



**INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O  
DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL**

**A FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS NO BRASIL:  
DESAFIO AO CRESCIMENTO E À INOVAÇÃO**

**JULHO/2010**

## Conselho do IEDI

Abraham Kasinski <i>Sócio Emérito</i>	José Roberto Ermírio de Moraes
Amarílio Proença de Macêdo	Josué Christiano Gomes da Silva
Andrea Matarazzo	Laércio José de Lucena Cosentino
Antonio Marcos Moraes Barros	Lirio Albino Parisotto
Benjamin Steinbruch	Luiz Alberto Garcia
Carlos Antônio Tilkian	Marcelo Bahia Odebrecht
Carlos Francisco Ribeiro Jereissati	Olavo Monteiro de Carvalho
Carlos Mariani Bittencourt	Paulo Guilherme Aguiar Cunha
Carlos Pires Oliveira Dias	Pedro Eberhardt
Claudio Bardella	Pedro Franco Piva
Daniel Feffer	Pedro Grendene Bartelle
Décio da Silva	Pedro Luiz Barreiros Passos <i>Presidente do Conselho</i>
Eugênio Emílio Staub	Robert Max Mangels
Flávio Gurgel Rocha	Roger Agnelli
Frederico Fleury Curado <i>Vice-Presidente do Conselho</i>	Rubens Ometto Silveira Mello
Ivo Rosset	Salo Davi Seibel
Ivoncy Brochmann Ioschpe	Thomas Bier Herrmann
Jacks Rabinovich	Victório Carlos De Marchi
Jorge Gerdau Johannpeter	Wilson Brumer
José Antonio Fernandes Martins	

Hugo Miguel Etchenique  
*Membro Colaborador*

Paulo Diederichsen Villares  
*Membro Colaborador*

Paulo Francini  
*Membro Colaborador*

Roberto Caiuby Vidigal  
*Membro Colaborador*

## **A FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS NO BRASIL: DESAFIO AO CRESCIMENTO E À INOVAÇÃO<sup>1</sup>**

Principais Conclusões e Sugestões .....	1
Inovação, Qualificação de Mão-de-obra e Engenharia. ....	4
Escolaridade Superior no Brasil .....	6
A Formação em Engenharia no Brasil: o Perfil dos Egressos .....	8
O Perfil dos Egressos: Comparação Internacional .....	11
A Combinação Perversa de Baixa Escolaridade e Perfil Inadequado .....	14
A Demanda por Profissionais de Engenharia no Brasil .....	15

---

<sup>1</sup> Trabalho preparado por Carlos Américo Pacheco.

## A FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS NO BRASIL: DESAFIO AO CRESCIMENTO E À INOVAÇÃO

### Principais Conclusões e Sugestões

Formação de engenheiros e inovação: a colocação do problema no Brasil. Os engenheiros desempenham um papel fundamental no desenvolvimento tecnológico de qualquer país. Estes profissionais estão geralmente associados aos processos de melhoria contínua dos produtos e da produção, à gestão do processo produtivo e também às atividades de inovação e pesquisa e desenvolvimento (P&D) das empresas.

Um exame do perfil da mão-de-obra empregada em atividades de P&D, nos Estados Unidos, revela que os engenheiros compõem, em termos quantitativos, o grupo mais relevante desses profissionais. No caso norte americano, cerca de 36% dos indivíduos que trabalham em P&D são engenheiros. Ainda para ficar no exemplo norte-americano, aproximadamente 46% de todos indivíduos que possuem formação superior em ciência e engenharia e que trabalham na sua área de formação são engenheiros. Esse percentual é 41% para aqueles que possuem nível de mestrado. E só não é tão expressivo quando a titulação dos profissionais é de doutor, entre os quais, os engenheiros respondem por 19% do total de profissionais.

As informações disponíveis também mostram que os engenheiros não são obviamente os únicos profissionais necessários para as atividades de inovação e P&D e, quanto mais a relação ciência-indústria avança, diversos outros perfis são requeridos para dar sustentação ao desenvolvimento tecnológico: cientistas de inúmeras áreas, como física, química, biologia, computação e medicina; mas também advogados e administradores que gerenciam a inovação e propriedade intelectual, e um número crescente de novas áreas, que atendem aos desafios da maior interdisciplinaridade dos problemas a serem resolvidos e da necessidade de estimular a criatividade no interior das empresas.

Mas de todos os desafios de qualificação profissional que se colocam no curto prazo, talvez o ensino de engenharia seja o maior. Resolver este gargalo não vai solucionar todos os problemas que teremos se quisermos crescer a taxas mesmo que moderadas, mas o enfrentamento desta questão é crucial e talvez também seja um exemplo do que fazer em outras áreas de treinamento e qualificação.

Sua solução não é simples e requer tempo. Há inúmeras discussões associadas hoje aos perfis desses profissionais, ao exame dos currículos, à melhoria da qualidade do ensino, ao melhor preparo dos estudantes para o mercado de trabalho e para o aprendizado ao longo da vida, além da diversidade de tipos de engenharia e modelos de cursos de graduação e pós-graduação. E há, também, um problema ainda mais grave: parte importante das dificuldades advém das deficiências do conjunto do sistema educacional, da fragilidade da base de recrutamento ao final do ensino médio, que tem sido um obstáculo enorme à expansão da escolaridade superior no Brasil.

A urgência e a importância dessa questão, contudo, sugerem que estes problemas sejam encarados de forma simultânea: não será possível esperar uma ou duas décadas para que a melhoria da qualidade do ensino fundamental e do ensino médio qualifique melhor nossos jovens para o ensino superior e para que seja possível formar mais engenheiros. Também não se deve esperar que as soluções que muitas instituições privadas de ensino superior e

empresas têm adotado, de criar programas de treinamento no próprio local de trabalho, consigam dar conta, de forma adequada, do conjunto do problema. Estas são iniciativas extremamente elogiáveis, que têm muito a ensinar e que merecem inclusive suporte dos governos. Mas a quantidade de profissionais requeridos e a dificuldade de coordenar as iniciativas individuais sugerem que um papel central no equacionamento deste problema cabe aos governos. O tempo que decorre, entre conceber e colher resultado, também sugere que essa ação seja posta em prática de forma imediata.

O perfil internacional. O perfil dos egressos nas áreas em engenharia e em ciências exatas (*'hard science'*) ou seus percentuais em relação à população são indicadores muito utilizados, em termos internacionais, para aferir a coerência entre a formação de recursos humanos e a ênfase dos diversos países no desenvolvimento tecnológico e na inovação. Este índice é tradicionalmente muito elevado nos países asiáticos, por conta do elevado percentual de engenheiros, e é menor nos países ocidentais.

A comparação do Brasil com os demais países desenvolvidos ou em desenvolvimento é amplamente desfavorável a nós. Na lista dos 35 países com dados disponíveis sobre o percentual de engenheiros entre o total de egressos do ensino superior, segundo a OECD, o Brasil figura com o menor percentual de engenheiros em 2007. Ficamos muito distante do perfil dos principais países da Ásia, mas mesmo quando comparamos com os Estados Unidos, onde há um claro problema de estimular os jovens a estudar engenharia e ciências, o Brasil segue perdendo. Esse é o pior desempenho brasileiro em indicadores internacionais relacionados à ciência, tecnologia e inovação.

As principais conclusões acerca da situação da engenharia no Brasil são as seguintes:

1. Há uma forte e crescente demanda por profissionais de engenharia no Brasil, que é detectado não pelos estudos econômicos mais gerais, em função das metodologias adotadas, mas pelo dia a dia das empresas e de suas dificuldades concretas no mercado de trabalho;
2. A formação em engenharia tem um impacto amplo sobre muito setores e atividades e não se restringe apenas às atividades típicas de engenharia de cada setor/atividade;
3. Esse problema está relacionado à deficiência quantitativa da formação de engenheiros, em especial na graduação, mas muito possivelmente (o que não é investigado aqui) também se relaciona com a qualidade dos egressos em engenharia;
4. A situação brasileira em termos de engenheiros por habitantes é especialmente precária e insustentável comparativamente a qualquer outro país desenvolvido ou no mesmo estágio de desenvolvimento do Brasil;
5. O quadro brasileiro se explica pela baixa escolaridade superior, mas também é fortemente agravado pelo perfil dos egressos da graduação e pós-graduação, em que o percentual de engenheiros é baixo e decrescente.

O essencial é ter em vista que será muito difícil ao Brasil repetir, nesse novo século, uma melhora sensível de sua renda per capita, o que fez no século XX, mediante um crescimento econômico elevado, mas acompanhado de baixa escolaridade e baixa ênfase na formação e qualificação de recursos humanos. Aquela trajetória foi possível, em função do contexto de uma

industrialização ancorada na substituição de importações e forte presença de subsidiárias de empresas estrangeiras, em que a tecnologia estava inscrita no IDE e no equipamento de capital.

Os requisitos de crescimento de produtividade no Brasil que possam garantir a sustentabilidade, no longo prazo, da melhoria da renda e de seu perfil distributivo pressupõem uma estratégia diferente da que prevaleceu no século XX. Nem mesmo o subsistema de subsidiárias estrangeiras conseguirá manter um ritmo forte de investimento no Brasil sem maior produtividade e melhor qualificação da mão-de-obra.

Deveria causar espécie aos analistas do Brasil nossa grande diferença em relação ao mundo no que tange à baixa escolaridade superior e ao perfil de seu ensino superior e pós-graduação, incluindo aqui a engenharia. Isso deveria ser motivo obrigatório de uma análise mais detalhada e de proposições do que fazer mais acuradas. Curiosamente, os estudos dos órgãos de planejamento não se voltam a isso, mas buscam apenas encontrar quais os parâmetros que são capazes de conciliar nossa escassez de oferta de recursos humanos à realidade da demanda por mão-de-obra qualificada.

Talvez fosse mais apropriado aos órgãos de planejamento notar que o Brasil não tem qualquer plano de qualificação de mão-de-obra, no sentido mais estrito do termo, em que pese os esforços do Ministério do Trabalho. Cabe perguntar: há alguma lógica na expansão do perfil dos egressos do ensino superior brasileiro? Há alguma lógica na expansão do perfil dos egressos da pós-graduação brasileira? Ou este perfil é apenas uma reprodução inercial do sistema já constituído de formação de recursos humanos?

Mais estrutural e importante que isso é notar que a formação de recursos humanos qualificados não é apenas um problema de adequação de demanda e oferta no sentido tradicional. Não se trata apenas de produzir mais ‘insumos’ uma vez manifestada uma demanda maior.

Primeiro porque isso requer tempo e, em especial, muito tempo. É economicamente ineficiente, independente de ser socialmente injusto, construir um sistema que se baseia essencialmente na demanda solvável de curtíssimo prazo para a formação de recursos humanos qualificados. Um exemplo poderia ser esclarecedor. Imagine-se a decisão de um órgão de governo de dar ênfase à formação de doutores em qualquer novo campo específico, como novos materiais aplicados à indústria aeronáutica. Entre a decisão e o momento que estes profissionais estariam aptos a trabalhar com proficiência no mercado de trabalho muito provavelmente teria decorrido de cinco a dez anos.

Segundo porque são opções de longo prazo que afetam a estratégia ou se articulam com estratégias mais gerais do que queremos ser no futuro. Que setores ou atividades vamos priorizar? Qual será nossa inserção no mundo?

A conclusão não poderia ser mais direta: precisamos de um planejamento mais ativo do setor público, em consonância com a sociedade e o setor privado, acerca da formação de recursos humanos qualificados no Brasil. Há muitos exemplos internacionais, dos quais o mais recente é do Reino Unido. Entre nós mesmo há exemplos, como a estratégia de criação da CAPES, ou ações estratégicas do CNPq no passado. Falta, contudo, uma visão de conjunto, em especial na graduação de engenharia e de ciências.

## **Inovação, Qualificação de Mão-de-obra e Engenharia.**

Os engenheiros desempenham um papel fundamental no desenvolvimento tecnológico de qualquer país. Esses profissionais estão geralmente associados aos processos de melhoria contínua dos produtos e da produção, à gestão do processo produtivo e também às atividades de inovação e pesquisa e desenvolvimento (P&D) das empresas.

Uma avaliação sumária dessa importância (e também do papel da ciência) pode ser apreendida pela afirmação inicial do estudo que a *National Science Foundation* publica de dois em dois anos sobre a situação da Ciência e da Engenharia (C&E) nos Estados Unidos:

*“Like most developed economies, the United States increasingly depends on a technically skilled workforce, including scientists and engineers. Workers for whom knowledge and skill in S&E (Science and Engineering) are central to their jobs have an effect on the economy and the wider society that is disproportionate to their numbers: they contribute to research and development, increased knowledge, technological innovation, and economic growth. Moreover, the knowledge and skills associated with science and engineering have diffused across occupations and become more important in jobs that are not traditionally associated with S&E.”*

Um exame do perfil da mão-de-obra empregada em atividades de P&D, nos Estados Unidos, revela que os engenheiros compõem, em termos quantitativos, o grupo mais relevante desses profissionais. No caso norte americano, cerca de 36% dos indivíduos que trabalham em P&D são engenheiros.

Ainda para ficar no exemplo norte-americano, aproximadamente 46% de todos indivíduos que possuem formação superior em ciência e engenharia e que trabalham na sua área de formação são engenheiros. Esse percentual é 41% para aqueles que possuem nível de mestrado. E só não é tão expressivo quando a titulação dos profissionais é de doutor, entre os quais, os engenheiros respondem por 19% do total de profissionais.

Essas informações também mostram que os engenheiros não são obviamente os únicos profissionais necessários para as atividades de inovação e P&D e, quanto mais a relação ciência-indústria avança, diversos outros perfis são requeridos para dar sustentação ao desenvolvimento tecnológico: cientistas de inúmeras áreas, como física, química, biologia, computação e medicina; mas também advogados e administradores que gerenciam a inovação e propriedade intelectual, e um número crescente de novas áreas, que atendem aos desafios da maior interdisciplinaridade dos problemas a serem resolvidos e da necessidade de estimular a criatividade no interior das empresas.

É conveniente ter em vista também que, em nenhum país, os requisitos de mão-de-obra qualificada para inovação se restringem aos profissionais de nível superior. No Brasil, em particular, há uma forte demanda e um visível gargalo no tocante à formação profissionalizante. Apesar da grande ênfase dada por algumas Unidades da Federação, como São Paulo, e apesar da intenção de expandir o ensino profissional do MEC, os déficits de formação técnica de nível médio no Brasil são enormes e vão demandar maior atenção, inclusive com melhoria do planejamento, melhoria do desempenho das ações de treinamento e mais foco nas habilitações e regiões que merecem prioridade.

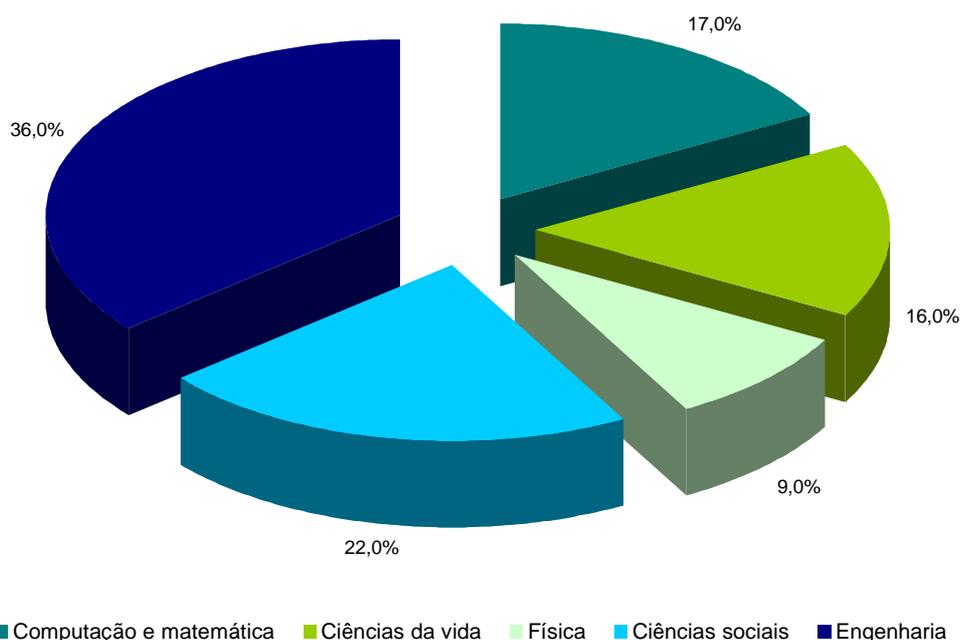
Mas de todos os desafios de qualificação profissional que se colocam no curto prazo, talvez o ensino de engenharia seja o maior. Resolver este gargalo não vai solucionar todos os problemas que teremos se quisermos crescer a taxas mesmo que moderadas, mas o enfrentamento desta questão é crucial e talvez também seja um exemplo do que fazer em outras áreas de treinamento e qualificação.

Sua solução não é simples e requer tempo. Há inúmeras discussões associadas hoje aos perfis desses profissionais, ao exame dos currículos, à melhoria da qualidade do ensino, ao melhor preparo dos estudantes para o mercado de trabalho e para o aprendizado ao longo da vida, além da diversidade de tipos de engenharia e modelos de cursos de graduação e pós-graduação. E há, também, um problema ainda mais grave: parte importante das dificuldades advém das deficiências do conjunto do sistema educacional, da fragilidade da base de recrutamento ao final do ensino médio, que tem sido um obstáculo enorme à expansão da escolaridade superior no Brasil.

A urgência e a importância dessa questão, contudo, sugerem que estes problemas sejam encarados de forma simultânea: não será possível esperar uma ou duas décadas para que a melhoria da qualidade do ensino fundamental e do ensino médio qualifique melhor nossos jovens para o ensino superior e para que seja possível formar mais engenheiros.

Também não se deve esperar que as soluções que muitas instituições privadas de ensino superior e empresas têm adotado, de criar programas de treinamento no próprio local de trabalho, consigam dar conta, de forma adequada, do conjunto do problema. Essas são iniciativas elogiáveis, que têm muito a ensinar e que merecem inclusive suporte dos governos. Mas a quantidade de profissionais requeridos e a dificuldade de coordenar as iniciativas individuais sugerem que um papel central no equacionamento deste problema cabe aos governos. O tempo que decorre, entre conceber e colher resultado, também sugere que essa ação seja posta em prática de forma imediata.

**Distribuição dos Indivíduos com Formação em Ciência e Engenharia, que Trabalham em P&D nos Estados Unidos: 2006 – %**



Fonte: National Science Foundation, Science and Engineering Indicators 2010.

**Distribuição dos Indivíduos que Trabalham em Atividades de C&E,  
na sua Área de Formação, Segundo sua Titulação Máxima  
Estados Unidos: 2006 – %**

Área de formação e trabalho	Doutorado na área	Mestrado na área	Graduação na área
Computação e matemática	8,3%	26,1%	26,3%
Ciências da vida	26,4%	9,0%	10,5%
Física	20,4%	8,0%	8,0%
Ciências sociais	25,8%	15,6%	9,3%
Engenharia	19,1%	41,3%	45,9%
Total	100,0%	100,0%	100,0%

Fonte: National Science Foundation, *Science and Engineering Indicators 2010*.

## Escolaridade Superior no Brasil

Entre os países de renda média e alta, o Brasil tem um dos mais baixos índices de escolaridade superior em todo o mundo. São indicadores alarmantes. É um reflexo da deficiência do conjunto do sistema educacional, em que a baixa qualidade do ensino fundamental e médio se reflete na interrupção do fluxo escolar e na dificuldade de acesso ao ensino superior.

O percentual de jovens de 20 a 24 anos matriculados no ensino superior era de apenas 12,4% no Brasil, em 2007, contra percentuais duas ou até quatro vezes maiores na maioria dos nossos principais concorrentes.

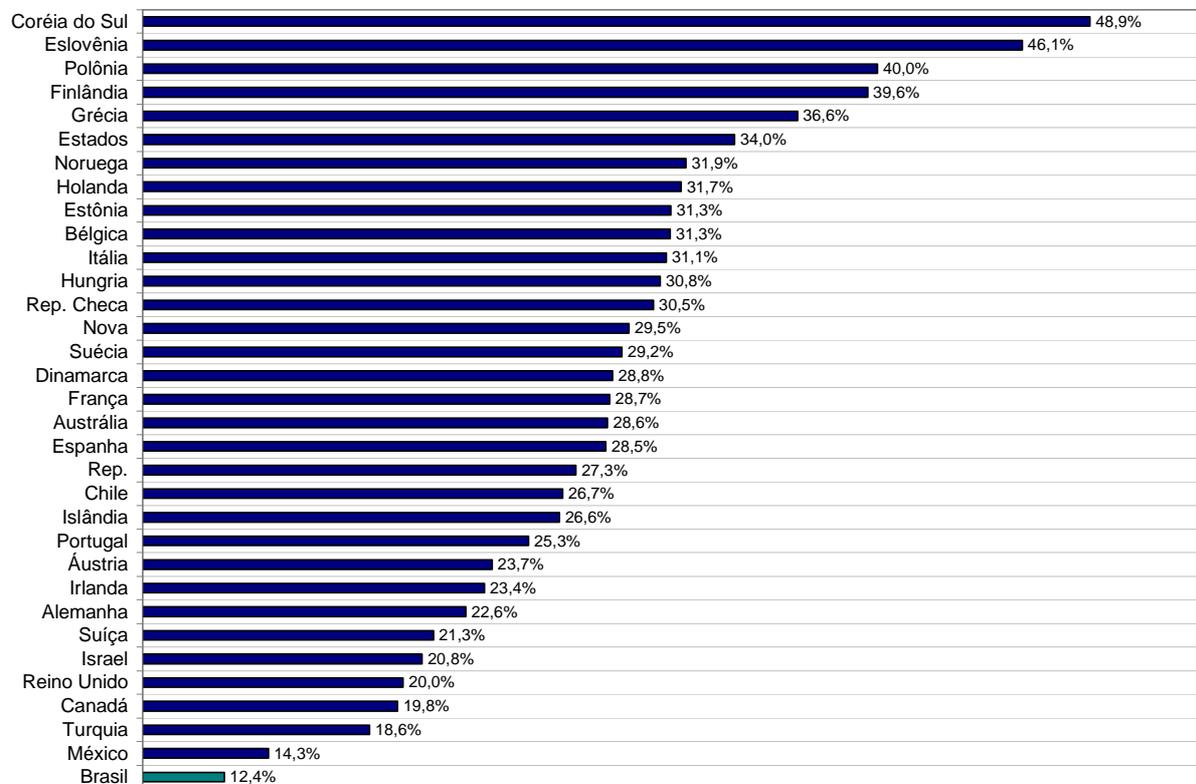
**População, Matrículas e Taxa de Escolaridade Superior  
para Jovens de 20 a 24 anos: Países Selecionados – 2007**

País	Matrículas de jovens de 20-24 anos	População entre 20-24 anos	Taxa de Escolaridade Superior (20-24 anos)
Brasil	2.101.064	16.882.001	12,4%
México	1.369.333	9.571.997	14,3%
Turquia	1.220.038	6.568.257	18,6%
Canadá	446.888	2.262.352	19,8%
Reino Unido	815.760	4.082.207	20,0%
Israel	118.204	568.546	20,8%
Suíça	94.744	445.696	21,3%
Alemanha	1.096.949	4.848.270	22,6%
Irlanda	80.163	342.475	23,4%
Áustria	124.639	525.065	23,7%
Portugal	171.670	679.240	25,3%
Islândia	5.748	21.632	26,6%
Chile	375.620	1.406.257	26,7%
República Eslovaca	120.842	443.032	27,3%
Espanha	806.207	2.825.477	28,5%
Austrália	427.198	1.494.136	28,6%
França	1.164.896	4.058.836	28,7%
Dinamarca	85.359	296.255	28,8%
Suécia	158.234	541.577	29,2%
Nova Zelândia	86.508	293.140	29,5%
República Checa	212.239	694.953	30,5%
Hungria	204.198	662.339	30,8%
Itália	966.825	3.109.753	31,1%
Bélgica	199.104	637.132	31,3%
Estônia	32.706	104.580	31,3%
Holanda	306.303	966.035	31,7%
Noruega	88.904	278.497	31,9%
Estados Unidos	7.166.863	21.099.039	34,0%
Grécia	257.040	702.130	36,6%
Finlândia	131.420	332.004	39,6%
Polónia	1.314.195	3.286.045	40,0%
Eslovênia	62.556	135.712	46,1%
Coréia do Sul	1.657.280	3.385.985	48,9%

Fonte: OECD, 2010.

Entre os países com grandes populações, a situação brasileira é comparável, em termos de escolaridade, com o que ocorre na Índia e China. Mas é conveniente ter em vista que as taxas de escolaridade chinesas estão crescendo a ritmos muito acelerado e que as populações destes dois países são significativamente maiores que as brasileiras — o mesmo ocorrendo com o contingente absoluto de matrículas e egressos do nível superior. Rússia e Estados Unidos, que também possuem grandes populações, têm escolaridade bem mais elevada. De fato, a taxa de escolaridade bruta do ensino superior (matrículas de todas as idades em relação ao grupo de 18 a 24 anos) na Índia é estimada em 11,6% para ano de 2006, o que significa um contingente de cerca de 14 milhões de estudantes (*Educational Statistics at a Glance: 2005-2006, Minister of Human Resources Development, India, 2008*). O contingente de alunos matriculados no ensino superior na China era de mais de 20 milhões em 2008 (*China Yearbook, 2009*). A escolaridade superior na Rússia está entre as mais elevadas do mundo, com um número estimado de matriculados no ensino superior de 9 milhões de indivíduos (UNESCO, *Global Education Digest: Comparing Education Statistics Across the World, 2009*). As matrículas em todas as idades e todas as modalidades de ensino superior nos Estados Unidos totalizavam 17,8 milhões em 2007. Como comparação, no mesmo ano estas matrículas no Brasil eram cerca de 5,2 milhões (OECD).

**Taxa de Escolaridade Superior para Jovens de 20 a 24 anos:  
Países Selecionados – 2007**



Fonte: OECD.

Fonte: OECD, 2010.

## A Formação em Engenharia no Brasil: o Perfil dos Egressos

O problema da formação em engenharia no Brasil é consequência direta da baixa escolaridade superior. Mas não se explica apenas por estes números. Isso é apenas uma parte da questão. É que ao lado do baixo número de jovens que freqüentam o ensino superior, o próprio perfil do ensino superior agrava ainda mais estas características. Nosso sistema de ensino superior, diferentemente do que ocorre em muitos outros países, se concentra nas áreas de educação, ciências sociais, direito, economia e administração. Apenas 5,1% dos egressos cursam engenharia e apenas 9,7% se formam em cursos de ciências, matemática, computação e agrárias.

Mais grave é que estes percentuais de egressos em ciências e engenharia, além de baixos, são decrescentes. O número absoluto de egressos tem crescido, mas seu percentual no total da formação superior tem se reduzido sistematicamente.

Quando se examina o que ocorre com o perfil de engenheiros formados no período, também se observa uma importante alteração de seu perfil. Perde peso a formação nas áreas tradicionais, como engenharia elétrica, eletrônica, mecânica, química e engenharia civil e ganha peso a formação em cursos gerais, em que predominam a formação em engenharia de produção, logística, pesquisa operacional; qualidade; engenharia do trabalho, econômica e ambiental; bem como ganham expressão os cursos de engenharia de alimentos e mineração.

As matrículas e o número de egressos cresceram a taxas relativamente elevadas nos últimos anos, seguindo o mesmo padrão de expansão do conjunto do ensino superior: forte crescimento do setor privado e menor crescimento do setor público. Esse perfil de expansão, calcado na participação crescente do setor privado, é, sem dúvida, parte da explicação do decréscimo da engenharia no conjunto do sistema de ensino superior e também parte da explicação da mudança do perfil da própria engenharia, em que perdem peso as áreas tradicionais de elétrica, eletrônica, mecânica, química e civil, cursos que exigem maior infraestrutura e investimentos mais elevados. (Esse maior crescimento das matrículas no ensino privado de engenharia vem se acentuando com o tempo. Entre 1995 e 2002, 66% das novas matrículas foram de responsabilidade destas escolas; entre 2002 e 2008, este percentual se elevou para 73%, muito em razão do menor peso relativo do sistema público federal, uma vez que entre 1995 e 2002 o ensino federal havia sido responsável por 43% do crescimento das matrículas, percentual que caiu para 21% entre 2002 e 2008).

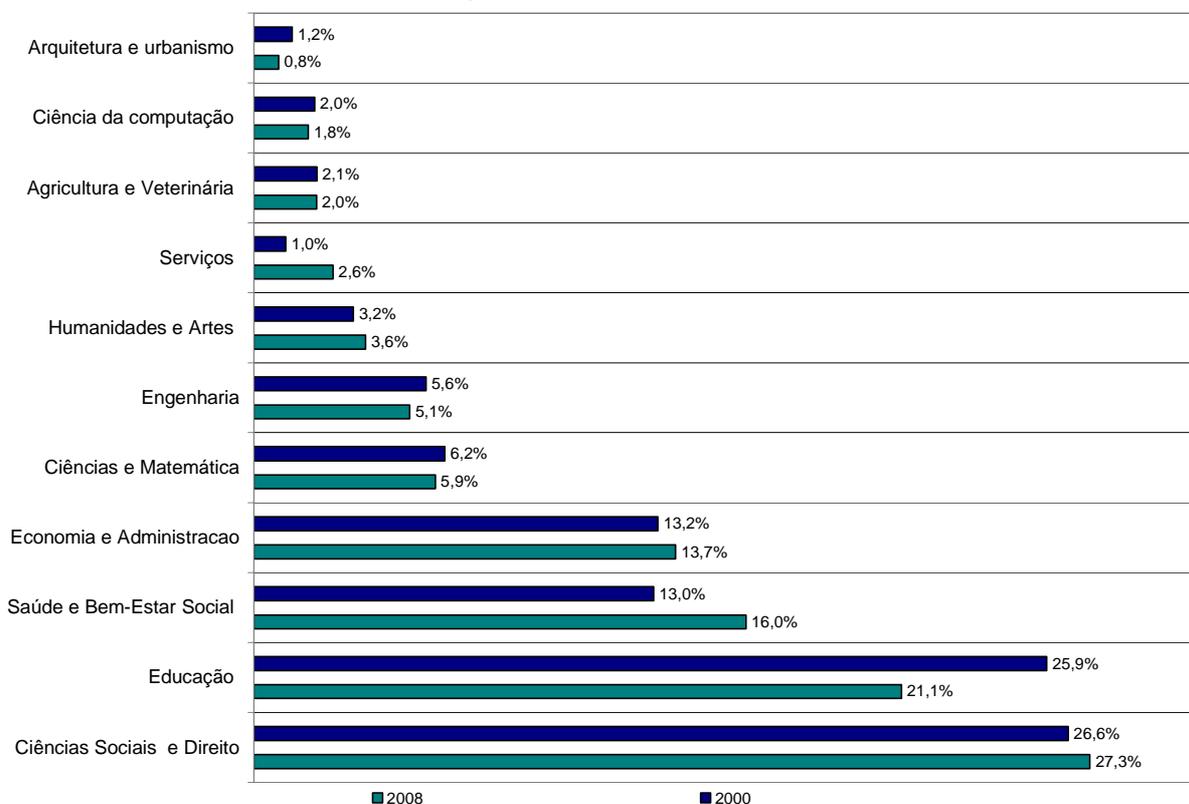
Fenômeno similar ocorre quando examinamos o ensino de pós-graduação, em que esses números são melhores, mas onde igualmente o percentual de egressos com formação em engenharia é baixo e decrescente, ficando distante do encontrado nos principais países desenvolvidos e, em especial, dos valores encontrados para os países emergentes. Nesse caso, em 2008, os doutores com titulação em engenharia eram apenas 11,4% do total de doutores, tendo sido cerca de 13,7% em 1996. O percentual de doutores em ciências, matemática e computação também cai no período: de 16,1% dos doutores, para apenas 10,9%.

### Perfil dos Egressos na Educação Superior Brasil: 2000 e 2008

Áreas	2000	2008
Total	100,0%	100,0%
Educação	25,9%	21,1%
Humanidades e Artes	3,2%	3,6%
Ciências Sociais e Direito	26,6%	27,3%
Economia e Administração	13,2%	13,7%
Ciências e Matemática	6,2%	5,9%
Ciência da computação	2,0%	1,8%
Engenharia	5,6%	5,1%
Arquitetura e urbanismo	1,2%	0,8%
Agricultura e Veterinária	2,1%	2,0%
Saúde e Bem-Estar Social	13,0%	16,0%
Serviços	1,0%	2,6%
Total absoluto de egressos	352.305	800.318

Fonte: MEC, INEP, Censo da Educação Superior.

### Perfil dos Egressos na Educação Superior Brasil: 2000 e 2008



Fonte: MEC, INEP, Censo da Educação Superior.

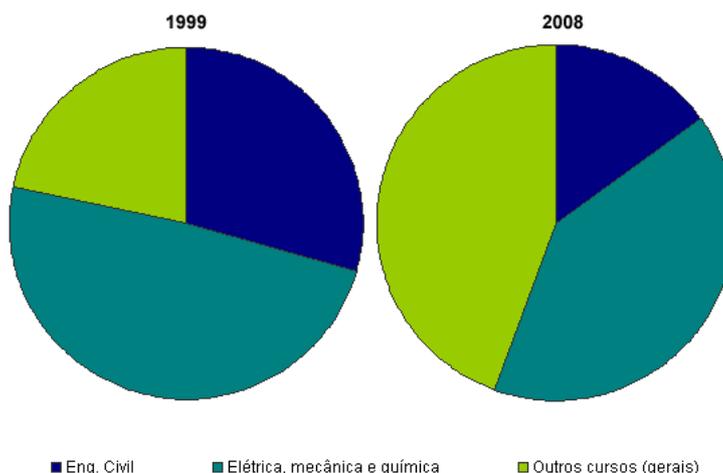
### Concluintes da Educação Superior em Engenharia: 1999 a 2008

Área	1999	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Eletricidade e energia	16,5%	16,6%	17,0%	16,1%	14,8%	14,4%	13,9%	12,3%	11,7%
Eletrônica e automação	5,2%	6,2%	8,5%	8,8%	11,6%	11,8%	12,7%	11,0%	10,2%
Eng. civil e de construção	29,5%	26,6%	25,5%	24,5%	22,3%	20,3%	18,0%	14,7%	14,9%
Engenharia (cursos gerais)	18,8%	21,5%	19,6%	21,7%	22,2%	26,8%	29,1%	31,9%	32,4%
Eng. mecânica e metalurgia <sup>1</sup>	19,8%	19,4%	19,2%	19,3%	16,8%	15,2%	15,3%	14,7%	13,9%
Mineração e extração	0,5%	0,7%	0,6%	0,4%	0,5%	0,5%	1,1%	6,0%	6,4%
Processamento de alimentos	1,9%	3,0%	3,4%	3,3%	4,8%	4,7%	4,2%	4,2%	4,7%
Química e processos	7,3%	5,5%	5,4%	5,2%	6,2%	5,7%	5,0%	4,7%	4,8%
Outros cursos	0,4%	0,4%	0,8%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%	0,5%	1,0%
Total Engenharia (nº. abs.)	18.671	25.310	28.024	30.456	33.148	36.918	41.491	47.016	47.098

Fonte: MEC, INEP, Censo da Educação Superior.

Obs: (1) inclui materiais, aeronáutica, naval e automotiva.

### Concluintes da Educação Superior em Engenharia: 1999 a 2008



Fonte: MEC, INEP, Censo da Educação Superior.

### Matrículas e Concluintes em Engenharia Segundo Tipo de Instituição de Ensino Superior: 2000 a 2008

Matrículas ou Concluintes	Pública			Privada		Total
	Federal	Estadual	Municipal	Particular	Outras <sup>1</sup>	
N. Absoluto de Matrículas						
2000	69.721	35.402	4.796	49.578	75.000	234.497
2008	107.465	51.616	14.359	161.173	132.733	467.346
N. Absoluto de Concluintes						
2000	7.234	3.972	486	5.663	6.810	24.165
2008	11.751	6.043	1.705	14.793	12.806	47.098
Percentuais de matrículas (%)						
2000	29,7%	15,1%	2,0%	21,1%	32,0%	100,0%
2008	23,0%	11,0%	3,1%	34,5%	28,4%	100,0%
Percentuais de Concluintes (%)						
2000	29,9%	16,4%	2,0%	23,4%	28,2%	100,0%
2008	25,0%	12,8%	3,6%	31,4%	27,2%	100,0%
Crescimento acumulado 2000 a 2008						
Matrículas	54,1%	45,8%	199,4%	225,1%	77,0%	99,3%
Concluintes	62,4%	52,1%	250,8%	161,2%	88,0%	94,9%

Fonte: MEC, INEP, Censo da Educação Superior.

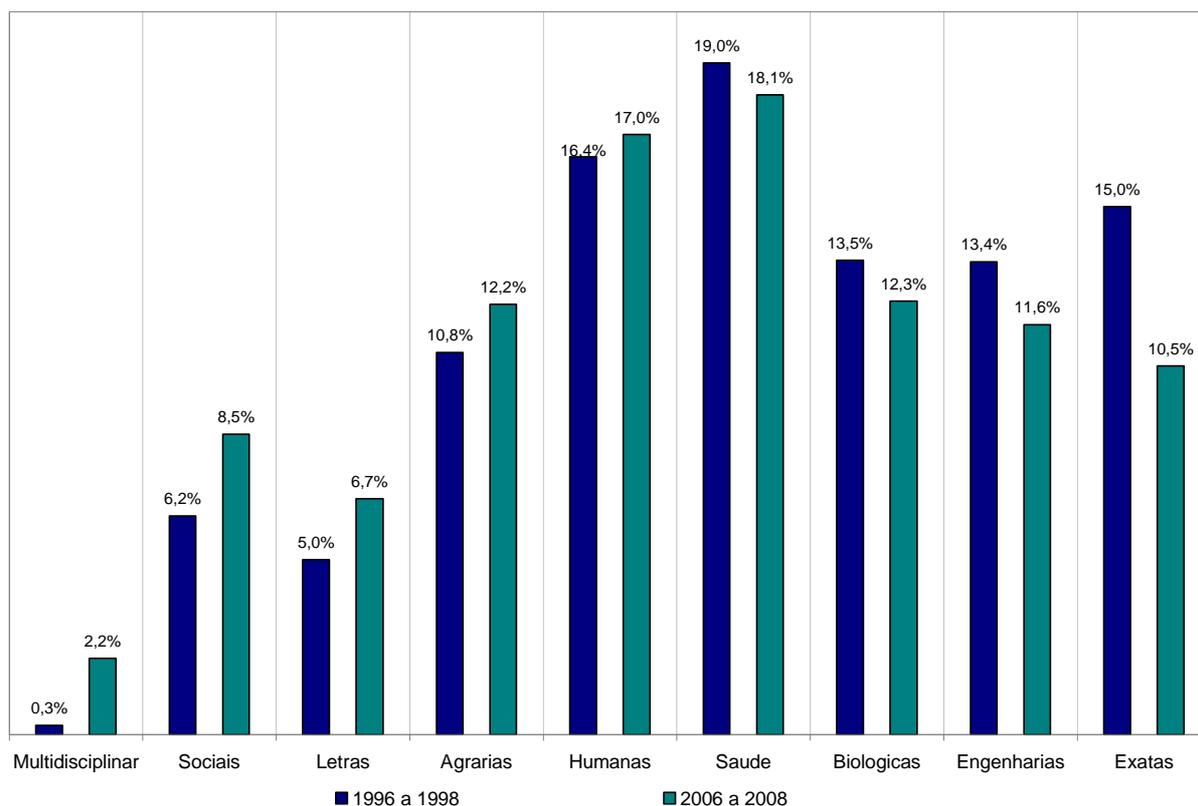
Obs: (1) Comunitárias, Confessionais ou Filantrópicas.

### Doutores Titulados no Brasil Segundo a Área de Formação: 1996-2008

Área	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Saúde	19,3%	18,7%	19,1%	21,2%	19,2%	18,4%	20,9%	19,3%	18,0%	18,5%	18,3%	18,0%	18,2%
Humanas	14,9%	17,6%	16,7%	15,8%	16,7%	17,4%	16,7%	16,0%	16,3%	16,6%	16,1%	17,2%	17,7%
Biológicas	13,8%	13,4%	13,2%	12,4%	12,6%	12,6%	12,6%	12,5%	12,8%	12,6%	12,2%	12,3%	12,4%
Agrárias	10,6%	10,4%	11,5%	10,1%	10,4%	11,5%	11,5%	13,0%	12,0%	12,4%	12,3%	12,2%	12,2%
Engenharias	13,7%	13,3%	13,2%	13,5%	13,0%	12,6%	11,3%	12,0%	12,8%	12,2%	11,9%	11,7%	11,3%
Exatas	16,1%	14,8%	14,0%	13,4%	13,5%	12,4%	10,5%	11,3%	11,1%	10,6%	10,1%	10,4%	10,9%
Sociais	6,4%	5,3%	6,9%	6,9%	8,1%	8,1%	9,1%	8,8%	9,2%	9,0%	9,4%	8,1%	8,0%
Letras	5,0%	5,8%	4,1%	4,9%	4,8%	5,4%	5,5%	5,3%	5,6%	5,5%	6,5%	7,1%	6,5%
Multidisciplinar	0,1%	0,3%	0,4%	0,9%	1,0%	1,0%	1,1%	1,4%	1,5%	1,7%	2,2%	2,2%	2,1%
Total (nº. abs.)	2.830	3.489	3.829	4.754	5.232	5.782	6.620	7.739	8.132	9.070	9.460	9.994	10.788

Fonte: Doutores 2010: estudos da demografia da base técnico-científica brasileira, Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

**Doutores Titulados no Brasil Segundo a Área de Formação:  
Percentuais Sobre o Total de Doutores – Médias 1996 a 1998 e 2006 a 2008 – %**



Fonte: Doutores 2010: estudos da demografia da base técnico-científica brasileira, Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

## O Perfil dos Egressos: Comparação Internacional

O perfil dos egressos nas áreas em engenharia e em ciências exatas (*'hard science'*) ou seus percentuais em relação à população são indicadores muito utilizados, em termos internacionais, para aferir a coerência entre a formação de recursos humanos e a ênfase dos diversos países no desenvolvimento tecnológico e na inovação. Esse índice é tradicionalmente muito elevado nos países asiáticos, por conta do elevado percentual de engenheiros, e é menor nos países ocidentais.

A comparação do Brasil com os demais países desenvolvidos ou em desenvolvimento é amplamente desfavorável a nós. Na lista dos 35 países com dados disponíveis sobre o percentual de engenheiros entre o total de egressos do ensino superior, segundo a OECD, o Brasil figura com o menor percentual de engenheiros em 2007. Ficamos muito distante do perfil dos principais países da Ásia, mas mesmo quando comparamos com os Estados Unidos, onde há um claro problema de estimular os jovens a estudar engenharia e ciências, o Brasil segue perdendo. Esse é o pior desempenho brasileiro em indicadores internacionais relacionados à ciência, tecnologia e inovação.

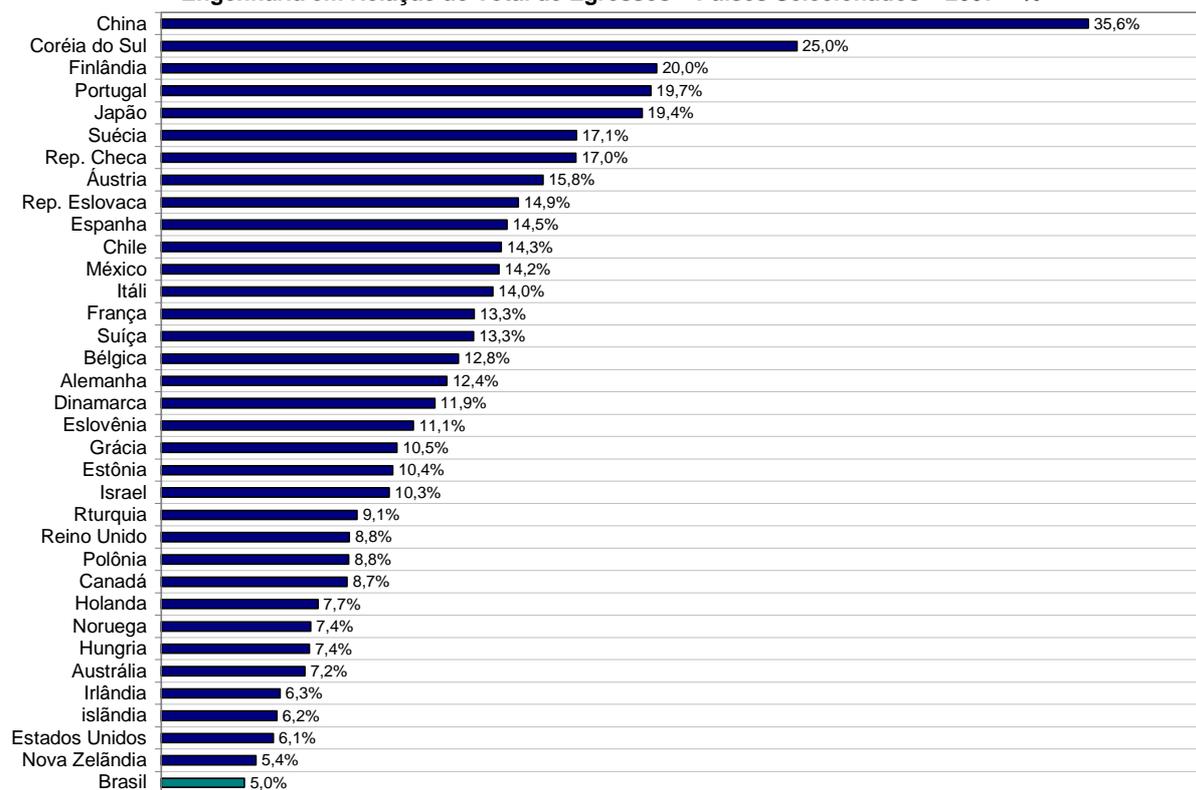
A comparação internacional do perfil dos doutores graduados não é tão negativa para o Brasil, comparativamente ao caso dos egressos da graduação. Mesmo assim, o Brasil fica abaixo da média e distante dos principais países emergentes, com um percentual de 11,8% dos egressos nas áreas de engenharia, em 2007.

**Percentual de Egressos em Cursos de Nível Superior em Engenharia em Relação ao Total de Egressos**  
**Países Selecionados – 2007 – %**

País	(%)	País	(%)
Brasil	5,0%	Alemanha	12,4%
Nova Zelândia	5,4%	Bélgica	12,8%
Estados Unidos	6,1%	Suíça	13,3%
Islândia	6,2%	França	13,3%
Irlanda	6,3%	Itália	14,0%
Austrália	7,2%	México	14,2%
Hungria	7,4%	Chile	14,3%
Noruega	7,4%	Espanha	14,5%
Holanda	7,7%	Rep. Eslovaca	14,9%
Canadá	8,7%	Áustria	15,8%
Polônia	8,8%	Rep. Checa	17,0%
Reino Unido	8,8%	Suécia	17,1%
Turquia	9,1%	Japão	19,4%
Israel	10,3%	Portugal	19,7%
Estônia	10,4%	Finlândia	20,0%
Grécia	10,5%	Coréia do Sul	25,0%
Eslovênia	11,1%	China	35,6%
Dinamarca	11,9%		

Fonte: OECD, 2010.

**Percentual de Egressos em Cursos de Nível Superior em Engenharia em Relação ao Total de Egressos – Países Selecionados – 2007 – %**



Fonte: OECD.

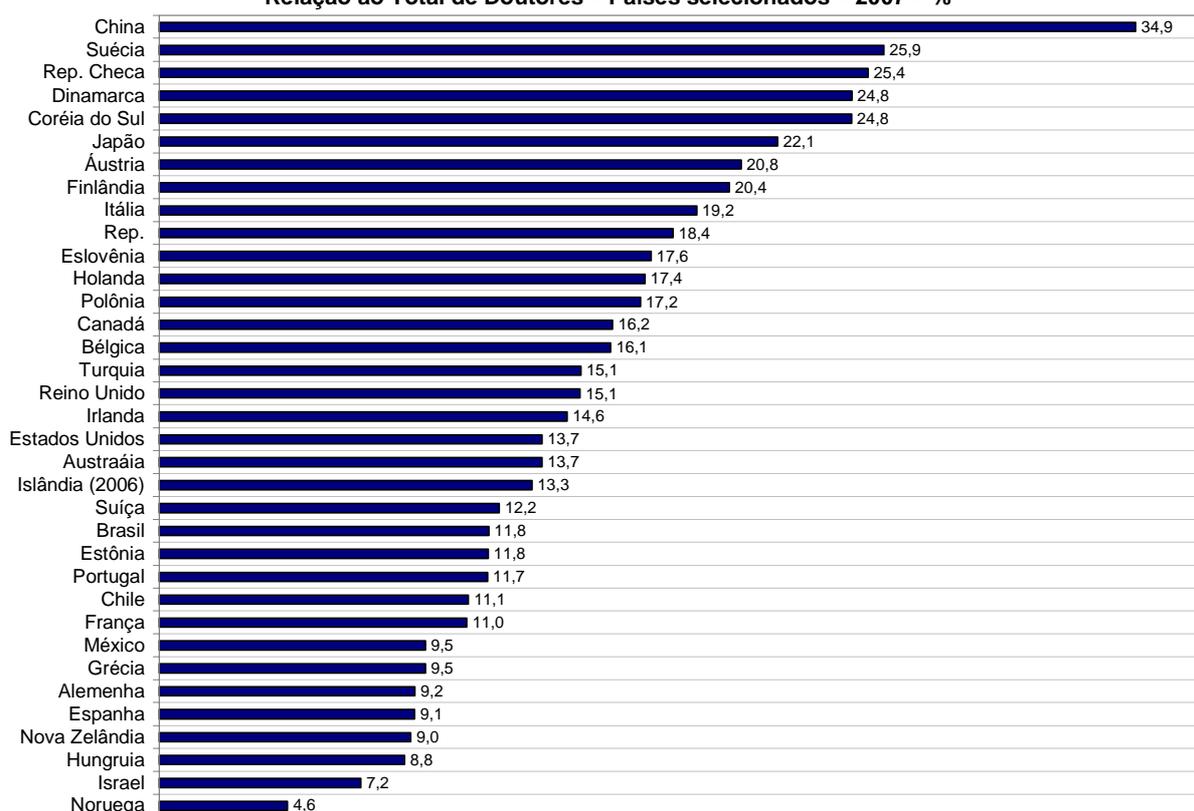
Fonte: OECD, 2010.

**Percentual de Doutores em Engenharia em Relação ao Total de Doutores – Países Selecionados – 2007 – %**

País	(%)	País	(%)
Noruega	4,6	Reino Unido	15,1
Israel	7,2	Turquia	15,1
Hungria	8,8	Bélgica	16,1
Nova Zelândia	9,0	Canadá	16,2
Espanha	9,1	Polônia	17,2
Alemanha	9,2	Holanda	17,4
Grécia	9,5	Eslovênia	17,6
México	9,5	Rep. Eslováquia	18,4
França	11,0	Itália	19,2
Chile	11,1	Finlândia	20,4
Portugal	11,7	Áustria	20,8
Estônia	11,8	Japão	22,1
Brasil	11,8	Coréia do Sul	24,8
Suíça	12,2	Dinamarca	24,8
Islândia (2006)	13,3	República Checa	25,4
Austrália	13,7	Suécia	25,9
Estados Unidos	13,7	China	34,9
Irlanda	14,6		

Fonte: OECD, Measuring Innovation: A New Perspective, 2010.

**Percentual de Doutores em Engenharia em Relação ao Total de Doutores – Países selecionados – 2007 – %**



Fonte: OECD, Measuring Innovation: A New Perspective, 2010.

## A Combinação Perversa de Baixa Escolaridade e Perfil Inadequado

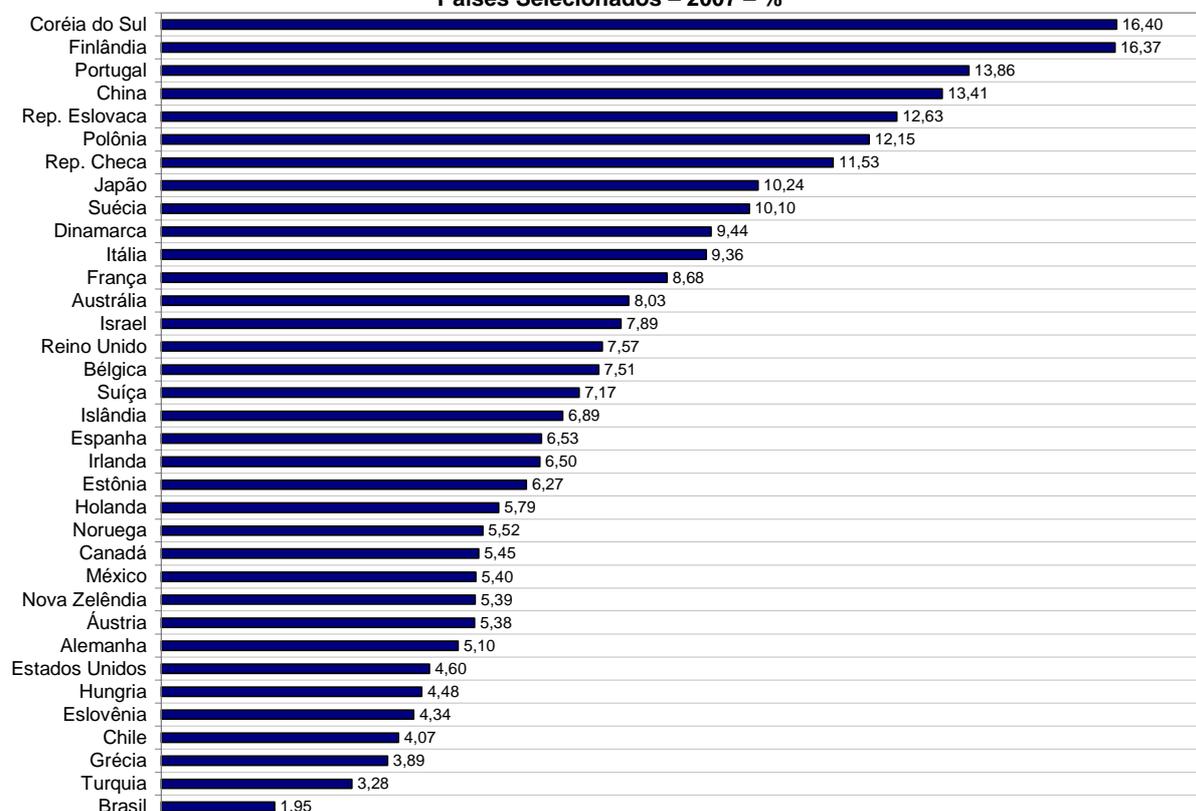
A combinação de baixa escolaridade superior e um perfil de egressos sem qualquer ênfase na formação em engenharia é de um reduzidíssimo índice de engenheiros no conjunto da população economicamente ativa — PEA (ou da população como todo, que é tomada aqui como *proxi* da PEA). O número brasileiro é cerca de três ou quatro vezes menor que a maioria dos países, e está mais de oito vezes abaixo do que se encontra na Coreia do Sul e na Finlândia.

**Graduados em Engenharia para cada 10.000 Habitantes**  
**Países Selecionados – 2007 – %**

País	Eng/10.000 pessoas	País	Eng/10.000 pessoas
Brasil	1,95	Suíça	7,17
Turquia	3,28	Bélgica	7,51
Grécia	3,89	Reino Unido	7,57
Chile	4,07	Israel	7,89
Eslovênia	4,34	Austrália	8,03
Hungria	4,48	França	8,68
Estados Unidos	4,60	Itália	9,36
Alemanha	5,10	Dinamarca	9,44
Áustria	5,38	Suécia	10,10
Nova Zelândia	5,39	Japão	10,24
México	5,40	Rep. Checa	11,53
Canadá	5,45	Polônia	12,15
Noruega	5,52	Rep. Eslovaca	12,63
Holanda	5,79	China	13,41
Estônia	6,27	Portugal	13,86
Irlanda	6,50	Finlândia	16,37
Espanha	6,53	Coreia do Sul	16,40
Islândia	6,89		

Fonte: OECD, 2010.

**Graduados em Engenharia para cada 10.000 Habitantes**  
**Países Selecionados – 2007 – %**



Fonte: OECD, 2010.

## A Demanda por Profissionais de Engenharia no Brasil

Na conjuntura que antecedeu a crise internacional de 2008 e após a recuperação da economia brasileira, tem sido uma constante na imprensa a publicação de matérias que apontam problemas crescentes na contratação de mão-de-obra qualificada, com grande destaque ao grupo de engenheiros. São relatos da dificuldade de contratar profissionais em várias áreas e de iniciativas emergenciais de realizar atividades de treinamento ou de buscar, no exterior, pessoas que possam atender às necessidades das empresas, em especial no campo da engenharia.

Essa preocupação até gerou uma nota técnica do IPEA, que avalia o requerimento de engenheiros em contraponto à formação em engenharia no Brasil. (Escassez de engenheiros: realmente um risco?, Nascimento, P. et alli, *Radar n. 6, Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*, IPEA, Brasília, 2010). Esse trabalho faz uma projeção desse requerimento, estimado a partir de uma regressão logarítmica entre ocupação de engenheiros e o crescimento do PIB, levando em conta os indivíduos em postos de trabalho identificados como ‘*stricto sensu*’ de engenheiros. Partindo de um crescimento do requerimento que é cerca de duas vezes superior ao crescimento do PIB (verificado no período 2003 a 2008), o estudo infere que, num cenário de crescimento do PIB de 3% ao ano, o emprego de engenheiros crescerá a 7% a.a. Se o crescimento do PIB fosse mais elevado, ao ritmo para 5% a.a., o crescimento no emprego destes profissionais se daria a uma taxa média anual de 9% a.a.; e crescerá próximo a 13% a.a., em média, se o PIB crescesse a 7% a.a.

A conclusão é que “qualquer aceleração de crescimento econômico poderá gerar déficit de oferta de engenheiros caso se mantenham os atuais padrões de distribuição dos graduados fora do grupo engenheiros”. Ou seja, a escassez ou não de engenheiros dependeria não apenas do ritmo de crescimento da economia (e da formação de pessoal), mas também da proporção de profissionais formados em engenharia, mas que trabalham em outras ocupações não ‘típicas’ de engenheiros.

Esse é um ponto central do documento: a identificação dessa espécie de ‘desvio de função’. A dificuldade em estimar o número de profissionais requeridos está associada ao fato que uma parcela grande dos engenheiros trabalha em outras ocupações que não seriam “típicas” de engenharia. O trabalho “estima”, a partir de avaliações problemáticas do que seria o “estoque” de engenheiros formados e do que seria o contingente de profissionais trabalhando em engenharia, que de cada sete engenheiros ocupados, apenas dois estariam em atividades “típicas” de engenharia.

Há vários problemas aqui, como pressupor que todos os egressos possam ser absorvidos pelo mercado de trabalho e que não há problemas de qualidade e adequação do perfil dos egressos. Mas independente disso, o maior problema desse exercício é o cálculo desse chamado ‘desvio de função’.

Todos sabem que alunos formados em engenharia trabalham em diversos outros tipos de ocupação. Ou como aponta o próprio estudo do IPEA: “deve-se admitir que sempre haverá um estoque maior de engenheiros formados do que de trabalhadores cuja ocupação seja típica de engenheiro, justamente para atender a demandas em outros segmentos da estrutura de emprego.”

Essa é uma característica do mundo todo, em função do perfil versátil da formação de engenharia. Como aponta, referindo-se ao mercado de trabalho norte-americano, o trabalho já citado da *National Science Foundation*: “*Science and Engineering (S&E) degree holders work in all manner of jobs. For example, they work in S&E-related jobs such as health*

*occupations or in S&E managerial positions, but they also hold non-S&E jobs such as college and precollege teachers in non-S&E areas or work in social services occupations. In 2006, 6.2 million workers whose highest degree was in an S&E field did not work in an S&E occupation. Some 1.1 million worked in S&E-related occupations, while just over 5.0 million worked in non-S&E jobs. The largest category of non-S&E jobs was management and management-related occupations, with 1.4 million workers, followed by sales and marketing occupations, with 990,000 workers” (NSF, SEI, 2010).*

Um segundo problema, parcialmente relacionado ao anterior, é o que o estudo do IPEA considera como ocupações de engenharia apenas as ocupações típicas de engenharia da Classificação Brasileira de Ocupações. Esta estimativa exclui todas as ocupações que na CBO são de direção ou gerência, ainda que sua definição na CBO alerte que estas ocupações requerem formação em engenharia ou em algum curso superior correlato. Ou seja, um número expressivo de engenheiros trabalha em atividades de gestão que requerem este ou outro tipo de formação específica e que deveriam ser consideradas típicas de engenharia. Não se trata, pois, de um ‘desvio de função’. Pior é que isso está longe de ser marginal, na medida em que há um milhão de postos de trabalhos em atividades de direção e gerência (considerando-se apenas direção e gerência de atividades de produção, operação e áreas de apoio), contra cerca de 190 mil em postos típicos de engenharia, ainda que só uma parcela menor destes postos seja ocupada por engenheiros.

Independente da forma de projetar a demanda ou de estimar o tamanho do mercado de trabalho de engenharia no Brasil há um fato: diversas empresas têm relatado a enorme dificuldade em contratar engenheiros. Dada a disseminação destes profissionais pelo conjunto do mercado de trabalho esta ‘escassez’ relativa acaba tendo impacto generalizado.

Analisando-se apenas as ocupações típicas de engenharia pode-se observar que cerca de 30% destes estão ocupados na indústria de transformação e 17% trabalham no setor de construção civil. Mas todas as atividades acabam requerendo profissionais com este tipo de habilitação técnica, além das já mencionadas atividades de administração e gestão. Uma escassez de engenheiros afeta, portanto, a todos.

O ritmo de expansão das atividades típicas de engenharia foi muito alto no período recente, com destaque para os setores da indústria extrativa, dos serviços técnicos profissionais e da indústria de transformação. Em termos de sub-área de formação, o destaque ficou para o grupo de engenheiros de formação geral, seguido pela química, mecânica e pela engenharia civil.

**Postos de Trabalho em Ocupações de Direção, Gerência e Atividades Típicas de Engenharia:**

	Diretores <sup>1</sup>	Gerentes <sup>1</sup>	Engenheiros <sup>2</sup>
Indústria Extrativa	760	11.477	12.256
Indústria de Transformação	10.470	158.754	51.006
Serviços Industriais de Utilidade Pública	679	5.370	13.806
Construção Civil	1.663	17.891	31.698
Serviços Técnicos e Profissionais	6.217	72.724	31.569
Transportes e Comunicações	3.372	40.802	8.998
Administração Pública	18.883	17.414	22.575
Outros serviços e comércio	20.642	598.093	18.750
<b>Total</b>	<b>63.491</b>	<b>942.543</b>	<b>191.664</b>

Fonte: Ministério do Trabalho, RAIS.

Obs: (1) Na produção, operações e áreas de apoio;

(2) Grupo 214 e ocupações selecionadas dos grupos 202, 203 e 212 da CBO.

**Perfil dos Postos de Trabalho em Ocupações Típicas de Engenharia  
Segundo Setores de Atividade: Brasil: 2008 (em 31/12/2008)**

Ocupação/Setor	A	B	C	D	E	F	G	H	Total
Engenheiro Civil	0,3%	2,2%	13,4%	3,2%	1,3%	5,1%	6,8%	4,4%	36,8%
Engenheiro Elétrico e Eletrônico	0,2%	4,5%	1,5%	3,9%	2,5%	1,9%	0,2%	2,9%	17,7%
Engenheiro Mecânico e Metalúrgico	2,3%	10,3%	0,9%	0,3%	0,4%	1,7%	0,2%	1,1%	17,2%
Engenheiro Químico	1,7%	2,4%	0,1%	0,1%	0,0%	0,9%	0,2%	0,5%	5,8%
Outros Engenheiros	1,7%	10,8%	1,3%	0,3%	0,9%	3,1%	0,7%	3,4%	22,4%
Total	6,3%	30,2%	17,2%	7,8%	5,1%	12,8%	8,1%	12,3%	100,0%

Fonte: Ministério do Trabalho, RAIS.

Obs: A - Extração mineral; B - Indústria de transformação; C - Construção civil;

D - Serviços industriais de utilidade pública; E - transporte e comunicações;

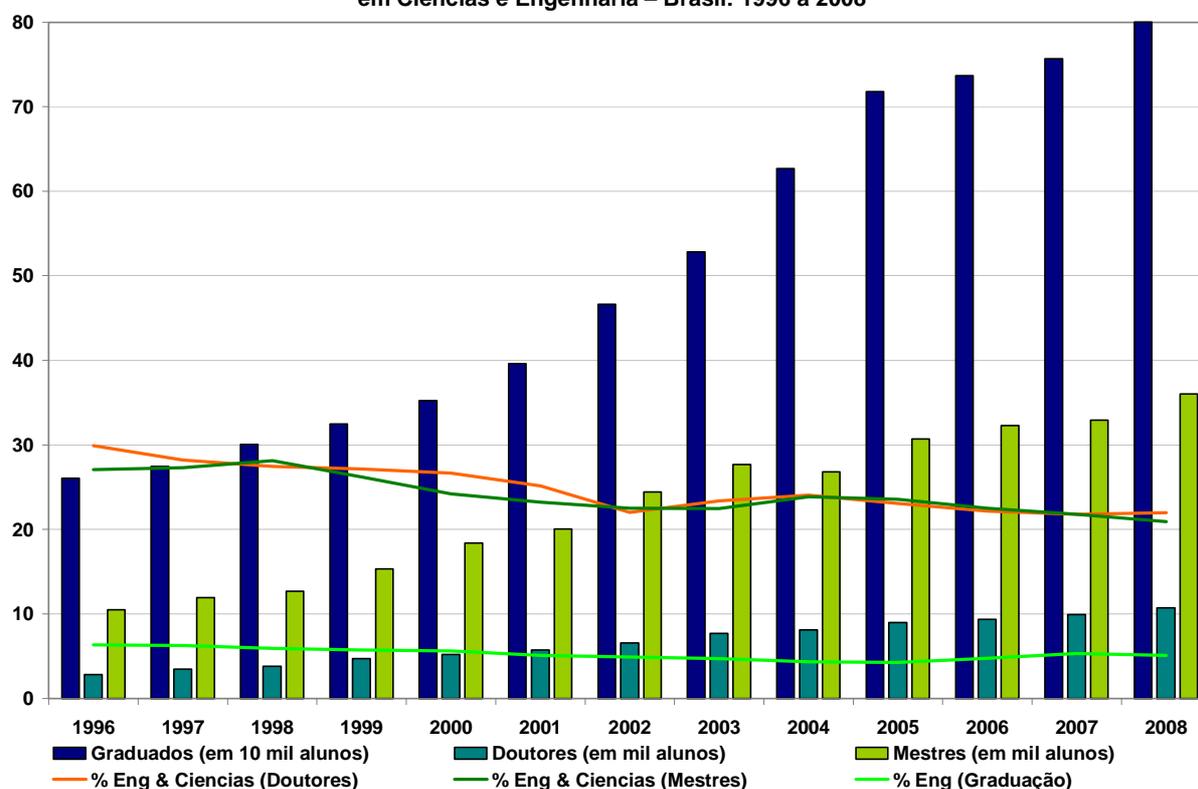
F - serviços técnico profissionais; G - Administração pública; H- Outros (comércio e serviços)

**Taxas de Crescimento Média Anual dos Indivíduos em Ocupações Típicas  
de Engenharia por Setor de Atividade e Principais Ocupações: Brasil: 2003 a 2008**

Ocupação	Tx. Cresc.	Setor	Tx. Cresc.
Engenheiro Civil	6,8%	Extração de minerais	34,9%
Engenheiro Elétrico e Eletrônico	4,3%	Indústria de transformação	8,5%
Engenheiro Mecânico e Metalúrgico	7,6%	Construção civil	11,4%
Engenheiro Químico	7,9%	Serv. industriais de utilidade pública	4,0%
Outros Engenheiros	16,9%	Serviços técnico profissionais	16,5%
Total	8,3%	Administração pública	2,0%
		Outros (comércio e serviços)	3,2%
		Total	8,3%

Fonte: Ministério do Trabalho, RAIS.

**Graduados no Ensino Superior, Doutores e Mestres (Números Absolutos)  
e Percentual de Graduados em Engenharia e de Mestres e Doutores  
em Ciências e Engenharia – Brasil: 1996 a 2008**



Fonte: INEP, Censo do Ensino Superior e CAPES.