



## **ESTUDO COMPARATIVO DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA: BRASIL, BRICS E PRINCIPAIS PAÍSES DA OCDE**

**Vanderli Fava de Oliveira** – vanderli@acessa.com

Universidade Federal de Juiz de Fora – Faculdade de Engenharia  
Observatório da Educação em Engenharia – Campus da UFJF  
36016-000 – Juiz de Fora - MG

**Nival Nunes de Almeida** – nivalnunes@yahoo.com.br

Universidade do Estado do Rio de Janeiro  
Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro  
22451-900 – Rio de Janeiro - RJ

**Luiz Carlos Scavarda do Carmo** – scavarda@puc-rio.br

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro  
22451-900 – Rio de Janeiro - RJ

**Resumo:** *O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo comparativo entre a formação (graduação e pós-graduação) em Engenharia no Brasil e nos principais países da OCDE (Organization for Economic Co-operation and Development) e dos BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China) em termos de número de instituições, de professores e de estudantes matriculados em cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia públicos e privados, assim como, as taxas de estudantes por habitantes e taxas de publicações e de patentes internacionais. A principal fonte de dados foi o trabalho “World Bank International Benchmarking Study” para o qual os dados brasileiros foram fornecidos pelo Observatório da Educação em Engenharia (UFJF), que foram organizados com base nos dados disponíveis nos portais do INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira) e da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Tais estudos mostram que o Brasil apresenta índices de formandos, pós-graduandos e de produção acadêmica inferiores aos países da OCDE e à China, necessitando de mais e melhores engenheiros para continuar se desenvolvendo econômica e socialmente.*

**Palavras-chave:** *Educação em Engenharia, Cursos de Engenharia, Vagas em Engenharia Comparação Internacional.*

### **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil vem apresentando um crescimento do seu Produto Interno Bruto (PIB) que o coloca hoje como a sexta maior economia mundial, atrás apenas da França (5º), Alemanha (4º), Japão (3º), China (2º) e Estados Unidos (1º), conforme tem sido noticiado pela imprensa nacional e internacional. Embora seja considerado a 6ª economia do mundo, em termos de

Realização:

 **ABENGE**

Organização:

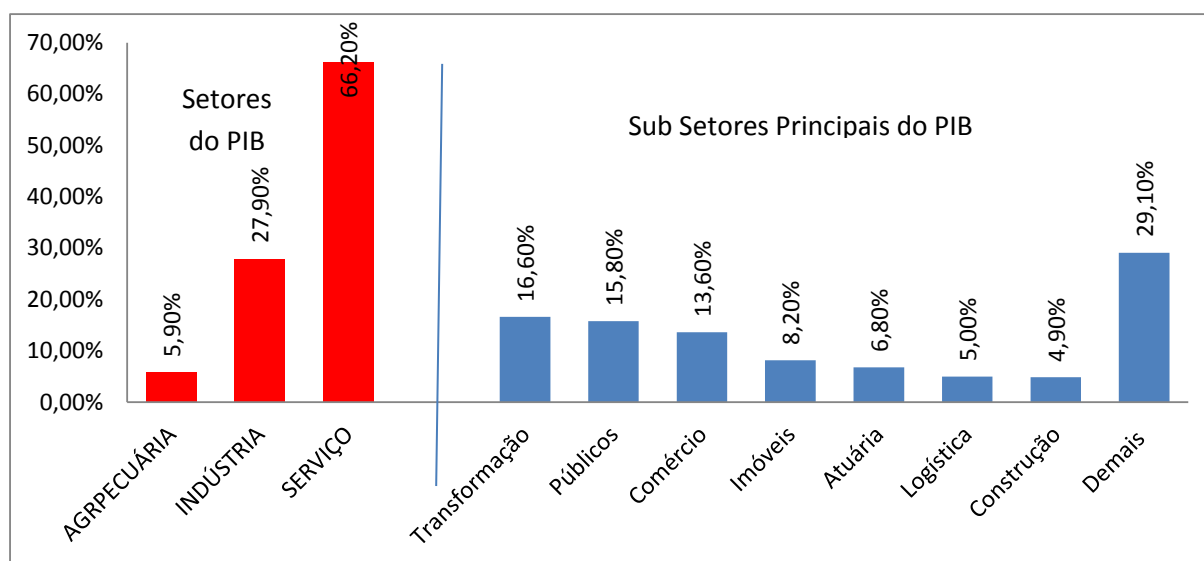


**O ENGENHEIRO  
PROFESSOR E O  
DESAFIO DE EDUCAR**



PIB per capita, o Brasil é o 47º do mundo, com US\$ 9.390 de renda anual por habitante média.

Sobre o PIB Brasileiro (figura 1), o setor com o maior percentual na sua composição é o de Serviços, que responde por aproximadamente 66% do total, cabendo à Indústria cerca de 28% e os restantes 6% à Agropecuária. Destes setores, o que emprega mais diretamente o desenvolvimento de tecnologia em seus produtos é o Industrial, sendo que os outros dois setores, de Serviços e de Agropecuária, são mais usuários do que propriamente produtores de tecnologia. Disso, pode-se concluir que o setor mais dependente da Engenharia é o Industrial, embora os outros dois setores, cada vez mais, utilizem-se da Engenharia para o seu desenvolvimento, enquanto atividade econômica.



Fonte: Organizado pelo Observatório da Educação em Engenharia (UFJF) com base nos dados constante do portal [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), novembro/2011.

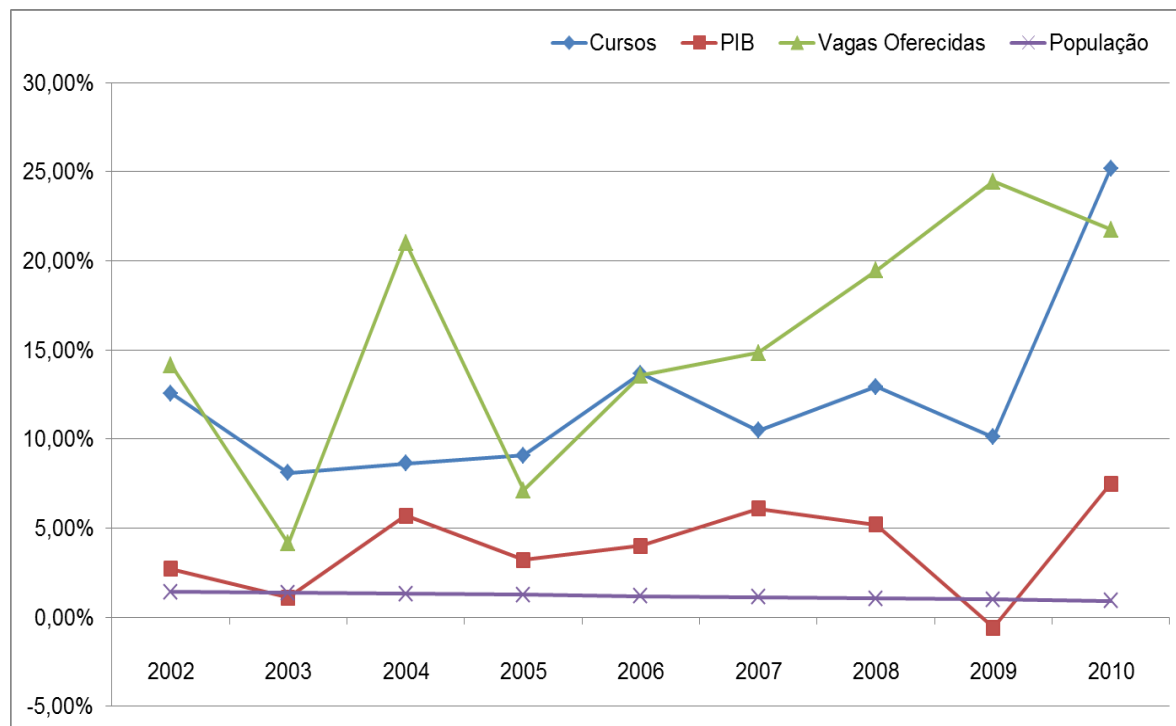
Figura 01 – Distribuição percentual dos setores (Agropecuária, Indústria e Serviços) e dos sete principais subsetores de atividades do Brasil (PIB de 2008)

Não é difícil verificar que o Brasil não tem produtos nacionais eletro-eletrônicos ou metal-mecânicos com inserção internacional tão significativos quanto os produtos dos chamados países desenvolvidos. Dentro do setor Industrial a atividade econômica que responde pela maior fatia do PIB é o de transformação (figura 1) com cerca de 17%, ficando a construção civil com aproximadamente 5%, a indústria extrativa com 3% e a produção e distribuição de eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana com os restantes 3%. Essas atividades são as mais relacionadas à tecnologia e à Engenharia e não são tão expressivas dentro do PIB quanto o setor de serviços. Isto pode significar que a continuidade do crescimento econômico do país esteja intrinsecamente relacionada com o desenvolvimento tecnológico, portanto necessitando, entre outros, de mais pessoal com formação na área de tecnologia e engenharia.

De todo modo, deve-se registrar que nos últimos 15 anos o Brasil vem apresentando crescimento significativo de número de instituições e de cursos superiores o que, certamente guarda relação no crescimento PIB. A figura 2 mostra que o crescimento percentual anual do



numero de cursos e vagas na área de engenharia, é maior do que o crescimento percentual anual do PIB e da população.



Fonte: Organizado pelos autores com base nos dados constantes dos portais: emec.mec.gov.br, [www.inep.gov.br](http://www.inep.gov.br), [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br), novembro/2011.

Figura 2 - Crescimento percentual anual de cursos, vagas, população e PIB

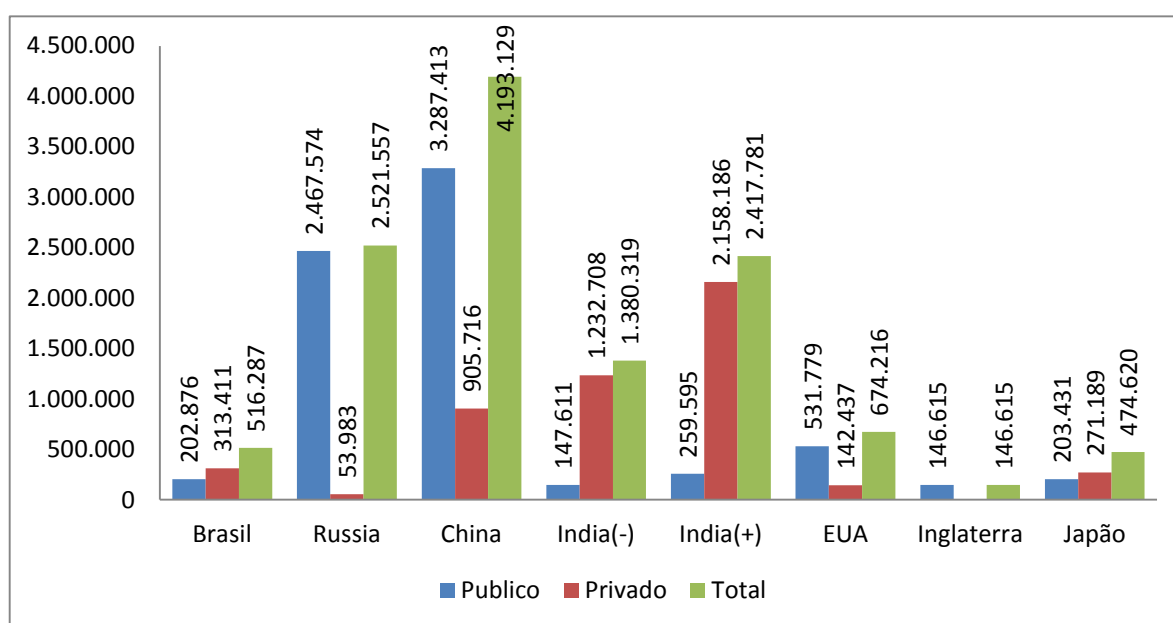
Ao par disso, esse trabalho pretende apresentar um estudo comparativo entre a formação em Engenharia no Brasil e em países da OCDE (Organization for Economic Co-operation and Development), no caso, representados pelos Estados Unidos, Inglaterra e Japão e nos países do chamado BRICs (Brasil, Rússia, Índia e China). Esta comparação se dá em termos de número de instituições que possuem cursos de engenharia, de professores, de estudantes matriculados nestes cursos de graduação e pós-graduação, assim como, taxas de publicações e de patentes internacionais na área.

A principal fonte de dados para este é o trabalho é o “World Bank International Benchmarking Study (2012)”. Neste trabalho do Banco Mundial os dados brasileiros foram fornecidos pelo Observatório da Educação em Engenharia da Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora com base nos dados disponíveis nos portais do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP, 2012) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, 2012). Os dados do Brasil referem-se aos cursos de Graduação e Pós Graduação stricto sensu em Engenharia. Nos demais países, tanto da OCDE quanto dos BRICs podem estar incluídos outros cursos superiores da área de tecnologia. Na fonte consultada sobre os dados da OCDE e do BRICs, não está claro se são somente cursos de Engenharia estão inseridos, ou se outros cursos da área de Tecnologia foram computados.



## 2. FORMAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL, BRICS E OCDE

Inicialmente é importante esclarecer que, em termos de categorias administrativas as instituições públicas e privadas não são necessariamente organizadas e mantidas nos demais países como no Brasil. Nos países da OCDE, os cursos das instituições pública ou privadas são pagos. Pela figura 3 verifica-se que dos países da OCDE estudados, somente o Japão tem mais matrículas na rede privada do que na rede pública, enquanto nos BRICs, Brasil e Índia possuem mais alunos da área de tecnologia matriculados na rede privada. O somatório de todas as matrículas de todos os países, mostra que há mais matrículas em instituições públicas, mais de sete milhões, do que na rede privada, cerca de cinco milhões.



Fonte: World Bank International Benchmarking Study, 2012

Brasil: Apenas cursos de Engenharia e pós-graduação somente stricto sensu. INEP, 2010

Índia: foram consideradas duas estimativas uma “otimista” e outra “pessimista”.

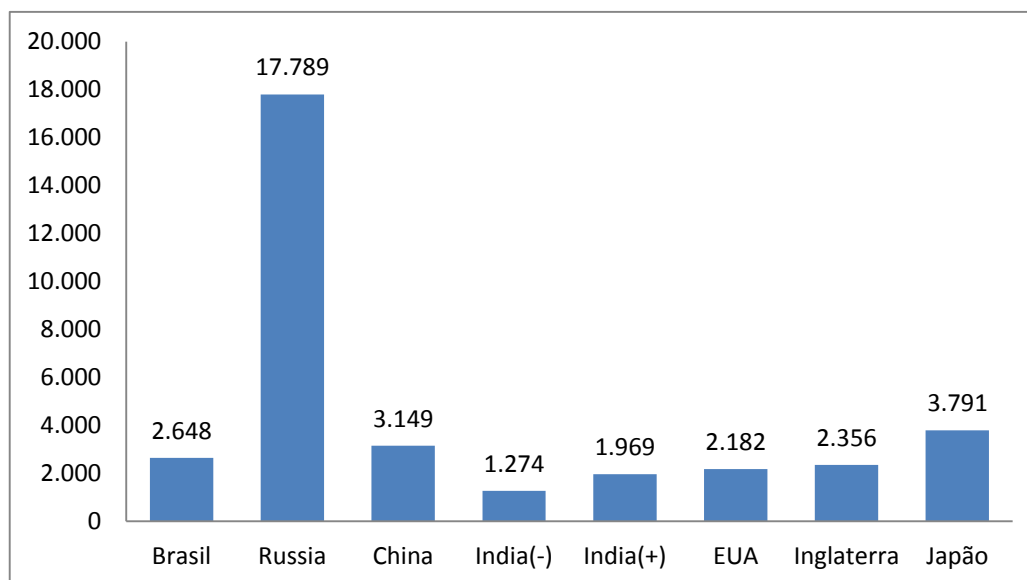
Figura 03 – Total de estudantes matriculados nos cursos de Graduação e Pós-Graduação da área de Tecnologia (público, privado e total).

Em termos de número de alunos matriculados em cursos de graduação e pós graduação, da área de Tecnologia (figuras 3 e 4), verifica-se que o Brasil, quando se considera o número de matrículas proporcionalmente à população (2.648/milhão), não pode ser considerado como muito defasado em relação aos demais países, exceto se comparado com a Rússia (17.789/milhão). No ano considerado neste trabalho (2010), o Brasil tinha 516.287 alunos matriculados em cursos de graduação e pós-graduação em Engenharia.

O que diferencia o Brasil, pelo menos dos países da OCDE, é que este índice de 2.648 estudantes de engenharia por milhão de habitantes (figura 4), só foi conseguido recentemente (figura 2), enquanto que os países da OCDE já vêm com esta proporção há vários anos, ou seja, o Brasil, provavelmente dispõe de um contingente de engenheiros atuando no mercado proporcionalmente bastante menor do que os países da OCDE. Outra decorrência disso é que, certamente, a proporção de engenheiros “seniores” no país é bem menor do que nestes países. Não se tem dados dos demais BRICs sobre essa evolução.



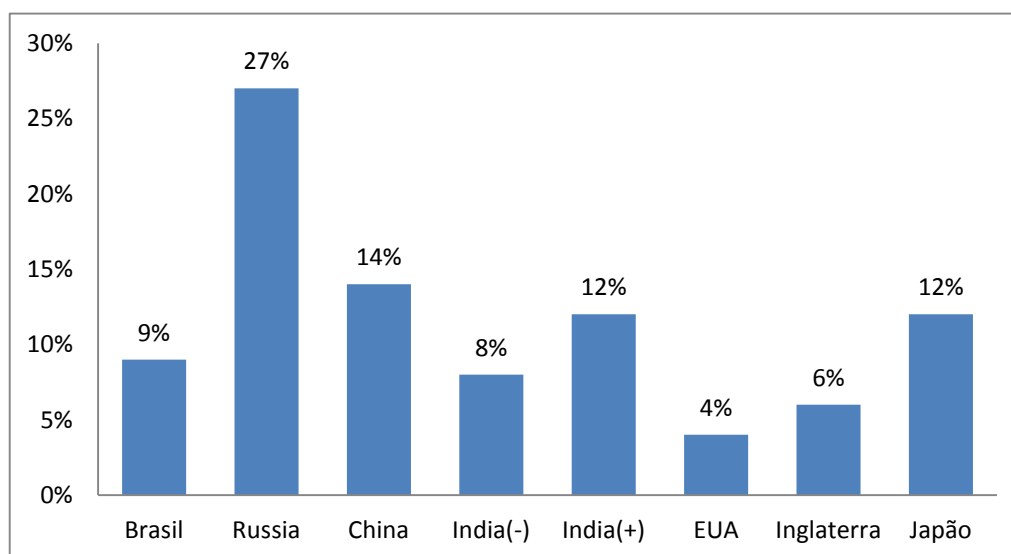
No que se refere ao percentual de matriculados na área de tecnologia em relação ao total de estudantes matriculados na educação superior (figura 5), o Brasil apresenta o menor percentual dos BRICs o que pode significar que, nestes países, o investimento em formação de pessoal da área tecnológica (nível superior) é maior do que no Brasil. Estados Unidos e Inglaterra tem percentual de matriculados na área menor do que o Brasil, mas sabidamente estes países são considerados como desenvolvidos tecnologicamente.



Fonte: World Bank International Benchmarking Study, 2012

Brasil: Apenas cursos de Engenharia e pós-graduação somente stricto sensu. INEP, 2010

Figura 04 – Número de estudantes matriculados nos cursos de Graduação e Pós-Graduação da área de Tecnologia por milhão de habitantes.



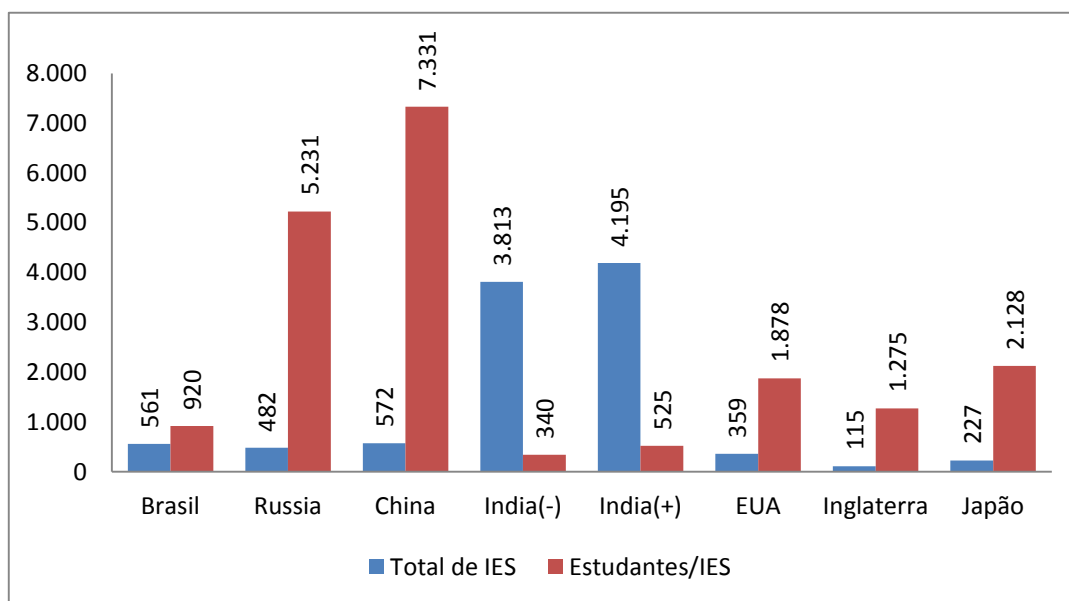
Fonte: World Bank International Benchmarking Study, 2012

Brasil: Apenas cursos de Engenharia e pós-graduação somente stricto sensu. INEP, 2010

Figura 05 – Percentual de alunos matriculados em cursos da área de Tecnologia em relação ao total de alunos matriculados em curso superior.



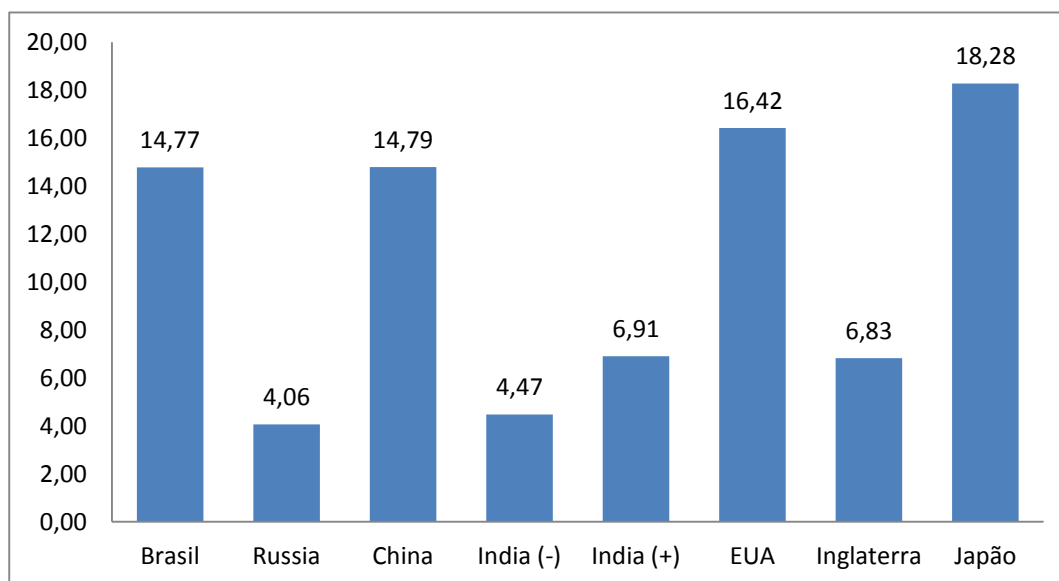
Pelo que consta da figura 06 a China e a Rússia possuem a maior média de estudantes matriculados em cursos da área tecnológica por instituição, indicando a existência de grandes instituições formadoras de pessoal de nível superior na área tecnológica. No Brasil e na Índia, verifica-se uma média menor do que mil matriculados por instituição, o que indica a predominância de pequenas instituições formadoras de pessoal para a área tecnológica em cursos superiores.



Fonte: World Bank International Benchmarking Study, 2012

Brasil: Apenas cursos de Engenharia e pós-graduação somente stricto sensu. INEP, 2010

Figura 06 – Número de Instituições de Educação Superior (IES) com cursos da área de Tecnologia e número médio de alunos matriculados por IES.



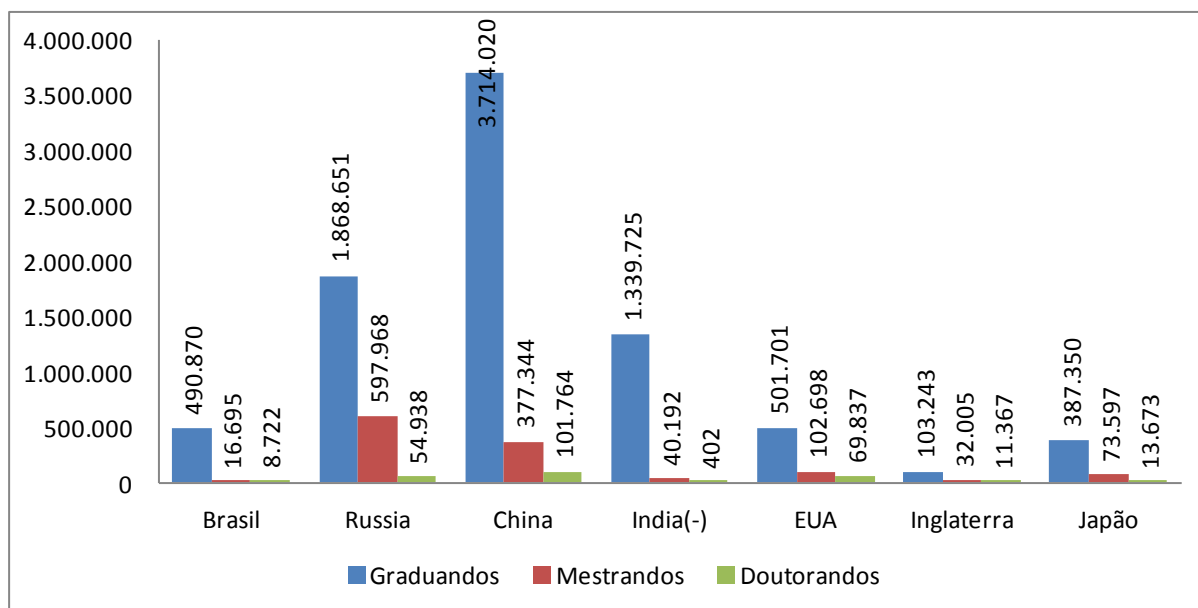
Fonte: World Bank International Benchmarking Study, 2012

Brasil: Apenas cursos de Engenharia e pós-graduação somente stricto sensu. INEP, 2010

Figura 07 – Número de Estudantes por Professores nos cursos da área de Tecnologia

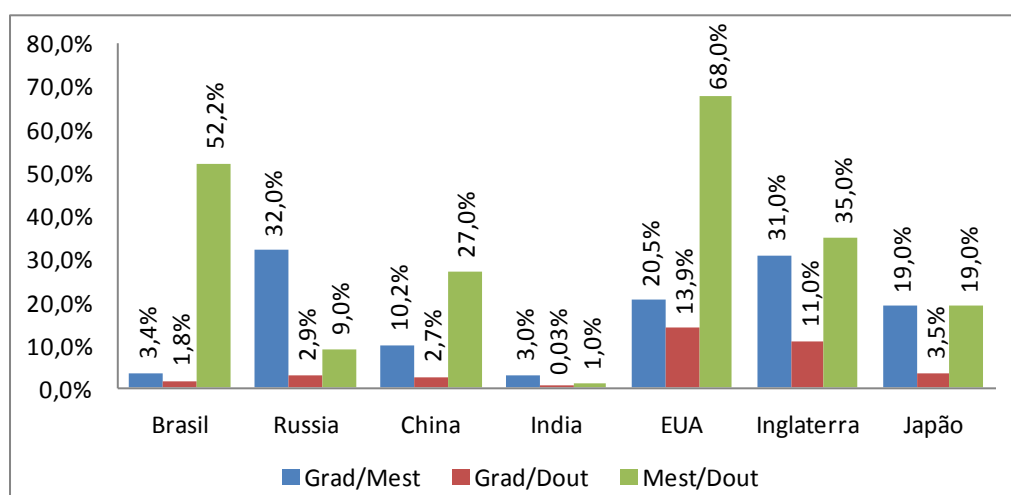


Em termos da relação número médio de estudantes por docentes (figura 7) verifica-se ainda que o Brasil e os países do BRICs têm menos estudantes por professores do que os países da OCDE, excetuando-se a Inglaterra. Deve-se considerar que no Brasil, no desenvolvimento da atividade relacionada à sala de aula o professor atua praticamente sozinho, enquanto que em outros países o professor, via de regra, conta com auxiliares diretos para essa tarefa.



Fonte: Baseado em dados do World Bank International Benchmarking Study, 2012  
 Brasil: Apenas cursos de Engenharia e pós-graduação somente stricto sensu. INEP, 2010

Figura 08 – Número de matriculados em cursos de Graduação, Mestrados e Doutorados da área de Tecnologia (calculados em função de percentuais do World Bank)

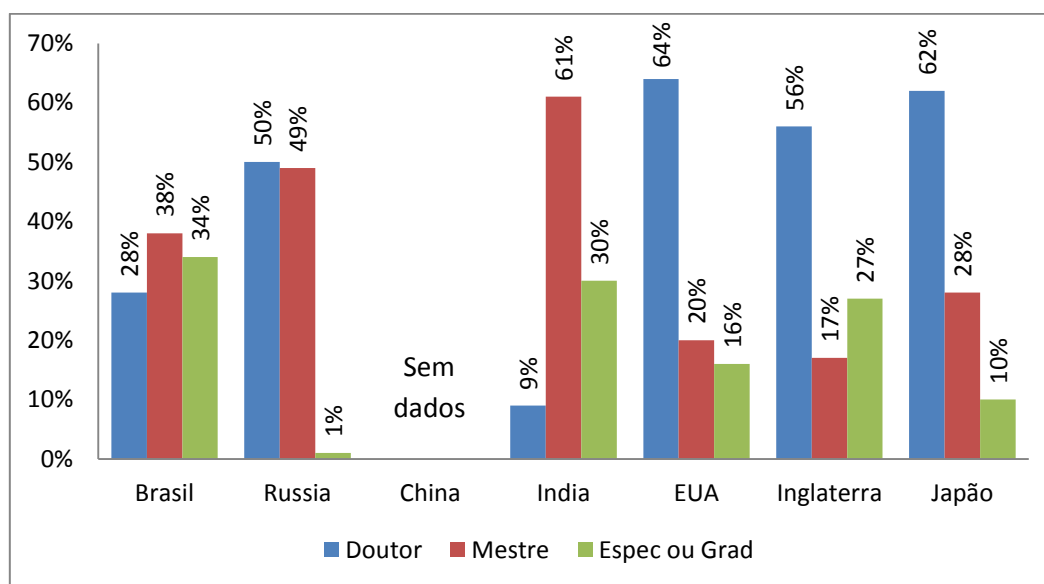


Fonte: World Bank International Benchmarking Study, 2012  
 Brasil: Apenas cursos de Engenharia e pós-graduação somente stricto sensu. INEP, 2010

Figura 09 – Taxas de Sucessos: Percentuais de Mestrandos/Graduandos, Doutorandos/Graduandos e Doutorandos/Mestrandos

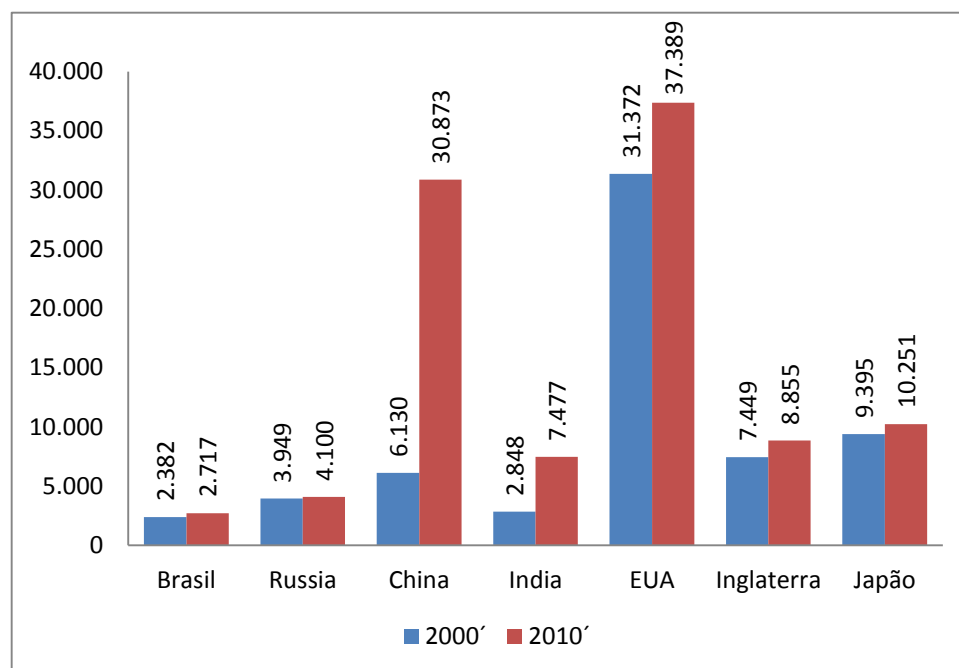


Observa-se que o Brasil é o que apresenta o menor número de mestrandos e doutorandos na área de tecnologia (figura 8) e a Rússia e Inglaterra são os países que apresentam a maior taxa de mestrandos na área de tecnologia (figura 9) em relação aos graduandos da mesma área, enquanto EUA e Brasil apresentam as maiores taxas de doutorandos sobre mestrandos da área. O Brasil tem também a mais baixa taxa de mestrandos em relação a graduandos, no entanto, mais da metade destes mestrandos acabam cursando doutorado.



Fonte: World Bank International Benchmarking Study, 2012

Figura 10 – Percentual de Titulação dos Docentes dos cursos da área de Tecnologia



Fonte: World Bank International Benchmarking Study, 2012 que baseou-se em Thomson Reuters Web of Science (included databases: SCI- EXPANDED, SSCI, A&HCI)

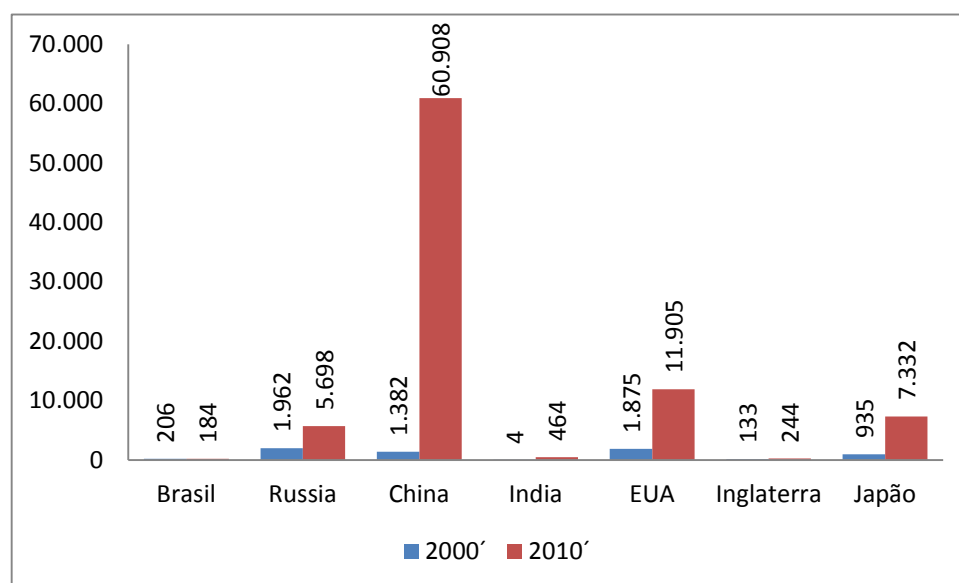
Figura 11 – Número de Artigos publicados na área de Engenharia em 2010 e 2011





Os baixos números de matriculados nos cursos de mestrado e doutorado da área de Engenharia têm reflexos imediatos nos percentuais de titulação dos docentes dos cursos de Engenharia do Brasil (figura 10). O percentual de doutores que atuam nos cursos de Engenharia corresponde a cerca da metade do verificado nos países da OCDE.

Os países do BRICs, na média, publicam bem menos do que os países da OCDE, exceto a China que só publica menos do que os Estados Unidos e dentre os BRICs, o Brasil é o país que menos publica artigos na área da tecnologia (figura 11). Isto também pode ser reflexo do baixo número de matrículas nos cursos de Mestrado e Doutorado no Brasil.



Fonte: World Bank International Benchmarking Study, 2012 que baseou-se em Thomson Reuters Web of Science (included databases: SCI- EXPANDED, SSCI, A&HCI)

Figura 12 – Número de Patentes registradas na área de Engenharia em 2000 e 2010

Em termos de depósito de patentes (figura 12), o Brasil é o que menos produz na área de tecnologia dentre os países analisados da OCDE e do BRICs. A correspondência entre publicações e patentes no Brasil, é cerca de 10% apenas.

Segundo o Portal Brasil (2012), o Brasil é o 11º na produção científica mundial, consideradas todas as áreas do conhecimento, no entanto, em termos de depositantes de patentes, o Brasil só ocupa a 24ª posição segundo consta do Portal Inova Unicamp (2012). Todos os países da OCDE e os BRICs analisados neste trabalho estão à frente do Brasil: EUA (1º), Japão (2º), China (4º), Inglaterra (7º), Índia (17º) e Rússia (24º).

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A imprensa tem noticiado a partir de entrevistas com estudiosos e empregadores da área, que no Brasil há falta de Engenheiros para atender às necessidades do mercado de trabalho em diversas áreas e também de mestres e doutores em Engenharia para atenderem às necessidades de desenvolvimento tecnológico e de formação de novos engenheiros. De outro lado, os estudos do IPEA publicados na Revista Radar Nº 6 concluíram que “o atual ritmo de formação de engenheiros seria, à primeira vista, suficiente para suprir o requerimento técnico que se projeta para as ocupações típicas desta área” (NASCIMENTO & OUTROS, 2011).



Posteriormente, a Revista Radar Nº 12 apresentou outro estudo (GUSSO, ARAÚJO e MACIENTE, 2011), indicando que poderia haver engenheiros suficientes para atender à demanda atual, que visto que, “o deslocamento, no passado, de um grande número de engenheiros para ocupações não específicas de engenharia é uma evidência deste excedente” (GUSSO, ARAÚJO e MACIENTE, 2011). Há neste estudo do IPEA indícios de que se parte do pressuposto de que um país só precisa de engenheiros para atuar nas áreas consideradas como estritas da engenharia.

Os dados utilizados no estudo do IPEA sobre registros de profissionais em engenharia atuando no mercado de trabalho, certamente que não contabilizam devidamente, por exemplo, os proprietários de empresas de engenharia. Encontra-se ainda no país, muitas pequenas empresas que desenvolvem atividades de engenharia e cujo dono é o próprio engenheiro que exerce a atividade de gestor e de técnico e que não constam dos registros como engenheiros e sim como empresários. Também subsiste uma significativa parcela de engenheiros contratados como analistas, gerentes, supervisores, entre outros, mas que exercem atividades de engenharia ou relacionadas a estas.

Há ainda muitos engenheiros contratados pelo setor financeiro, pelo comércio, ou exercendo atividades que, em princípio, não estariam no escopo da formação em engenharia. Evidentemente que muitos destes são contratados mais pelos atributos do que pela formação, no entanto, esta não deixa de pesar enquanto parte do perfil profissional requerido pelo contratante. De fato, a formação em engenharia, a partir do estudo da matemática, da física, da representação gráfica, computação, ciências dos materiais, entre outros, permite o desenvolvimento de habilidades de raciocínio lógico, visão espacial, estruturação de componentes de produtos, encadeamento de atividades, dentre outras, que possibilitam a formação de competências aplicáveis a diversos setores além dos considerados como estritos da engenharia.

É necessário entender melhor qual é o verdadeiro papel do engenheiro numa sociedade. O perfil profissional do engenheiro é necessário ao país não só na atividade própria da engenharia, mas também em diversas outras atividades que precisam da natureza do conhecimento desenvolvida na formação e na atuação profissional do engenheiro. Além disso, não se pode prescindir desse perfil profissional como parte do sistema de tomada de decisão no país.

Um exemplo emblemático é a China que tem dentre os 9 membros do Politburo (a mais alta instância de decisão do país) 8 são engenheiros, inclusive Hu Jintao atual presidente do país. No Brasil o legislativo é composto majoritariamente por advogados, o que acaba se estendendo para outras áreas de poder e de tomada de decisão. Talvez disso se explique o atual cipoal de leis que vigoram. Anualmente são formados perto de 100 mil advogados e apenas cerca de 50 mil engenheiros no Brasil, proporção esta que não se verifica em países desenvolvidos.

O país precisa de mais talentos que possam trabalhar em produtos de valor agregado das indústrias secundária e terciária. O Brasil é um importante produtor de commodities, como minérios, petróleo, grãos e carne. Nisso a engenharia tem contribuído mais no desenvolvimento de melhores processos que permitem a produção eficiente de produtos primários em ambientes distintos. Isso explica em parte o grande crescimento da Engenharia de Produção.

Ao se analisar os países estudados neste trabalho, não é difícil concluir que a formação em Engenharia é indutor de desenvolvimento como ocorre nos BRICs, principalmente na



CHINA e também fundamental para que se mantenha o nível de desenvolvimento, como é o caso dos países da OCDE.

Deste estudo pode-se depreender que, se o Brasil pretende atingir o mesmo patamar tecnológico dos países da OCDE, deve investir pesadamente na formação em Engenharia aumentando vagas e cursos. Simultaneamente, deve buscar melhorar a qualidade desses cursos implementando melhores processos de formação e investindo na capacitação dos docentes da área, ou seja, o país precisa formar “mais e melhores engenheiros” para galgar novos patamares, não só tecnológicos, mas também em termos de desenvolvimento econômico, social e político.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BLOM, Andreas & SAEKI, Hiroshi. Employability and Skill Set of Newly Graduated Engineers in India Banco Mundial. Disponível em [econ.worldbank.org](http://econ.worldbank.org) – acessado em maio/2012.

GUSSO, Divonzir. A & NASCIMENTO, Paulo A. M M. Contexto e dimensionamento da formação de pessoal técnico-científico e de engenheiros. Revista Radar N° 12 (Publicação do Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada – IPEA), 2011.

MACIENTE, Aguinaldo N. & ARAÚJO, Thiago C. A. Demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal. Revista Radar N° 12 (Publicação do Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada – IPEA), 2011

NASCIMENTO, P. A. M. M., GUSSO, D. A., MACIENTE, A. N., ARAÚJO, T. C. SILVA, A. P. T. Escassez de engenheiros: realmente um risco? Revista Radar N° 6 (Publicação do Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada – IPEA), 2011.

PEREIRA, Rafael H. M. & ARAÚJO, Thiago .C. Oferta de Engenheiros e Profissionais afins no Brasil: Resultados de projeções iniciais para 2020 Revista Radar N° 12 (Publicação do Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada – IPEA), 2011

Portal Brasil, Produção científica. Disponível em [www.brasil.gov.br/sobre/ciencia-e-tecnologia/fomento-e-apoio/producao-cientifica](http://www.brasil.gov.br/sobre/ciencia-e-tecnologia/fomento-e-apoio/producao-cientifica) – acessada em maio/2012.

Portal do IBGE ([www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)) – acessado em março de 2012.

Portal do INEP ([www.inep.gov.br](http://www.inep.gov.br)) – acessado em março de 2012.

Portal Inova Unicamp ([www.inovacao.unicamp.br](http://www.inovacao.unicamp.br)), Depósito de patentes do Brasil no exterior cresceu 17% em 2011 – acessada em maio/2012.

World Bank International Benchmarking Study (2012)

Agradecimentos a Hiroshi Saoki e Saori Imaizume: Consultores Educacionais do World Bank Education team at Human Development Unit in South Asia Region, que coordenaram o trabalho: World Bank International Benchmarking Study, 2012



**Abstract:** *The aim of this paper is to present a comparative study between the formation (undergraduate and graduate) in Engineering in Brazil and in the main OECD countries (Organization for Economic Co-operation and Development) and the BRICs (Brazil, Russia, India and China ) in terms of number of institutions, teachers and students registered in undergraduate and graduate engineering public and private, as well as rates for residents and students of publications and international patents. The main data source was the work "World Bank International Benchmarking Study" for which data were provided by the Brazilian Observatory of Engineering Education (UFJF), which were organized on the basis of data available on the websites of INEP (National Institute of Studies Research Anísio Teixeira) and CAPES (Coordination of Improvement of Higher Education Personnel). These studies show that Brazil's rates of graduates, postgraduates and academic production below the OECD countries and China, which needs more and better engineers to continue developing.*

**Key-words:** *Engineering Education, Schools of Engineering, Engineering Students, International Comparison*