a patentes. Porém, de acordo com a presunção de que esta variável está negativamente relacionada com o ranking de inovação, não aprofundar-se-á em sua análise. Ao averiguar as outras variáveis, percebe-se que há necessidade, entretanto, de inquiri-las.

Os gastos com educação do Brasil estão acima da média dos países analisados; o país encontra-se 14,8% acima da média, o que pode ser interpretado como um resultado satisfatório. A variável que apresenta pior desempenho é o PIB per capita, que representa apenas 30,4% da média dos países analisados na amostra; em outras palavras, o PIB per capita brasileiro é 69,6% menor do que a média desses países. Com relação às outras variáveis, a diferença se mantém próxima: no quesito grandes empresas, o número das brasileiras corresponde a 68,9% da média dos países (31,1% menor do que a média); no quesito gastos públicos com P&D, 68,4% (31,6% menor do que a média); e, por fim, no quesito exportação de produtos de alta tecnologia, 67,7% (32,3% menor do que a média).

Quando analisando a tabela anterior, percebe-se que o Brasil não possui desempenho tão desfavorável, visto que há outros países com desempenho ainda inferior. Ao realizar uma comparação entre o Brasil e a Suíça, país mais inovador de acordo com o ranking global, deduz-se diferenças mais discrepantes.

	Ranking de Inovação	Grandes empresas	PIB per capita	Gastos/ educação(%PIB)	Gastos/ P&D (%PIB)	Exportação/ bens alta tecnologia (%)	Patentes
<i>Suíça</i>	66,59	13	80.528	5,22	3	26	51.693
<i>Brasil</i>	36,3	10	11.208	5,82	1,3	10	3.373

Tabela 6. Comparação entre Brasil e Suíça  
Fonte: os autores, 2015

Nessa perspectiva, percebe-se que os fatores mais relevantes que influenciam a inovação no país não são gastos com educação ou a presença de grandes empresas, cujos valores atribuídos a ambos os países são próximos, mas sim, o PIB per capita, os investimentos públicos em P&D e a exportação de bens de alta tecnologia; este último é um indicador relevante para analisar o quanto um país produz tecnologia por meio de inovação, o que replicado em produtos e serviços.

Quando da análise do Brasil como grupo integrante dos BRICs, por sua vez, denota-se resultados mais adventícios.

	Ranking de Inovação	Grandes empresas	PIB per capita	Gastos/ educação(%PIB)	Gastos/ P&D (%PIB)	Exportação/ bens alta tecnologia (%)	Patentes
--	---------------------	------------------	----------------	------------------------	--------------------	--------------------------------------	----------

<i>Brasil</i>	36,3	10	11.208	5,82	1,3	10	3.373
<i>Rússia</i>	37,2	8	14.612	4,1	1,48	8	4.025
<i>Índia</i>	36,17	12	1.499	3,17	0,9	7	11.406
<i>China</i>	44,66	23	6.807	1,91	1,65	22	28.519

Tabela 6. O Brasil e os BRICS  
Fonte: os autores, 2015

Apesar de possuir o segundo maior PIB per capita e de ser o país que mais investe em educação, o Brasil possui o segundo pior desempenho no que diz respeito à inovação. O desempenho, na realidade, entre Brasil, Rússia e Índia é muito próximo: o país que mais se destaca é a China, apesar de possuir o segundo pior PIB per capita e de ser o país com menores investimentos públicos em educação. O posicionamento mais alto da China no ranking de inovação, neste caso, pode estar sujeito a outras variáveis não estudadas neste artigo. Vale aqui salientar que os investimentos em P&D na China são superiores aos dos outros países, assim como o número de exportação de bens de alta tecnologia.

## Conclusão

Percebe-se que há uma relação entre desenvolvimento tecnológico e inovação e, sendo assim, contata-se que as grandes revoluções mundiais tiveram, direta ou indiretamente, algum tipo de relação com inovação e tecnologia. O advento da máquina a vapor e o surgimento da informática, por exemplo, modificaram o modo como as empresas e a sociedade operavam e marcaram o prelúdio de novas eras econômicas e de competitividade empresarial e internacional. Logo, indagar acerca do tema contribui para a literatura existente e facilita a compreensão de aspectos correntes relacionados à inovação.

Reconhece-se a importância da inovação para a prosperidade nas nações, mas, ao tratar do Brasil especificamente, relata-se a falta de investimentos públicos em questões relevantes para inovação, a falta de comprometimento das empresas na questão, a falta ou ruim integração entre empresas e universidades, dentre outros. Para compreender os fatores mais relevantes com relação ao desenvolvimento de inovação em um país, realizou-se, por meio de regressão linear múltipla, um estudo quantitativo que averiguou as variáveis mais correlacionadas com inovação com base em presunções explícitas no referencial teórico. Para medir inovação, foi utilizado o ranking fornecido por meio do Índice Global de Inovação elaborado pela Universidade de Cornell, o INSEAD e a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO), que trouxe dados referentes ao ano de 2013.

De acordo com a análise, pôde-se realizar um ranking decrescente com relação à relevância das variáveis associadas à inovação: PIB per capita, investimentos públicos em P&D, exportação de bens de alta tecnologia, investimentos públicos em educação, número de grandes empresas e número de patentes concedidas às inovações realizadas em determinados países. Com relação ao que fora preconizado por diferentes autores na revisão teórica, algumas variáveis estão de acordo com o que fora disposto da teoria; outras não.

A positiva relação entre PIB per capita, investimentos públicos em P&D, exportação de bens de alta tecnologia e investimentos públicos em educação e inovação está de acordo com o que fora sugerido pelos respectivos autores. Assim, um maior PIB per capita pode indicar uma maior predisposição em se investir em inovação, o que não é verdadeiro quando se leva em consideração a China. Tal paradoxo pode ser estar relacionado com o fato de que, nesse caso, outras variáveis encontram-se mais correlacionadas com o desenvolvimento de inovação do que o PIB per capita. Os resultados relacionados a

investimentos públicos em P&D também estão em consonância com o que fora abordado no referencial teórico: P&D é um setor relevante quando se leva em consideração o desenvolvimento de inovação em um determinado país e, portanto, países inovadores tendem a investir mais nesse quesito.

Da mesma forma, a exportação de bens de alta tecnologia também se encontra positivamente relacionada com inovação: de acordo com Porter e Stern (2002), se a capacidade inovadora de um país está correlacionada com a produção de bens inovadores comercialmente relevantes, pode-se inferir que quanto maior a capacidade de inovação de um local, mais inovadores tendem a ser os produtos e, por conseguinte, maior o número de exportação de bens de alta tecnologia. Os investimentos públicos em educação encontram-se, também, positivamente relacionados com o desenvolvimento de inovação, porém em menor escala. Tal fato pode estar concernente com uma das limitações deste estudo, visto que tais investimentos em educação levaram apenas em consideração aqueles provenientes do setor público, negligenciando o setor privado que pode ter uma forte influência na educação de um país, sobretudo do Brasil.

O número de grandes empresas é uma variável relevante do ponto de vista estatístico. Pode-se afirmar que a inovação ocorre, geralmente, nas grandes empresas, mas não se pode ignorar o que fora postulado por Porter e Stern (2002) quando da afirmação que a inovação ocorre, frequente e inicialmente, em clusters.

A única variável que demonstrou correlação negativa com inovação foi a que mensura o número de patentes dos países da análise. Ao contrário do que se presume, não há uma relação entre inovação e patentes, o que pode ser explicado pelo fato de que muitas inovações acabam por não ser patenteadas com o intuito de se preservar, por exemplo, segredos industriais de determinados produtos. Sendo assim, de acordo com a análise quantitativa aqui realizada, o número de patentes não é um bom indicador para se medir a inovação de um determinado país.

Assim, pode-se relacionar os quatro primeiros fatores (PIB per capita, investimentos públicos em P&D, exportação de bens de alta tecnologia e investimentos públicos em educação) à atividade governamental, ou seja, o governo tem, nesses casos, o poder de criar um ambiente econômico que seja propício ao desenvolvimento de inovação. Outras características econômicas, também influenciada pelo governo, podem desempenhar um papel importante, como é o caso do surgimento de grandes empresas, estas sendo as empresas que possuem um respaldo financeiro mais robusto para investir em inovação e tecnologia.

Sendo assim, conclui-se que no caso brasileiro é necessário que haja um comprometimento governamental maior para elevar o PIB per capita e, conseqüentemente, os investimentos públicos em P&D, com o intuito de aumentar a produção de bens inovadores e de alta tecnologia; o que deve gerar, por conseguinte, um maior número de exportação de bens de alta tecnologia. Tais medidas podem fortalecer o envolvimento e a interação entre empresas, centros de pesquisa e universidades, instituições positivamente relacionadas com o desenvolvimento de inovação.

Como sugestões para futuros estudos, recomenda-se reaplicar a análise englobando um maior número de países, assim como um maior número de variáveis. As variáveis “desempenho de alunos no PISA” e “número de engenheiros”, que não puderam ser incluídas nesta análise por falta de dados a respeito dos países da amostra, são possíveis indicadores que podem ajudar a prever o quanto um país pode ser inovador.

## Referências

- BOTELHO, M. R. A.; MAIA, A. F. S.; PIRES L. A. V. Inovação e porte das empresas: evidências sobre a experiência internacional e brasileira. **Revista de Economia**, v.38, n.1 (36), p. 189-210, jan./abr. 2012.
- DAVILA, T.; EPSTEIN, M. J.; SHELTON, R. D. **As regras da inovação**: como gerenciar, como medir e como lucrar. Bookman: Porto Alegre, 2007.
- DURHAM, E. R.; SAMPAIO, H. **O ensino privado no Brasil**. São Paulo: Núcleo de Pesquisas sobre o Ensino Superior (NUPES/USP), 1995.
- DYER, J.; GREGERSEN, H.; CHRISTENSEN, C. M. **DNA do inovador**: dominando as 5 habilidades dos inovadores de ruptura. HSM, 2012.
- FELDMANN, P. R. O atraso tecnológico da América Latina como decorrência de aspectos geográficos e de fatores microeconômicos interligados. **Economia e Sociedade**, Campinas, v.18, n.1(35), p.119-139, abr. 2009.
- FELDMANN, P. R. **A busca de conhecimento externo à empresa como um meio para obtenção de vantagem competitiva**: estudos de casos de utilização de inovação aberta em empresas industriais brasileiras. 2015. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, 2015.
- KELLEY, T.; LITTMAN, J. **As 10 faces da inovação**. Elsevier, 2007.
- MAITAL, S.; SESHADRI, D. V. R. **Innovation management**: strategies, concepts and tools for growth and profit. SAGE Publications, 2013.
- MIDGLEY, D. **The innovation manual**: integrated strategies and practical tools for bringing value innovation to the market. Wiley, 2009.
- MOREIRA FILHO, A. Incentivos fiscais e inovação. **Valor Econômico**. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/legislacao/3591592/incentivos-fiscais-e-inovacao#comments>>. Último acesso em 24 de junho de 2015.
- PORTER, M. R.; STERN, S. Inovação e localização de mãos dadas, **HSM Management**, jan./fev. 2002
- PROCHNIK, V.; ARAÚJO, R. D. Uma análise do baixo grau de inovação na indústria brasileira a partir do estudo das firmas menos inovadoras. In: XXXIII Encontro Nacional de Economia, 2005, Natal. XXXIII Encontro Nacional de Economia, ANPEC, 2005.
- ROMER, P. **Paul Romer defende governos fortes e com papel de RH**. Revista Exame, 14 de setembro de 2012. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/economia/noticias/paul-romer-defende-governos-fortes-e-com-papel-de-rh>>. Último acesso em 23 de agosto de 2014.
- ROMER, P. Two strategies for economic development: using ideas and producing ideas. In: **World Bank**, Annual Conference on Economic Development, Washington D.C., 1992.
- STIGLITZ, J. E. **Introdução à microeconomia**. São Paulo: Campus, 2003.



## Apêndice

País	Ranking de Inovação	Número de grandes empresas	PIB per capita	Gastos públicos com educação (%PIB)
África do Sul	37,6	5	6.618	
Alemanha	55,83	20	45.085	
Arábia Saudita	41,21	3	25.852	
Austrália	53,07	12	67.468	
Bélgica	52,49	1	45.387	
Brasil	36,33	10	11.208	
Canadá	57,6	26	51.911	
Catar	41	2	93.352	
Chile	40,58	1	15.732	
China	44,66	23	6.807	
Coreia do Sul	53,31	5	25.977	
Dinamarca	58,34	2	58.930	
Emirados Árabes Unidos	41,87	1	41.692	
Espanha	49,41	6	29.118	
Estados Unidos	60,31	184	53.143	
Finlândia	59,51	1	47.219	
França	52,83	24	41.421	
Holanda	61,14	7	47.617	
Índia	36,17	12	1.499	
Indonésia	31,95	5	3.475	
Israel	55,98	1	36.151	
Itália	47,85	7	34.619	
Japão	52,23	34	38.492	
Malásia	46,92	1	10.514	
México	36,82	5	10.307	
Noruega	55,64	3	100.819	
Reino Unido	61,25	36	39.351	
Rússia	37,2	8	14.612	
Singapura	59,41	4	55.182	
Suécia	61,36	10	58.164	
Suíça	66,59	13	80.528	
Tailândia	37,63	5	5.779	

