



Revista Tecnologia e Sociedade

ISSN: 1809-0044

rts-ct@utfpr.edu.br

Universidade Tecnológica Federal do
Paraná
Brasil

Barzellay Ferreira da Costa, Bruno

A qualidade da educação em engenharia e seus impactos no desenvolvimento
econômico brasileiro

Revista Tecnologia e Sociedade, vol. 13, núm. 28, mayo-agosto, 2017, pp. 18-36

Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Curitiba, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=496654015003>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

A qualidade da educação em engenharia e seus impactos no desenvolvimento econômico brasileiro

RESUMO

Bruno Barzellay Ferreira da Costa
brunoenguff@bol.com.br
Universidade Federal do Rio de Janeiro,
Macaé, Rio de Janeiro, Brasil.

A crise econômica atualmente vivenciada pelo Brasil afeta profundamente o setor de engenharia, dependente direto de investimentos em infraestrutura, usualmente escassos em épocas de adversidade. Logo, este trabalho visa analisar como a qualidade do ensino de engenharia pode influenciar no desenvolvimento do país. Para tanto, optou-se por uma pesquisa exploratória, com consultas a relatórios publicados por organismos internacionais e a bancos de dados de instituições de pesquisa e estatística. Os resultados indicam que a engenharia brasileira não deve seguir na dependência de projetos de infraestrutura, mas dedicar-se também à inovação, buscando a introdução na chamada economia do conhecimento. Conclui-se que isto só será possível mediante a modernização dos currículos de engenharia, de forma a preparar os estudantes para o desafio de assumir a vanguarda deste movimento. O artigo procura contribuir para a conscientização de gestores e docentes quanto à premência desta reformulação, que já está em curso nas melhores instituições de ensino do mundo.

PALAVRAS-CHAVE: Engenharia. Qualidade de Ensino. Inovação. Economia. Desenvolvimento.

INTRODUÇÃO

A melhor colocação já ocupada pelo Brasil no ranking das maiores economias do mundo foi a 6ª posição, obtida no ano de 2011, quando o Produto Interno Bruto (PIB) do país era superado somente por potências como Estados Unidos, China, Japão, Alemanha e França. Contudo, em 2012, uma posição foi perdida para o Reino Unido e, em 2015 o país caiu mais duas posições, sendo ultrapassado pela Índia e pela Itália. Com isso, o Brasil assume a 9ª colocação, regredindo ao patamar ocupado há cerca de uma década (FMI, 2015). O estudo supracitado indica ainda, através de projeções, que esta situação deve perdurar ao menos até o ano de 2020, não apresentando, portanto, perspectivas de melhoria econômica em curto prazo.

Apesar de figurar dentre as grandes potências econômicas mundiais em termos de PIB total, quando consideramos o PIB per capita, índice que afere a real riqueza de seus habitantes, o Brasil ocupa a 79ª colocação dentre as 185 nações analisadas, situando-se atrás de países que se encontram em profunda crise econômica e financeira há anos, como Argentina (56ª colocada) e Venezuela (70ª colocada). Este aspecto é suficiente para classificar o Brasil como um país subdesenvolvido, além de ressaltar a incerteza quanto à sua condição de nação emergente. Países em desenvolvimento devem apresentar características específicas que apontem para um crescimento gradual de suas economias, tal qual a paulatina abertura econômica, o avanço da industrialização, o forte crescimento do setor terciário, a evolução da qualidade de vida da população, e o aumento dos investimentos internacionais no mercado local, propriedades que não são observadas em períodos de estagnação política e econômica.

O atual cenário é ruim para um país altamente dependente das commodities, que possuem uma variação de preço extremamente volátil, oscilando em função da relação oferta-demanda do mercado internacional. Consequentemente, qualquer distúrbio nas taxas de exportação, seja por motivação interna ou externa, afeta diretamente a economia nacional. Sendo assim, especialistas defendem maiores investimentos em inovação e tecnologia como ferramenta para alavancar uma economia sustentável no Brasil. Contudo, para que seja possível alcançar esta meta, é indispensável o resgate da educação, desde o ensino básico até o ensino superior, possibilitando a preparação de recursos humanos em quantidade e qualidade suficientes para a produção de pesquisas que apresentem resultados relevantes.

Neste contexto, a formação de engenheiros adquire uma condição de destaque, visto que, devido à natureza extremamente técnica de sua instrução, esses profissionais possuem um alto potencial de impulsionar o desenvolvimento tecnológico e econômico de um país. Portanto, este artigo visa analisar como a quantidade de engenheiros graduados e a qualidade das instituições de ensino nacionais que oferecem cursos de engenharia podem influenciar no progresso do país. Para tanto, optou-se por uma pesquisa exploratória, com consultas a relatórios publicados por organismos internacionais e a bancos de dados de instituições de pesquisa e estatística, de forma a possibilitar a elaboração de um quadro atual referente à condição do ensino de engenharia no Brasil.

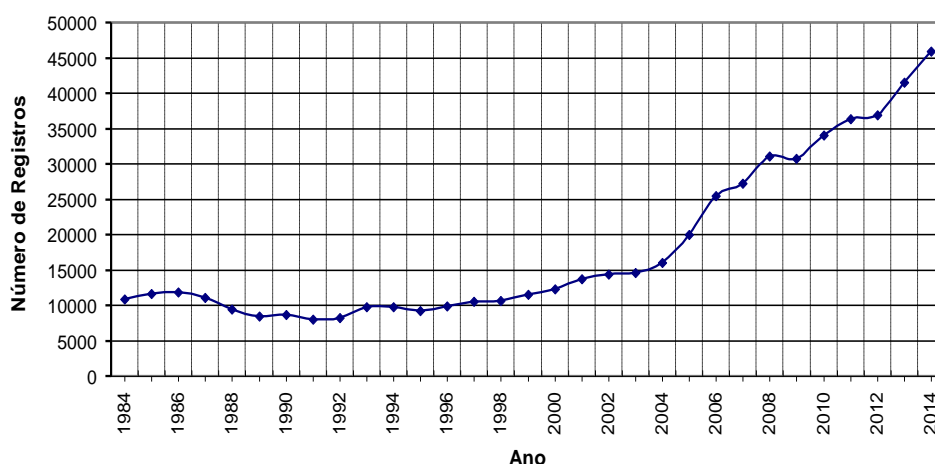
A IMPORTÂNCIA DOS ENGENHEIROS NO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO REGIONAL E NACIONAL

A formação em engenharia deveria proporcionar ao futuro profissional uma visão sistêmica acerca do funcionamento da sociedade dentro da qual ele está inserido. A extensa gama de conhecimentos técnicos e gerenciais a qual o aluno é submetido durante sua instrução deve permitir a potencialização de competências importantes para a criação e produção de bens de grande valor agregado, estreitando a conexão existente entre o índice de desenvolvimento da engenharia de um país e sua capacidade de inovação tecnológica e competitividade industrial.

Conclui-se então, que a nação que deseja se projetar internacionalmente necessita de um modelo educacional apropriado para a formação de engenheiros capacitados e em quantidade suficiente para dar suporte ao seu crescimento econômico. Nesta perspectiva, é possível afirmar que o Brasil apresenta, atualmente, um quadro delicado, uma vez que o número de engenheiros graduados em universidades nacionais é reduzido quando comparado a países desenvolvidos ou em desenvolvimento.

O Gráfico 1 apresenta a evolução do número de registros profissionais concedidos pelo sistema CONFEA/CREA (Conselho Federal de Engenharia e Agronomia / Conselho Regional de Engenharia e Agronomia) aos profissionais graduados em engenharia no Brasil nos últimos 30 anos. Observa-se que este montante praticamente quadruplicou ao longo do tempo, porém ainda assim não é suficiente para atender à demanda nacional. A situação se agrava em regiões mais remotas do país, onde a disponibilidade de mão-de-obra qualificada é ainda menor.

Gráfico 1 – Número de registros profissionais concedidos anualmente pelo sistema CONFEA/CREA para profissionais graduados em Engenharia

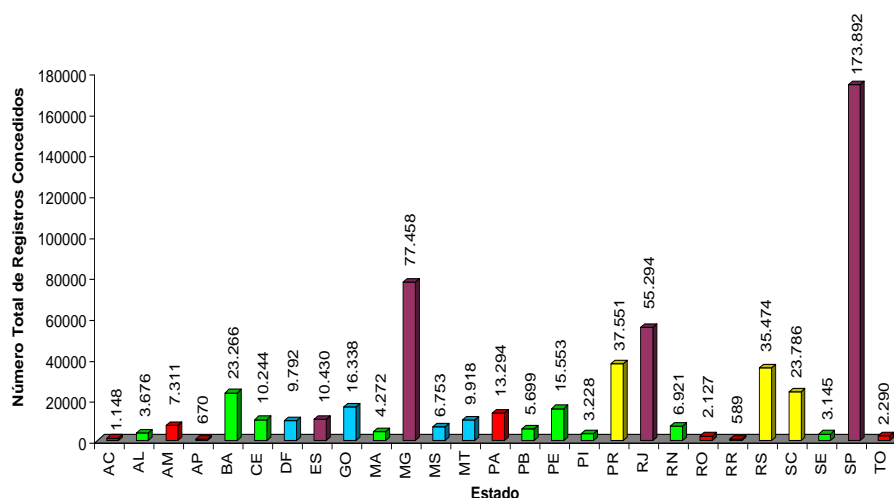


Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados apresentados pelo Sistema de Informações Estatísticas do CONFEA.

A distribuição da concessão total de registros para profissionais graduados em engenharia em cada um dos Estados da federação no período compreendido entre os anos de 1984 e 2014 é ilustrada no Gráfico 2. A análise dos dados nos

permite concluir que a maioria dos profissionais obteve seus registros na região Sudeste, e apesar de haver a possibilidade de migração para outros Estados após a graduação, constata-se que grande parte dos engenheiros permanece no eixo Rio de Janeiro / São Paulo / Minas Gerais, acirrando a concorrência nestas áreas e aumentando a demanda por estes profissionais em outras regiões, principalmente no Norte e no Centro-Oeste do país.

Gráfico 2 – Número total de registros profissionais concedidos pelo sistema CONFEA/CREA para profissionais graduados em Engenharia para cada Estado da Federação no período de 1984 a 2014.



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados apresentados pelo Sistema de Informações Estatísticas do CONFEA.

Porém, há ainda uma importante questão a ser compreendida no que diz respeito às consequências da escassez de engenheiros nestas regiões. Obviamente, o indicador mais coerente para aferir este fenômeno é a correlação entre o número de profissionais de engenharia atuando em cada uma das cinco regiões do país e as suas respectivas taxas de desenvolvimento de infraestrutura. Portanto, áreas com maior progresso neste campo contam, usualmente, com maior número de profissionais ativos vinculados às carreiras tecnológicas.

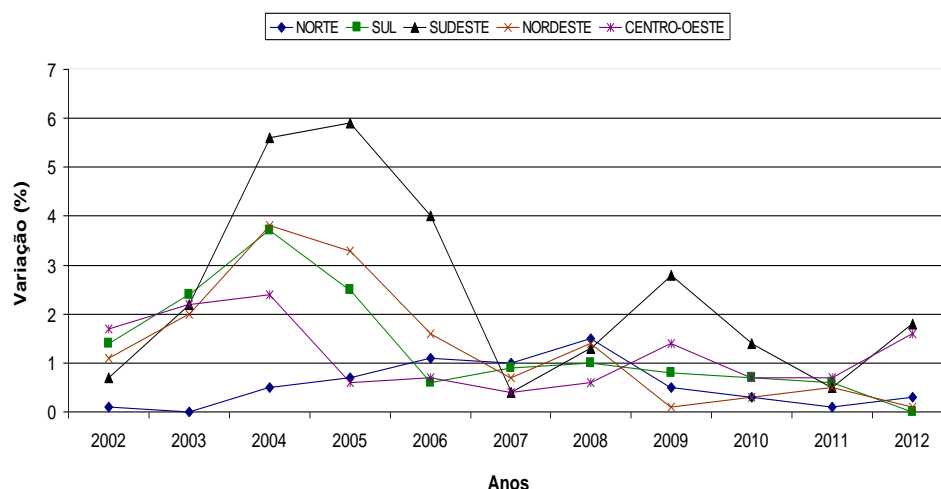
Entretanto, existe outro indicador com potencial para auxiliar na compreensão deste fenômeno. Conforme podemos identificar na Tabela 1, as estatísticas apontam que a distribuição dos graduados em engenharia no país, por região, é bastante similar à participação de cada uma dessas regiões no PIB brasileiro. Isto é, a região Sudeste, por exemplo, que é responsável pela formação de cerca da metade dos engenheiros do país, também responde por aproximadamente metade do PIB nacional, e esta condição se repete para as regiões Norte, Sul, Nordeste e Centro-Oeste.

	2002		2003		2004		2005	
REGIÃO	Participação na Formação de Engenheiros (%)	Participação no PIB Nacional (%)	Participação na Formação de Engenheiros (%)	Participação no PIB Nacional (%)	Participação na Formação de Engenheiros (%)	Participação no PIB Nacional (%)	Participação na Formação de Engenheiros (%)	Participação no PIB Nacional (%)
NORTE	4,6	4,7	4,8	4,8	5,4	4,9	5,7	5
SUL	18,2	16,8	20,1	17,7	21,2	17,5	19,1	16,6
SUDESTE	56	56,7	53,5	56,7	50,2	55,8	50,6	56,5
NORDESTE	14,1	13	14,8	12,8	16,5	12,7	16,4	13,1
CENTRO-OESTE	7,1	8,8	6,8	9	6,7	9,1	8,2	8,8
	2006		2007		2008		2009	
REGIÃO	Participação na Formação de Engenheiros (%)	Participação no PIB Nacional (%)	Participação na Formação de Engenheiros (%)	Participação no PIB Nacional (%)	Participação na Formação de Engenheiros (%)	Participação no PIB Nacional (%)	Participação na Formação de Engenheiros (%)	Participação no PIB Nacional (%)
NORTE	6,2	5,1	6	5	6,6	5,1	5,5	5
SUL	16,9	16,3	15,7	16,6	15,6	16,6	17,3	16,5
SUDESTE	52,8	56,8	56	56,4	54,7	56	52,5	56,3
NORDESTE	14,7	13,1	13,8	13,1	14,5	13,1	13,6	13,5
CENTRO-OESTE	9,4	8,7	8,5	8,9	8,6	9,2	11,1	9,7
	2010		2011		2012			
REGIÃO	Participação na Formação de Engenheiros (%)	Participação no PIB Nacional (%)	Participação na Formação de Engenheiros (%)	Participação no PIB Nacional (%)	Participação na Formação de Engenheiros (%)	Participação no PIB Nacional (%)		
NORTE	5	5,3	5,5	5,4	5	5,3		
SUL	17,2	16,5	16,8	16,2	16,2	16,2		
SUDESTE	54	55,4	54,9	55,4	56,9	55,1		
NORDESTE	13,8	13,5	13,9	13,4	13,7	13,6		
CENTRO-OESTE	10	9,3	8,9	9,6	8,2	9,8		

Fonte: Organizado pelo autor com base nas informações apresentadas pelo Banco de Dados do CBIC.

Esta situação poderia ser considerada uma coincidência caso não se repetisse há pelo menos uma década, conforme podemos observar na Tabela 1, o que configura um padrão estabelecido. A semelhança entre os valores é surpreendente, uma vez que a diferença, em números absolutos, entre a porcentagem de participação de cada região no quantitativo de engenheiros graduados e sua participação no PIB do país não ultrapassa os 6 pontos percentuais em cada um dos anos analisados como podemos observar no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Diferença entre a participação de cada região Brasileira no PIB nacional e sua representatividade na formação de engenheiros



Fonte: Organizado pelo autor com base nas informações apresentadas pelo Banco de Dados do CBIC.

Sendo assim, levanta-se uma indagação sobre este argumento: “As regiões que mais produzem mão-de-obra especializada em engenharia o fazem por possuir uma condição socioeconômica superior, ou possuem esta condição privilegiada justamente por formar um maior número de engenheiros?” A hipótese de que uma classe profissional específica seja capaz de transformar as características de toda uma região pode ser considerada presunçosa pelo leitor mais incauto, porém é plenamente possível, a exemplo da chegada de um único médico, que pode em alguns casos, modificar os indicadores de saúde de um município inteiro. O mesmo deve ocorrer com engenheiros, principais responsáveis pelo processo de desenvolvimento tecnológico.

A solução para o questionamento introduzido no parágrafo anterior não é trivial, entretanto, é possível observar comportamentos semelhantes em outros países ao redor do mundo. Nações com maiores índices de desenvolvimento formam grandes quantidades de engenheiros. Uma pesquisa realizada pelo World EconomicForum e publicada sob a forma de um relatório denominado The Human Capital Report2015, listou os dez países que geram anualmente o maior número de engenheiros. A Tabela 2 apresenta informações e indicadores para cada um desses países, assim como sua comparação com os dados referentes ao Brasil. Conforme podemos observar, há uma discrepância entre o número de graduados em engenharia por parcela da população nos países analisados quando comparada ao indicador brasileiro, o que auxilia no entendimento dos motivos pelos quais o Brasil ainda não consegue se destacar no campo da inovação.

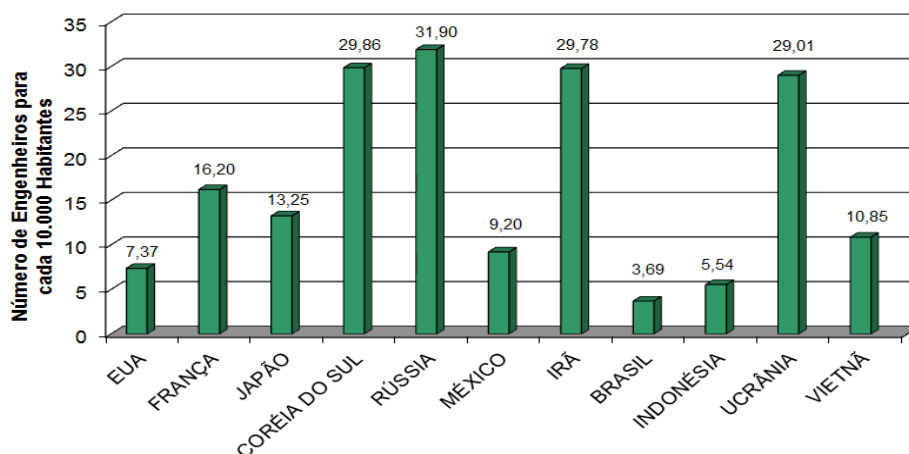
Tabela 2 – Indicadores dos países que mais formam engenheiros no mundo e sua comparação com os índices Brasileiros

PAÍS	NÚMERO DE GRADUADOS EM ENGENHARIA (2015)	POPULAÇÃO TOTAL (HAB.)	POSIÇÃO NO RANKING DE PIB PER CAPITA	POPULAÇÃO RESIDENTE EM ÁREA URBANA (%)
RÚSSIA	454.436	142.467.651	51º	73,92%
EUA	237.826	322.583.006	9º	81,45%
IRÃ	233.695	78.470.222	72º	72,86%
JAPÃO	168.214	126.999.808	28º	93,02%
COREIA DO SUL	147.858	49.512.026	29º	82,36%
INDONÉSIA	140.169	252.812.245	103º	53,00%
UCRÂNIA	130.391	44.941.303	109º	69,48%
MÉXICO	113.944	123.799.215	67º	78,97%
FRANÇA	104.746	64.641.279	25º	79,29%
VIETNÃ	100.390	92.547.959	126º	32,95%
BRASIL	74.539	202.033.670	79º	85,43%

Fonte: Organizado pelo autor com base nas informações apresentadas pelo Sistema de Dados Demográficos do IBGE e pelo The Human Capital Report 2015 (WEF, 2015)

A análise da Tabela 2 indica a Rússia como a nação que mais forma engenheiros no mundo, atingindo um extraordinário patamar de 454.436 graduados nesta área, somente no ano de 2015. Um valor aproximadamente 6 vezes maior que o índice brasileiro, resultando em uma taxa de 31,9 novos engenheiros para cada 10.000 habitantes, em contraste com os 3,69 engenheiros formados no Brasil para a mesma parcela de 10.000 habitantes, conforme Gráfico 4. Um montante extremamente elevado, equiparado somente pelo Irã, Coreia do Sul e Ucrânia. É importante ressaltar que China e Índia, duas grandes potências mundiais em formação de profissionais de tecnologia, não foram consideradas na pesquisa por falta de informações oficiais.

Gráfico 4 – Relação entre a Posição no Ranking do PIB per Capita (países em ordem crescente) e o Número de Engenheiros para cada 10.000 Habitantes em 2015



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados apresentados pelo The Human Capital Report 2015 (WEF, 2015)

Um indicador utilizado frequentemente, conforme citado em parágrafos anteriores, é a correlação entre a necessidade de um país em formar engenheiros e a sua taxa de urbanização. O exame da tabela evidencia que todos os países, com exceção do Vietnã, apresentam a maior parte da sua população residindo em áreas urbanas, resultando assim, em sua maioria, em densidades demográficas demasiadamente grandes, a exemplo da Coreia do Sul, com 496 habitantes por quilômetro quadrado. Esta é uma condição que tende a se tornar cada vez mais crítica, tendo em consideração a perspectiva histórica da evolução da taxa média de crescimento da população para estes países ao longo dos últimos cinco anos. Apenas três dentre os países analisados demonstram ligeira contração populacional, o que indica que os demais, provavelmente, seguirão expandindo. A intensa concentração populacional provoca um aumento na demanda por profissionais capazes de planejar, projetar, construir e operar a infraestrutura urbana, assim como no desenvolvimento de sistemas tecnológicos capazes de suportar a evolução de uma economia estável e próspera.

Dentre os dez países citados pela pesquisa, sete apresentam PIB per capita maior que o apontado pelo Brasil. Somente os habitantes do Vietnã, da Ucrânia e da Indonésia possuem renda média inferior a do cidadão brasileiro, e ainda assim formam uma quantidade de engenheiros 30 a 90% maior que nosso país. Portanto, é perceptível a necessidade de uma cuidadosa avaliação quanto aos rumos do ensino em engenharia no Brasil, pois uma pequena parcela de jovens se interessa atualmente por esta área de atuação, e uma fração ainda menor consegue concluir o curso, cerca de 0,037% da população brasileira, face aos 0,319% apresentados pela Rússia.

A GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA NO BRASIL

O primeiro curso de graduação em engenharia do Brasil foi criado no ano de 1792, com a fundação da chamada Real Academia de Artilharia, Fortificação e Desenho, situada na cidade do Rio de Janeiro. A instituição oferecia os cursos de Engenharia Militar e Civil, e posteriormente foi desmembrada em dois pólos tecnológicos que atualmente são referências na área, a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e o Instituto Militar de Engenharia (IME). Contudo, apesar da relativa tradição no ensino e formação de engenheiros, a profissão foi regulamentada no país somente em 1933, através do Decreto Federal nº 23.569, sancionado por Getúlio Vargas. A partir de então, o número de cursos de engenharia oferecidos multiplicou-se, evoluindo de 30, na época da sanção do Decreto, para 1.500, na primeira década do século atual. (ALMEIDA, 2008).

Esta expansão no número de cursos citada no parágrafo acima, impacta diretamente na quantidade de vagas disponibilizadas aos ingressantes nesta área do ensino superior. Portanto, se houve uma ampliação das vagas ao longo dos anos, a lógica determina que deveria haver uma intensificação no número de formandos em uma proporção ao menos similar. No entanto, não é isso que vem acontecendo no Brasil.

Segundo Almeida (2008), em 1985 o Brasil possuía 376 cursos de engenharia cadastrados. Cerca de duas décadas depois este número evoluiu para 1585 cursos, um aumento relevante, da ordem de 421%. Todavia, através da análise

dos dados referentes ao número de registros concedidos aos profissionais de engenharia no país (Gráfico 1), pode-se constatar que, para o mesmo período, este montante oscilou de 11.649 engenheiros graduados em 1985, para 27.219 novos profissionais em 2007, ou seja, uma variação de aproximadamente 233%. Deste modo, é possível notar que somente pouco mais da metade das vagas ofertadas foram, de fato, aproveitadas.

Este cenário de subaproveitamento não é uma característica exclusiva da engenharia. Atualmente o Brasil possui um total de 7.241.405 universitários distribuídos por diversas áreas de conhecimento, dentre os quais em média 15,35% concluem seus cursos anualmente. Em países como Rússia, Japão e Ucrânia, este percentual é de aproximadamente 25%. Na França, o número de graduados atingiu, em 2015, o patamar de 30% do número de ingressantes. Áreas de conhecimento vinculadas às Ciências Sociais e ao Direito, por exemplo, concentram cerca de 40% de todos os universitários brasileiros, porém somente 15%, em média, conseguem obter seus diplomas anualmente. Nos Estados Unidos, dentre os 27,69% que se dedicam à área, 20,74% concluíram seus estudos em 2015. (WEF, 2015).

No caso específico da engenharia, as estatísticas são ainda mais desfavoráveis na medida em que apenas 12,31% dos universitários brasileiros optam por carreiras ligadas a esta área de conhecimento. Conforme podemos observar através da Tabela 3, o valor contrasta com aqueles apresentados por nações reconhecidas como grandes formadoras de engenheiros como Irã (36,31%), Coreia do Sul (26,69%) e México (26%).

Tabela 3 – Distribuição dos universitários brasileiros dentre as diversas áreas de conhecimento em 2015

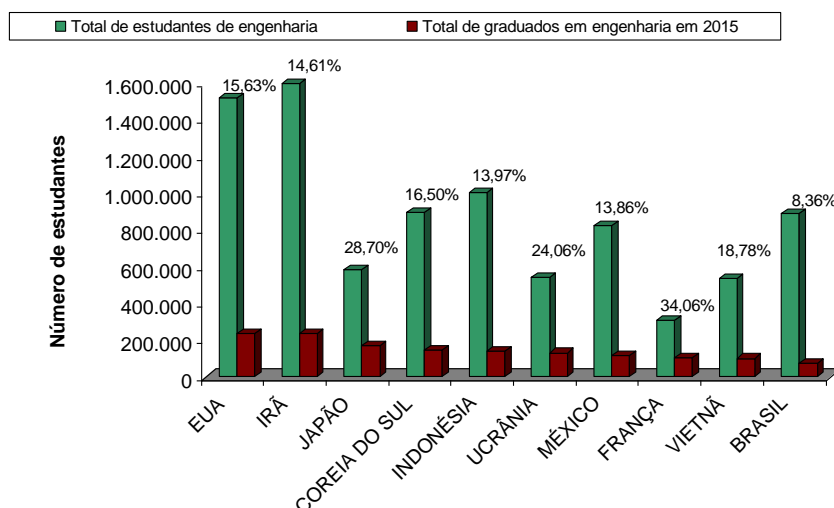
Área de Conhecimento	Total de alunos por área	Representatividade de cada área no total de universitários brasileiros
Agricultura	165.075	2,28%
Educação	1.371.600	18,94%
Engenharia	891.593	12,31%
Saúde	961.798	13,28%
Humanidades e Artes	161.333	2,23%
Ciências	433.423	5,99%
Serviços	152.727	2,11%
Ciências Sociais e Direito	2.897.554	40,01%
Outros	206.302	2,85%
TOTAL	7.241.405	100,00%

Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados apresentados pelo The Human Capital Report2015 (WEF, 2015)

Apesar do baixo percentual de adesões aos cursos de engenharia em relação à quantidade total de universitários, o Brasil apresenta um montante expressivo de estudantes de engenharia. Conforme podemos observar no Gráfico 4,

somente Estados Unidos e Irã possuem um volume de alunos significativamente maior. É possível concluir, por conseguinte, que o problema enfrentado pelo país não é relativo à quantidade de alunos que desejam cursar engenharia, e sim, ao número de estudantes que efetivamente completam o curso.

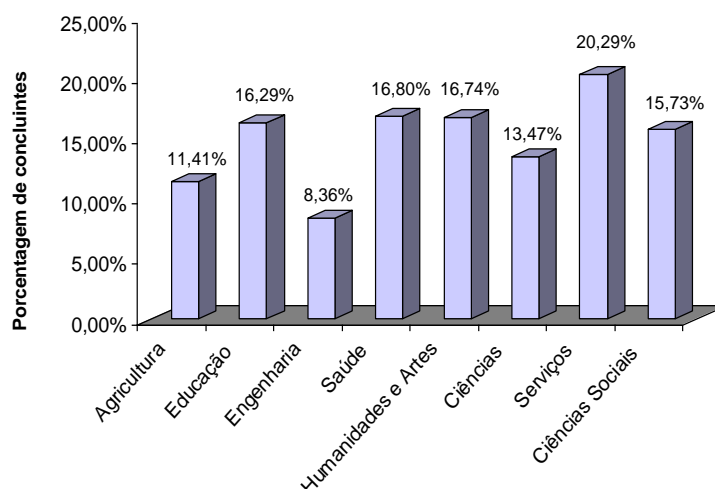
Gráfico 5 – Comparação entre o número total de estudantes de engenharia e a quantidade de graduados em 2015



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados apresentados pelo The Human Capital Report 2015 (WEF, 2015)

No Brasil, dos 891.593 estudantes dedicados à engenharia, apenas 8,36% atingiram a colação de grau em 2015. O Gráfico 5 ilustra o atraso do país em relação a nações como a França, que graduou 34,06% de seus alunos neste mesmo ano. Esta defasagem é crítica, não apenas em termos comparativos, mas também qualitativamente, uma vez que aponta uma grave deficiência no fluxo de formação de profissionais. Porém, essa disparidade não é percebida somente na comparação das estatísticas brasileiras frente a outros países, como podemos observar no Gráfico 6.

Gráfico 6 – Porcentagem de concluintes em 2015 dentre todos os universitários brasileiros para cada área de conhecimento



Fonte: Organizado pelo autor com base nos dados apresentados pelo The Human Capital Report 2015 (WEF, 2015)

O Gráfico 6 apresenta a relação, em porcentagem, entre o número total de alunos e os concluintes de diversas áreas de conhecimento nas universidades brasileiras em 2015. Pode-se perceber que a engenharia é aquela que apresenta o menor percentual de concluintes. Portanto, se há interesse em buscar meios de alavancar a economia nacional através do desenvolvimento de novas tecnologias e da inovação, deve-se buscar compreender, primordialmente, as causas que levam nossos alunos a desistir dos cursos de engenharia.

A ESCASSEZ DE ENGENHEIROS NO MERCADO DE TRABALHO BRASILEIRO

Uma das principais causas da escassez de engenheiros no mercado de trabalho brasileiro é a alta taxa de evasão dos cursos de engenharia. A leitura das seções anteriores nos permite observar o baixíssimo percentual de estudantes que conseguem concluir seus estudos nesta área, interrompendo um fluxo de formação profissional que deveria ser contínuo.

Segundo Teles (1995) a evasão pode ser compreendida como o afastamento do aluno de seu curso de graduação, sem que este tenha obtido a certificação cabível. Apesar de existirem diversas causas para esse desligamento, uma vez que esta é uma decisão individual do estudante, o simples abandono do curso pode ser considerado uma das motivações mais preocupantes.

Uma grande parte dos alunos desiste da graduação em engenharia ainda durante o chamado ciclo básico, composto normalmente pelos quatro primeiros semestres da graduação. Isto ocorre, pois ao iniciarem seus cursos, são imediatamente submetidos a uma pesada grade curricular, composta por disciplinas complexas e extremamente teóricas, onde as correlações com a rotina diária do profissional de engenharia nem sempre são apresentadas de forma clara. Nestas condições, o contato com conteúdos de Física e Cálculo, por exemplo, pode evidenciar deficiências que acompanham os estudantes desde o ensino fundamental e médio, desestimulando o aluno.

Em universidades públicas existe outro fator que deve ser considerado na análise dos casos de abandono. O curso de graduação em engenharia nestas instituições, em geral, é oferecido em regime integral, dificultando a organização de horários, e praticamente impossibilitando que o aluno consiga estudar e trabalhar simultaneamente. Assim, grande parte do corpo discente precisa dispor de condições para se dedicar exclusivamente à graduação, fato que não representa a realidade de grande parte da população universitária brasileira.

Esta situação pode se agravar ainda mais caso o aluno seja reprovado em alguma disciplina, pois isto, na maioria das vezes, causa uma desordem em sua grade de horários, impedindo-o de conciliar o trabalho ou estágio aos compromissos da universidade. Tal conjuntura pode, inclusive, causar conflitos entre os horários das próprias disciplinas, não permitindo assim que o estudante curse todos os créditos necessários, restando-o inevitavelmente por mais tempo na universidade. Cada um desses alunos representa um custo para o governo, e um profissional a menos atuando no mercado.

Aqueles que não são aprovados nos processos seletivos para universidades públicas, ou que não dispõem de tempo para cursá-las em tempo integral, recorrem às instituições privadas, que habitualmente oferecem cursos em turnos únicos (diurno, vespertino ou noturno). Porém, apesar de dispor de tempo para o trabalho, estes estudantes precisam arcar com os custos das mensalidades, em geral, bem altos, o que em períodos de crise econômica pode inviabilizar a continuidade de seus estudos.

Outro fator que contribuiu para a falta de engenheiros no mercado de trabalho brasileiro foi o período de estagnação econômica vivenciado pelo país entre a década de 80 e o início da década de 90 do século passado. Este intervalo de tempo, que foi considerado como uma época perdida na economia brasileira, abalou os investimentos em projetos de infraestrutura no país, ceifando os empregos de inúmeros profissionais que atuavam principalmente nos setores de construção e industrial. Sem perspectiva de trabalho na área técnica, os engenheiros começaram a buscar outras oportunidades. Sua formação fundamentada em conhecimentos matemáticos e na resolução de problemas permitia que estes assumissem funções de gerenciamento em bancos e no mercado financeiro que, em geral, oferecem remuneração e estabilidade superiores aos cargos técnicos, assim como possibilitava que trabalhassem em outros departamentos, como setores administrativos e de compras.

A desaceleração da economia influenciou diretamente a estagnação dos cursos de formação em engenharia. Uma vez que não haviam empregos disponíveis, os jovens começaram a se sentir inibidos a investir na profissão, e muitos optaram por seguir outras carreiras. Os reflexos destes fenômenos podem ser percebidos até os dias de hoje. Existe grande dificuldade por parte das empresas em captar engenheiros com faixa etária entre 40 e 60 anos, e com experiência para assumir cargos de liderança. Estes profissionais são necessários na coordenação de grandes projetos, e sua ausência contribui para a inércia do país em desenvolver-se tecnologicamente. O descrédito na engenharia só começou a ser revertido no final da década de 1990, quando o governo voltou a investir em projetos de infraestrutura.

Além das causas supracitadas para a escassez de engenheiros, como a alta taxa de evasão, que não permite que o aluno complete a graduação, e a falta de

profissionais qualificados e com experiência, o que dificulta o preenchimento de cargos estratégicos, é necessário compreender a razão pela qual muitos engenheiros recém-formados não conseguem se inserir no mercado de trabalho. Este é um problema crônico, onde o profissional não é contratado pelas empresas por não apresentar capacidade técnica suficiente para assumir o cargo em questão, ainda que tenha completado sua graduação em Instituição de Ensino Superior (IES) devidamente credenciada pelo Ministério da Educação. Em função disto, pode-se concluir que a adversidade enfrentada pelo Brasil não é a falta de vagas disponíveis nos cursos de engenharia, e sim o rendimento pífio que estes têm apresentado.

Este problema é reflexo do conjunto de aspectos que foram abordados neste estudo, com ênfase na qualificação precária dos estudantes de ensino básico no Brasil, e na pouca disposição e capacidade das faculdades de engenharia em evoluir e modernizar seus currículos. Um claro exemplo da letargia de nosso sistema educacional, em especial em áreas voltadas para a engenharia, pode ser observado através da análise dos resultados encontrados em pesquisa realizada pela empresa QuacquarellySymonds (QS), sediada em Londres, e com filiais em cerca de 50 países. A companhia, que atua no segmento de educação e gestão de carreiras, executou um estudo denominado QS World University Ranking, onde listou as 200 melhores universidades do mundo para se cursar engenharia.

A pesquisa que utilizou 2013 como ano-base para captação dos dados organizou os cursos de engenharia em quatro áreas: Engenharia Civil; Engenharia Química; Engenharia Elétrica e Eletrônica; e Engenharia Mecânica, Aeronáutica e de Produção. O resultado foi obtido através de metodologia e critérios de avaliação desenvolvidos especialmente para esta pesquisa, e consideraram diversos indicadores, como:

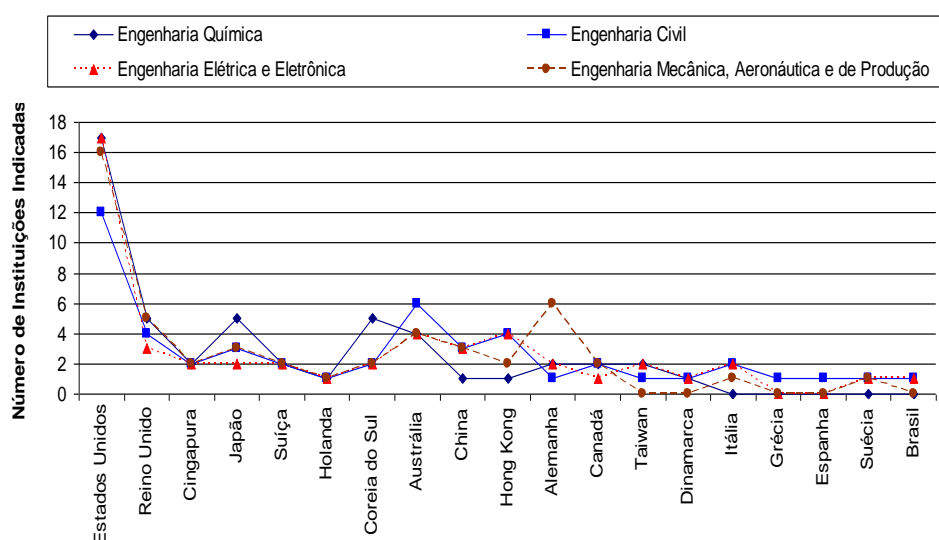
- Reputação acadêmica;
- Reputação junto a empregadores;
- Citações por artigo;
- Produtividade e impacto dos trabalhos acadêmicos publicados;
- Número de especialistas de cada instituição;
- Incentivo à pesquisa e à inovação;
- Qualidade do ensino;
- Programas de internacionalização;
- Índice de empregabilidade após a graduação;
- Nível das instalações físicas, e;
- Condições de acesso.

Apesar de se tratar de uma pesquisa elaborada por uma empresa privada, carecendo desta forma, de fontes oficiais de dados, o resultado ainda assim é significativo, e deve ser encarado como um alerta caso o Brasil tenha interesse em ser reconhecido como uma potência tecnológica. O ranking listou as 50 melhores instituições para cada uma das áreas indicadas acima, e infelizmente somente 2 universidades brasileiras conseguiram figurar dentre as eleitas. São elas, a Universidade de São Paulo (USP), classificada como o 47º melhor curso de

Engenharia Civil, e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), na 48ª colocação dentre os cursos de Engenharia Elétrica e Eletrônica (QS, 2015).

Atenção especial deve ser concedida ao Massachusetts Institute of Technology (MIT), localizado em Cambridge, no Estado de Massachusetts - Estados Unidos, e designada a melhor escola de engenharia do mundo em todas as quatro áreas analisadas. No entanto, este não é o único centro tecnológico a se destacar nos Estados Unidos (QS, 2015). Na verdade, este foi o país que mais forneceu instituições para o ranking em todas as áreas, conforme podemos observar no Gráfico 7.

Gráfico 7 – Número de instituições indicadas por país para cada um dos cursos pesquisados

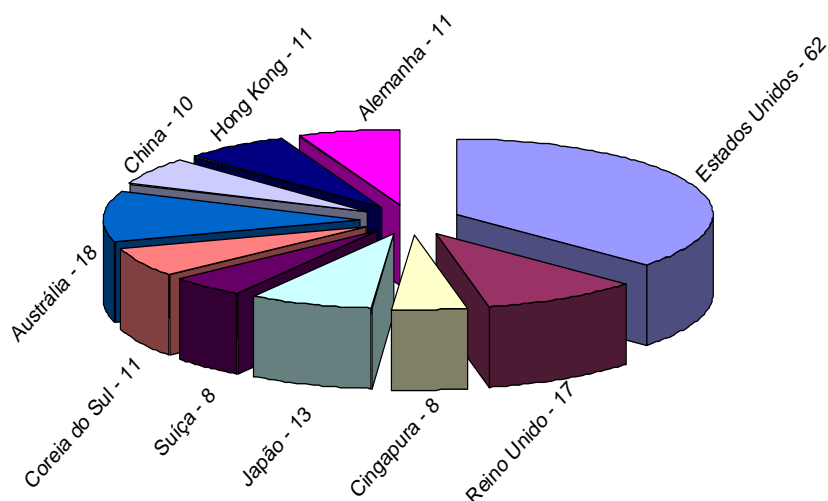


Fonte: Organizado pelo autor com base nas informações apresentadas pela pesquisa World University Rankings 2015 (QS, 2015)

As universidades americanas foram responsáveis por 31% de todas as indicações, ou seja, das 200 melhores universidades do mundo em engenharia, segundo a pesquisa, 62 estão situadas em território norte-americano. A discrepância do número de universidades indicadas pelos EUA em relação aos outros países é enorme, uma vez que a Austrália, segunda colocada dentre as nações estudadas, conseguiu somente 18 indicações.

O Gráfico 8 apresenta as 10 nações mais bem posicionadas no ranking, segundo o número de instituições eleitas. Podemos observar que a soma do número de indicações destes países equivale a 84,5% do número total de universidades no ranking. Isto é, dentre os 200 melhores cursos de engenharia do mundo, 169 se situam nestas 10 nações, apontando grande concentração de potencial de geração de novas tecnologias em regiões como Ásia, Europa e América do Norte. Dentre os 19 países que contaram com instituições eleitas, o Brasil se encontra na 17ª colocação. Apenas Grécia e Espanha dispuseram de menor número de universidades na lista, com 1 indicação cada.

Gráfico 8 – Dez nações com maior destaque devido à excelência de seus cursos de engenharia



Fonte: Organizado pelo autor com base nas informações apresentadas pela pesquisa World University Rankings 2015 (QS, 2015)

A excelência dos cursos de graduação em engenharia é refletida também na procura por seus cursos de pós-graduação, em especial os *strictu-sensu*. Segundo o Science Report Towards 2030, publicado pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), de todos os estudantes que deixam seus países de origem para desenvolver seus projetos de doutorado em ciências e engenharia no exterior, 49,1% se encontram em universidades norte-americanas. Este é um montante avassalador visto que o Reino Unido e a França, que se encontram, respectivamente, na segunda e terceira colocações, respondem por apenas 9,2% e 7,4% do total de estudantes (UNESCO, 2015). É importante ressaltar que todos os 10 países citados nas estatísticas da UNESCO, com exceção da Malásia e da França, também foram citados no ranking da empresa Quacquarelly Symonds, e todos obtiveram colocações melhores que o Brasil. O relatório da UNESCO não aponta as universidades brasileiras dentre os destinos mais procurados pelos estudantes de doutorado estrangeiros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil sofreu com o severo apagão da engenharia durante as últimas décadas do século passado, conforme citado ao longo deste trabalho. A retomada ocorreu em função de vultosos aportes de capital em grandes projetos, tendo em vista a realização dos Jogos Pan-americanos de 2007, da Copa do Mundo de Futebol de 2014 e dos Jogos Olímpicos e Paralímpicos de 2016, que aliados à valorização do petróleo incentivaram a aplicação de recursos públicos e privados em empreendimentos de infraestrutura, impulsionando assim os setores imobiliário, de transportes e de serviços.

Entretanto, o encerramento destes eventos esportivos e a atual desvalorização da indústria petroquímica nacional motivada pelos recentes escândalos políticos e pela recessão econômica atravessada pelo País, suscitam

uma profunda sensação de incerteza quanto aos rumos da engenharia. Não há, em um horizonte próximo, perspectivas de realização de grandes obras, e o setor se retrai diante da possibilidade de um novo período de estagnação, caso permaneça na dependência de investimentos em infraestrutura.

Desta forma, a formação dos futuros engenheiros não pode continuar assentada sobre fundações construídas há décadas. Os desafios a serem enfrentados pelos novos profissionais são diferentes e, portanto, distintas são também suas necessidades pedagógicas. É imperativa a reformulação geral dos currículos de engenharia das universidades brasileiras, de modo que o profissional recém-formado esteja preparado para assumir suas atribuições atuais, e ao mesmo tempo capacitado a se adaptar rapidamente ao acelerado desenvolvimento tecnológico em curso, não só mantendo-se competitivo no mercado como também assumindo a vanguarda deste movimento.

A inserção de disciplinas com programas voltados para o empreendedorismo na grade dos cursos é uma medida paliativa, contudo, a construção de um novo perfil de profissional exige ações de maior impacto. A formação objetiva dos cursos tradicionais deve ser continuamente aprimorada por conteúdos e práticas pedagógicas que estimulem a capacidade de inovação dos alunos. As faculdades e universidades de tecnologia nacionais devem propiciar a produção ou a construção do conhecimento, conforme defendia Paulo Freire, e não a sua simples transferência.

Os estudantes devem possuir liberdade para trabalhar com questões reais ainda que em situações hipotéticas, de forma que possam associar de maneira equilibrada a teoria à prática, revelando talentos que provavelmente não seriam percebidos caso estivessem submetidos ao modelo clássico de ensino. Assim, estarão instruídos para, no futuro, identificar um problema e desenvolver uma tecnologia para solucioná-lo, ou ao menos mitigá-lo, colocando-a em seguida à disposição da sociedade, gerando assim a inovação.

Por fim, a engenharia brasileira precisa se adaptar aos novos tempos, adquirindo a competência e os investimentos necessários para desenvolver produtos e serviços de grande valor agregado. Empresas como a Embraer, que produz aviões de alta tecnologia, são minoria em um país que sobrevive da exportação de base. As commodities são parte importante de nossa economia, porém o Brasil deve se tornar competitivo também na chamada economia do conhecimento, que no futuro, tende a distinguir as nações desenvolvidas das demais. Esta mudança tem início nas universidades, e ao redor de todo o mundo os cursos de engenharia vêm se adaptando e aperfeiçoando suas metodologias, apresentando assim um salto de qualidade e produtividade frente às universidades brasileiras. Portanto, é chegada a hora de abandonar ideologias obsoletas e evoluir.

Quality of Engineering Education and its Impacts on Brazilian Economic Development

ABSTRACT

The economic crisis currently experienced by Brazil profoundly affects the engineering sector, directly dependent on investments in infrastructure, usually scarce in times of adversity. Thus, this work aims to analyze how the quality of engineering education can influence the development of the country. Therefore, it was decided for an exploratory research with queries to reports published by international organizations and databases of research and statistics institutions. The results indicate that the Brazilian engineering should not follow in the reliance on infrastructure projects, but also dedicate itself to innovation, seeking to be introduced to the so-called knowledge economy. We conclude that this is only possible by modernizing the engineering program, thus preparing students for the challenge of taking the forefront of this movement. The article seeks to contribute to the awareness of managers and teachers about the urgency of this redesign, which is already underway in the best educational institutions around the world.

KEYWORDS: Engineering. Quality of education. Innovation. Economy. Development.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. G. et al. Análise, crescimento e distribuição dos cursos de engenharia no Brasil. In: XXXVI COBENGE – CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, São Paulo, 2008. **Anais...** São Paulo: ABENGE, 2008.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. **Participação das Grandes Regiões e Unidades da Federação no Produto Interno Bruto do Brasil**. Disponível em: <<http://www.cbicdados.com.br>>. Acesso em 03 de Fevereiro de 2016.

CONFEA – Conselho Federal de Engenharia e Agronomia. **Sistema de Informações Estatísticas**. Disponível em: <<http://ws.confea.org.br:8080/EstatisticaSic/>>. Acesso em 10 de Fevereiro de 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema de Informações Demográficas**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/paisesat/main.php>>. Acesso em 05 de Fevereiro de 2016.

INEP – Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **Censos da Educação Superior de 2002 a 2013**. Brasília: INEP, 2002-2013. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/>>. Acesso em: 03 de Fevereiro de 2016.

FMI – Fundo Monetário Internacional. **World Economic Outlook Database**, 2015. Disponível em: <<http://www.imf.org>>. Acesso em 01 de Fevereiro de 2016.

OLIVEIRA, F. V. et al. Estudo comparativo da formação em engenharia: Brasil, Brics e principais países da OCDE. In: XL COBENGE – CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, Belém, 2012. **Anais...** Belém: ABENGE, 2012.

QS – Quacquarelly Symonds. **QS World University Ranking 2015**. Londres, 2015. Disponível em: <<http://www.topuniversities.com/university-rankings>>. Acesso em 5 de Fevereiro de 2016.

TELES, A. R. T. F. O Estudo da Evasão como um dos Elementos de Subsídio às Reformas Curriculares. In: XXIII COBENGE – CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, Recife, 1995. **Anais...** Recife: ABENGE, 1995.

UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. **UNESCO Science Report Towards 2030**. França, 2015. Disponível em: <http://en.unesco.org/unesco_science_report>. Acesso em 10 de Fevereiro de 2016.

WEF – World EconomicForum. **The Human Capital Report 2015**. Disponível em:
<http://www3.weforum.org/docs/WEF_Human_Capital_Report_2015.pdf>.
Acesso em 01 de fevereiro de 2016.

Recebido: 28 mar. 2016.

Aprovado: 23 jan. 2017.

DOI: 10.3895/rts.v13n28.3852

Como citar: COSTA, B., B., da C. A qualidade da educação em engenharia e seus impactos no desenvolvimento econômico Brasileiro. **R. Tecnol. Soc.**, Curitiba, v. 13, n. 28, p. 18-36, mai./ago. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rts/article/view/3852>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Bruno Barzellay Ferreira da Costa

Av. Aluizio da Silva Gomes, 50 - Novo Cavaleiros, Macaé - RJ, CEP.: 27930-560

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

