



mei

MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO

O ESTADO DA INOVAÇÃO
NO BRASIL

mei

2016-17

Recursos Humanos Para Inovação

5

CORREALIZAÇÃO:



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

REALIZAÇÃO:



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA

RECURSOS HUMANOS PARA INOVAÇÃO

BRASÍLIA, 2016

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI

Robson Braga de Andrade
Presidente

Diretoria de Desenvolvimento Industrial

Carlos Eduardo Abijaodi
Diretor

Diretoria de Comunicação

Carlos Alberto Barreiros
Diretor

Diretoria de Educação e Tecnologia

Rafael Esmeraldo Lucchesi Ramacciotti
Diretor

Diretoria de Políticas e Estratégia

José Augusto Coelho Fernandes
Diretor

Diretoria de Relações Institucionais

Mônica Messenberg Guimarães
Diretora

Diretoria de Serviços Corporativos

Fernando Augusto Trivellato
Diretor

Diretoria Jurídica

Hélio José Ferreira Rocha
Diretor

Diretoria CNI/SP

Carlos Alberto Pires
Diretor

Instituto Euvaldo Lodi – IEL

Robson Braga de Andrade
Presidente do Conselho Superior

IEL – Núcleo Central

Paulo Afonso Ferreira
Diretor-Geral

Paulo Mól
Superintendente

Diretoria de Inovação

Gianna Sagazio
Diretora



mei

MOBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO

**O ESTADO DA INOVAÇÃO
NO BRASIL**

mei

2016-17

Recursos Humanos Para Inovação

5

© 2016. CNI – Confederação Nacional da Indústria.

© 2016. IEL – Instituto Euvaldo Lodi.

Qualquer parte desta obra poderá ser reproduzida, desde que citada a fonte.

CNI

Diretoria de Inovação – DI

FICHA CATALOGRÁFICA

C748r

Confederação Nacional da Indústria.

Recursos humanos para inovação / Confederação Nacional da Indústria,
Instituto Euvaldo Lodi. – Brasília : CNI, 2016.

50 p. : il.

1. Inovação 2. Recursos Humanos. I. Título.

CDU: 658

CNI
Confederação Nacional da Indústria
Sede

Setor Bancário Norte
Quadra 1 – Bloco C
Edifício Roberto Simonsen
70040-903 – Brasília – DF
Tel.: (61) 3317-9000
Fax: (61) 3317-9994
<http://www.portaldaindustria.com.br/cni/>

Serviço de Atendimento ao Cliente – SAC

Tels.: (61) 3317-9989/3317-9992
sac@cni.org.br

SUMÁRIO

Introdução	7
.....	
1. Escolaridade Superior no Brasil	13
.....	
2. A Formação em Engenharia no Brasil: o Perfil dos Egressos	17
.....	
3. O Perfil dos Egressos: comparação internacional	23
.....	
4. As características da Expansão Recente da Graduação em Engenharia no Brasil	33
.....	
5. A Demanda por Profissionais de Engenharia no Brasil	39
.....	
Propostas	45
.....	
Referências	49

Introdução



A discussão sobre a formação de engenheiros no Brasil gerou, anos atrás, grande polêmica. Motivado pelo perfil histórico de baixo percentual de engenheiros (e também de ciências duras) entre os egressos do ensino superior, aliado aos sinais emitidos pelo mercado de trabalho quanto às dificuldades crescentes para contratação de bons profissionais, muitos analistas, buscaram chamar atenção para a importância da engenharia nas atividades de inovação e para o fato de o Brasil situar-se nas piores posições em termos de engenheiros por habitantes, qualquer que fosse o universo selecionado de países (Pacheco, 2010).

Esse alerta foi duramente criticado, com base, especialmente, nas pesquisas realizadas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea (Oliveira, 2014), que apontavam diversos sinais de que não havia escassez de engenheiros e de que o ritmo de crescimento da oferta seria mais do que suficiente para atender às demandas do mercado de trabalho.

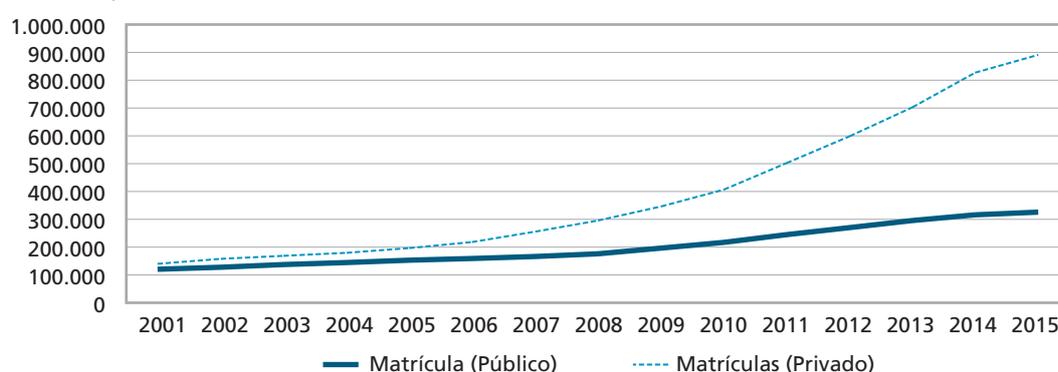
A polêmica tornou-se completamente obsoleta. A presente crise e a expressiva ampliação do número de matrículas em cursos de engenharia, especialmente após 2009 (ver gráfico 1), soterraram esse problema, embora, em contrapartida, tenham sido criados vários outros.

Entre 2004 e 2008, impulsionado pelo contexto internacional e pela expansão do consumo, o PIB brasileiro cresceu a uma taxa média de 4,8% a.a. A experiência internacional e as estimativas disponíveis para o País sugeriam que a demanda por engenheiros seria aproximadamente três vezes superior ao crescimento do produto, o que corresponderia, portanto, a um número de dois dígitos. Os sinais de aquecimento do mercado de trabalho também se refletiam no âmbito das empresas, que se valiam, não só da contratação de profissionais provenientes do exterior, como também de engenheiros recém-formados, egressos das melhores universidades.

Impulsionado por essa demanda, pela resposta positiva do setor privado e pela introdução de políticas de financiamento voltadas ao ensino superior, ocorreu uma explosão no número de matrículas em engenharia, que cresceram, entre 2004 e 2008, a uma taxa média de 9,2% a.a., número bem próximo da então taxa de crescimento do número de concluintes em cursos de engenharia.

Esse processo iria bem mais longe: nos sete anos seguintes, as matrículas em cursos de engenharia atingiram espantosos 14,6% a.a. (o ritmo de crescimento dos concluintes seria um pouco menor, em função do aumento da evasão, embora mantivesse ainda os dois dígitos). Só que agora o ritmo médio de crescimento do PIB cairia para 1,7%, culminando com uma retração econômica que já dura três anos.

Gráfico 1 – Matrículas em cursos de Engenharia segundo a natureza jurídica da instituição e ensino superior: 2001-2015



Fonte: INEP, Sinopse Estatística da Educação Superior, diversos anos.

Nesse contexto, o debate sobre a formação de engenheiros parece algo sem o menor sentido. Mais relevante seria saber como dar amparo aos jovens que se dispuseram a estudar engenharia e que agora não encontram emprego. Se, em 2008, formávamos menos de 50 mil engenheiros por ano, hoje os concluintes são mais de 100 mil por ano. O maior agravante é que a demanda se foi, acompanhando o colapso da economia.

O crescimento dos cursos de engenharia implicou reversão sensível do perfil do ensino superior brasileiro. Isso porque as quantidades de ingressantes, de matrículas e de concluintes cresceram muito acima da expansão do conjunto da educação superior brasileira. O gráfico 2 mostra o problema com clareza: enquanto, em 2001, os concluintes em engenharia civil representavam apenas 1,4% do total de concluintes, em 2015, passaram a responder por 2,9%.

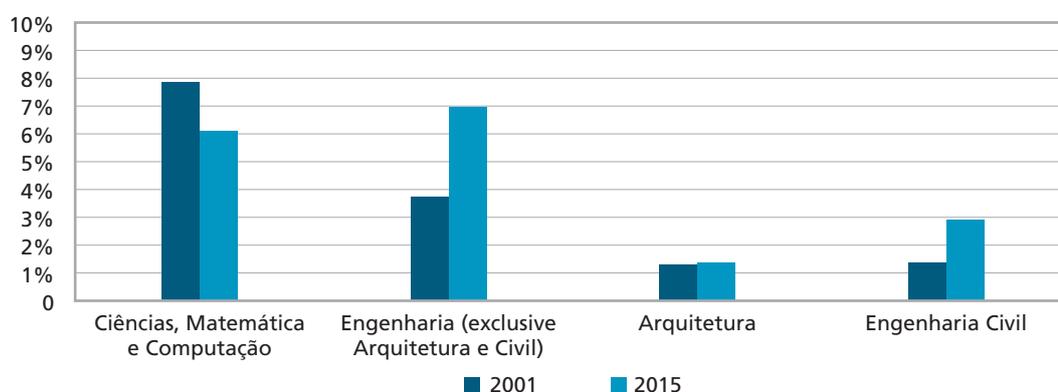
Por sua vez, as demais engenharias, antes responsáveis por 3,7% dos egressos, agora somam 7,0%. Em quinze anos, a soma desses percentuais dobrou. A evolução do percentual de ingressantes é ainda mais impressionante: o conjunto das engenharias, que totalizava 6,3% das novas matrículas, em 2001, chegou a 15,5%, em 2015.

Por que então voltar ao tema? Basicamente porque continuamos a enfrentar os mesmos problemas de sempre: ainda que não haja demanda para os 100 mil engenheiros que formamos, nossos números, em termos estruturais, continuam baixos, na comparação internacional.

Cumpramos observar que o perfil do egresso e a formação de engenheiros continuam desfocados da nova realidade de mercado; a questão da qualidade do ensino e do preparo profissional talvez tenha se agravado; e seguimos com números modestos na pós-graduação. Na verdade, somamos aos problemas que tínhamos um gravíssimo novo problema: como dar conta das expectativas desses jovens, que se dispuseram a estudar engenharia?



Gráfico 2 – Perfil dos concluintes no ensino superior: percentual de egressos em cursos de Ciências, Matemática, Computação, Arquitetura e Engenharia: 2001-2015 (%)



Fonte: INEP, Sinopse Estatística da Educação Superior, 2001 e 2015.

Este texto atualiza a agenda de recursos humanos da MEI, com dados e argumentos novos, utilizando, em síntese, a mesma abordagem e reproduzindo parte da agenda anterior, metodologia, argumentos e ideias ainda pertinentes.

É claro que, se o debate de anos atrás tivesse atentado para as possíveis soluções desses problemas, alguns de nossos dilemas atuais poderiam ter sido evitados – ou, ao menos, atenuados.

A crítica contundente à inexistência de problemas quanto à escassez de engenheiros fez ruir a possibilidade de lançar o Pró-Engenharia, iniciativa bem concebida e organizada pela CAPES-MEC.¹

Dessa forma, não se estruturaram ações consistentes de política pública, capazes de aproveitar a expansão da oferta e voltar-se para a solução de muitos dos problemas que sabíamos teriam de ser enfrentados, tais como a modernização dos currículos, a adoção de novas abordagens pedagógicas, a redução da evasão, a melhoria da qualidade de ensino e da formação profissional e o fortalecimento da pós-graduação, entre outros.

Forçoso reconhecer que muitos dos gargalos anteriores persistem; agora, com mais dificuldades para serem enfrentados. Mas a reflexão da sociedade sobre o tema prossegue, com muitas iniciativas pontuais de melhoria do ensino de engenharia pelo País. Resta saber se haverá a oportunidade de resgatar a possibilidade de organizar uma ação mais abrangente, capaz de visualizar o conjunto e indicar um rumo, mesmo sabendo que não há uma resposta única para solucionar tantos problemas crônicos.

Engenheiros desempenham papel fundamental no desenvolvimento tecnológico de qualquer país, haja vista que 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.

1. Ver: <http://educacao.estadao.com.br/noticias/geral,programa-federal-de-apoio-a-engenheiros-atrasa-e-capes-culpa-bolas-nas-costas,838083>.

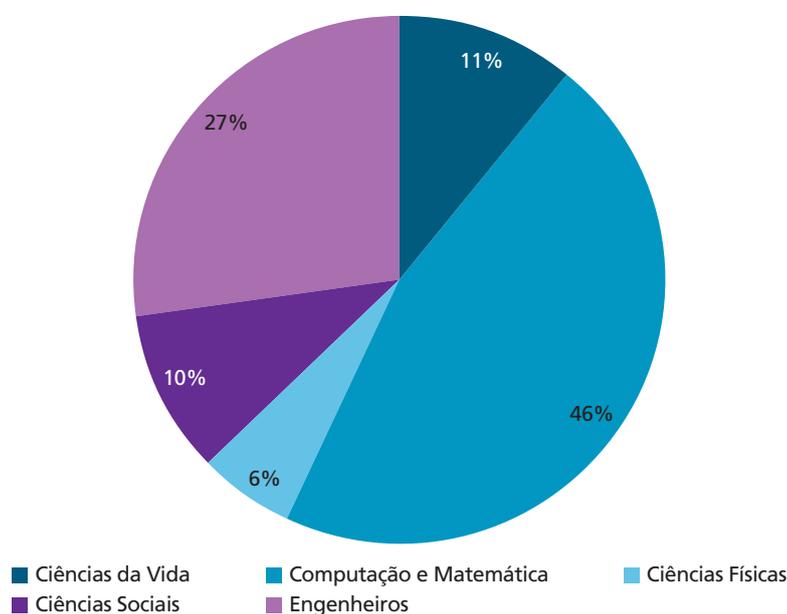


A relevância significativa dessa parcela da força de trabalho (e também da formação em ciências duras) é explicitamente reconhecida em vários estudos produzidos pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), União Europeia e agências norte-americanas. A *National Science Foundation* (2010, pg. 9) afirma que:

“Como a maioria das economias desenvolvidas, os Estados Unidos dependem cada vez mais de uma força de trabalho tecnicamente qualificada, o que inclui cientistas e engenheiros. Os trabalhadores para os quais o conhecimento e a habilidade em ciência e engenharia são centrais em seus trabalhos tendo um efeito na economia na sociedade de forma mais ampla que é desproporcional aos seu número: eles contribuem para pesquisa e desenvolvimento, aumento do conhecimento, inovação tecnológica, e o crescimento econômico. Além disso, o conhecimento e habilidades associadas à ciência e engenharia tem se difundido entre ocupações e se tornado mais importantes em empregos que não são tradicionalmente associados com Ciência e Engenharia.”²

Um exame do perfil da mão de obra empregada em atividades de P&D, nos Estados Unidos, revela que lá os engenheiros compõem, em termos quantitativos, um dos grupos mais relevantes de profissionais. No caso norte americano, cerca de 27% dos indivíduos que trabalham em P&D são engenheiros, como mostra o Gráfico 3.

Gráfico 3 – Distribuição dos indivíduos com formação em Ciência e Engenharia, que trabalham em P&D nos Estados Unidos: 2013(%)



Fonte: National Science Foundation, Science and Engineering Indicators 2016.

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

2. National Science Foundation, Science and Engineering Indicators, 2010. Ver também: *Revising The STEM Workforce: A Companion to Science and Engineering Indicators 2014*, NSB, 2015.



de inúmeras áreas de exatas (como física, química, biologia, computação e medicina); mas também advogados e administradores, responsáveis pelo gerenciamento da inovação e propriedade intelectual, além de um número crescente de novas áreas, que atendam aos desafios impostos pela maior interdisciplinaridade dos problemas e pela necessidade de estimular a criatividade no interior das empresas.

Convém ainda ter em mente 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 maior ênfase recente de algumas unidades da Federação e das ações do MEC e do SENAI, os déficits de formação técnica de nível médio no Brasil são enormes e irão demandar maior atenção – inclusive com melhoria do planejamento, da execução das ações de treinamento e do foco maior nas habilitações, em regiões consideradas prioritárias.

Entre todos os desafios de qualificação profissional, talvez a qualificação da mão de obra da engenharia seja um dos maiores. Há inúmeras discussões associadas 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.

Entretanto, o problema mais grave consiste no fato de que parte importante das dificuldades advém das deficiências do conjunto do sistema educacional e da fragilidade da base de recrutamento ao final do ensino médio, que tem sido enorme obstáculo à expansão da escolaridade superior no Brasil.

A relevância dessa questão sugere que esses 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, de modo a tornar possível formar melhores engenheiros.

Também não se deve esperar que as soluções de criar programas de treinamento no próprio local de trabalho – adotadas por empresas e muitas instituições privadas de ensino superior – consigam dar conta, de forma adequada, do conjunto do problema.

Embora essas iniciativas individuais sejam elogiáveis, – merecendo, inclusive o suporte dos governos – não se pode negar que a dimensão do problema e a dificuldade de coordenar as iniciativas individuais sugerem que o papel central no equacionamento das ações que cabe aos governos executar.

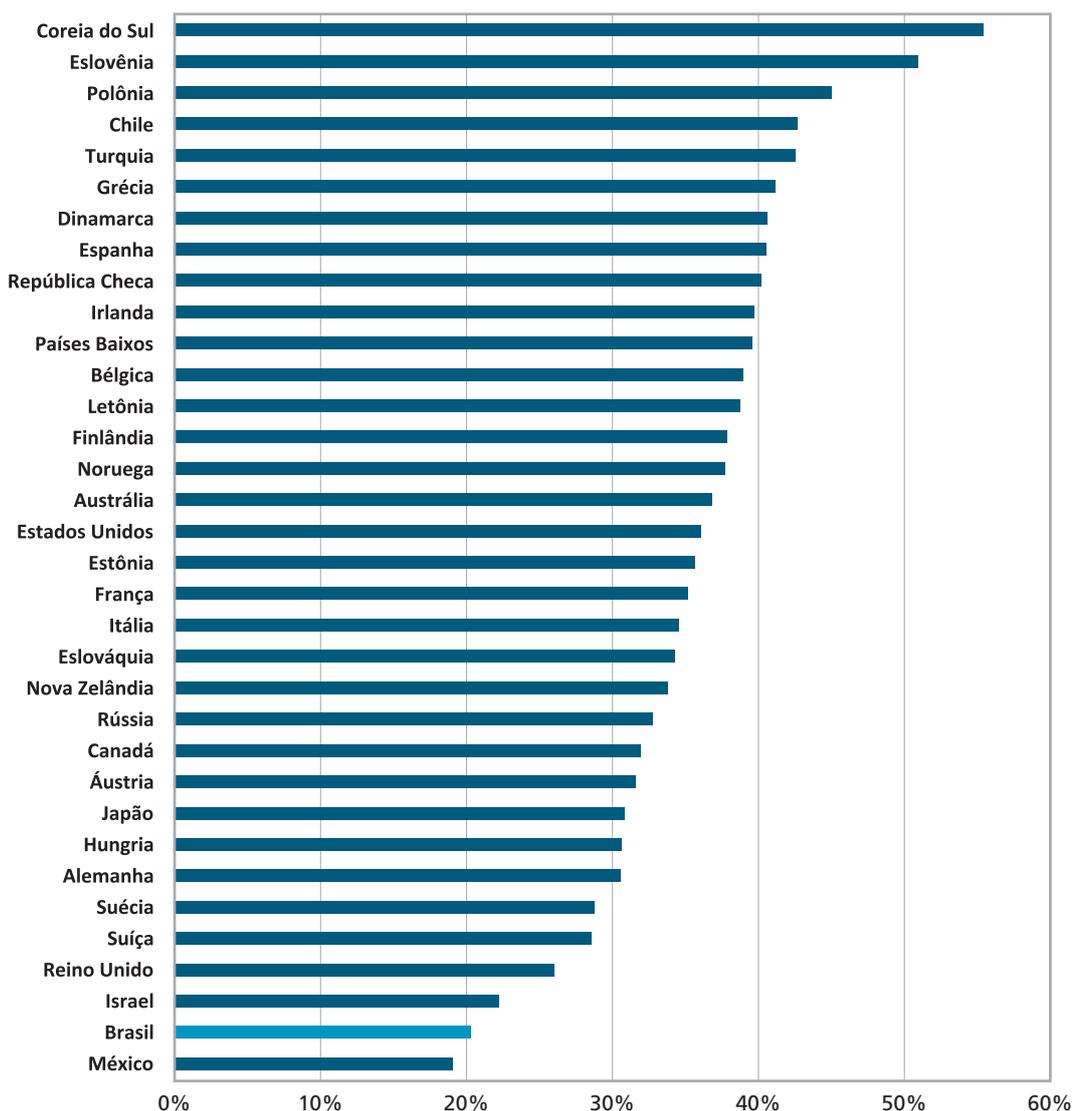


1. Escolaridade Superior no Brasil

Entre os países de renda média e alta, o Brasil apresenta um dos mais baixos índices de escolaridade superior em todo o mundo (ver gráfico 4), sendo o país que apresenta o maior percentual de jovens, entre 20 a 24 anos, que não estão estudando nem trabalhando.

Esse não é um problema isolado do ensino superior e em grande parte reflete, em grande parte em grande parte, a deficiência do conjunto do sistema educacional, em que a baixa qualidade do ensino fundamental e médio se traduzem na interrupção do fluxo escolar e na dificuldade de acesso ao ensino superior.³

Gráfico 4 – Taxa de escolaridade superior¹⁾ para jovens de 20 a 24 anos: países selecionados – 2014



Fonte: OCDE, 2016.

Nota: ¹⁾ Matrículas do grupo etário de 20 a 24 anos em relação à população de mesma idade.

3. As deficiências no ensino médio são a causa mais relevante para a baixa escolaridade superior. Mesmo assim, vale atentar para as observações de Roberto Lobo de que muito pode ser feito, para além da educação básica e para a melhoria do ensino superior. Como mostra o exemplo norte-americano, que tem as melhores universidades do mundo, embora tenha uma reconhecida fraqueza no ensino médio (Lobo, 2016).



Apesar desse quadro, o percentual de jovens de 20 a 24 anos, matriculados no ensino superior, vem subindo: de 12,4%, em 2007, alcançamos 18,8%, em 2014.

Em 2015, foram ofertadas cerca de 3,8 milhões de vagas presenciais no ensino superior, para 14,0 milhões de candidatos, tendo ingressado cerca de 1,9 milhão de estudantes.

Isto se deve à expansão do ensino privado que, nesse mesmo ano, ofertou 3,2 milhões de vagas para 5,5 milhões de candidatos, contra cerca de 500 mil vagas na rede pública para 8,5 milhões de candidatos.⁴

A ampliação do ingresso no ensino superior foi ainda fortemente favorecida pela criação de programas como o Fies (1999), que oferece financiamento público aos alunos de Instituições de Educação Superior (IES) privadas, com renda familiar de até 20 salários mínimos, ou pelas bolsas do ProUni (2005), destinadas a alunos de baixa renda, provenientes da rede pública.

Há que se destacar ainda a ampliação do ensino a distância e a diversificação da forma de acesso, para além do vestibular, com a criação e programas de inclusão social, que possibilitaram a que muito jovens tivessem acesso à educação terciária.⁵



4. Para este mesmo ano, quando se incluem todas as modalidades de ensino, especialmente o ensino à distância, as vagas ofertadas pelo setor privado chegam a 5,6 milhões, para 2,4 milhões de ingressantes.

5. O número de beneficiados pelo Fies passou de 320 mil, em 2004 para 1,9 milhão, em 2014, e os desembolsos anuais do programa passaram de R\$ 629 milhões para R\$ 12,2 bilhões. O Prouni, por sua vez, beneficiou cerca de 300 mil alunos em 2014 (Zalaf, 2016).

2. A Formação em Engenharia no Brasil: o Perfil dos Egressos

O desempenho da formação em engenharia no Brasil é determinado, em primeiro lugar, pelo grau de escolaridade superior: quanto mais baixo o nível dos jovens que frequentam o ensino superior, mais baixa será a formação e a consequente absorção pelo mercado de trabalho.

Até alguns anos atrás, essa baixa escolaridade era agravada pelo perfil dos estudantes egressos do ensino superior. Diferentemente do que ocorre em muitos outros países, nosso sistema de ensino superior se concentrava nas áreas de educação, ciências sociais, direito, economia e administração. Em 2008, apenas 5,1% dos egressos cursavam engenharia (todas as engenharias, inclusive a civil), enquanto apenas 9,7% se formavam em cursos de ciências, matemática, computação e agrárias (ver tabela 1 e gráfico 5).

Tabela 1 – Perfil dos egressos na educação superior Brasil: 2001, 2008 e 2015 (educação presencial)

Área	2001	2008	2015
Educação	25,9%	21,1%	16,7%
Humanidades e Artes	3,2%	3,6%	3,1%
Ciências Sociais e Direito	26,6%	22,7%	23,5%
Economia e Administração	13,2%	18,3%	19,1%
Ciências e Matemática	3,6%	3,5%	2,5%
Ciência da computação	4,6%	4,2%	3,6%
Engenharia (exclusive civil)	4,0%	4,3%	7,0%
Arquitetura e urbanismo	1,2%	0,8%	1,4%
Engenharia civil	1,6%	0,8%	2,9%
Agricultura e Veterinária	2,1%	2,0%	2,4%
Saúde e Bem-Estar social	13,0%	16,0%	15,2%
Serviços	1,0%	2,6%	2,6%
Total Absoluto de Concluintes	352.305	800.318	916.363

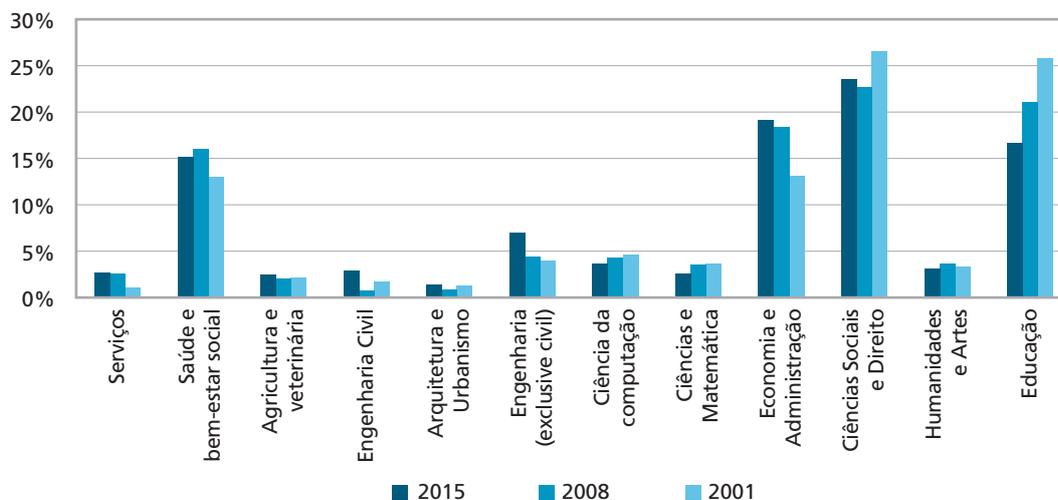
Fonte: INEP, Sinopse Estatística da Educação Superior, 2000, 2008 e 2015.

Entre 2008 e 2015 este quadro começou a se alterar de forma expressiva: em 2015, 7,0% cursavam engenharia, sendo que 2,9% desse total cursavam engenharia civil, além de haver crescido também o percentual dos estudantes graduados em arquitetura.

O percentual de egressos praticamente dobrou. Na realidade, o número absoluto de concluintes em engenharia já havia crescido bastante entre 2001 e 2008, com uma taxa média de 10,9% a.a. Ocorre que o restante do ensino superior crescia a taxas maiores: 12,4%). Entre 2008 e 2015, o crescimento do número de concluintes em engenharia ampliou-se para 12,1% a.a., agora bem acima da expansão do conjunto do ensino superior (5,3% a.a.).



Gráfico 5 – Perfil dos egressos na educação superior Brasil: 2000, 2008 e 2015



Fonte: INEP, Sinopse Estatística da Educação Superior, 2000, 2008 e 2015.

O curioso deste comportamento é que, paralelamente à maior presença dos engenheiros, assiste-se, simultaneamente, a uma queda da participação em Ciências, Matemática e Computação, que passaram de um total de 8,2%, em 2001, para 6,1%, em 2015. Ou seja, o crescimento das engenharias não respondeu a um processo – muito em voga no mundo – de fortalecimento da chamada ‘*STEM workforce*’, ou seja, das habilitações críticas para os sistemas de inovação, em ciência, tecnologia, engenharia e matemática.

Quando se examina o perfil de engenheiros formados no período, também se observa outra importante alteração. Perde peso a formação nas áreas tradicionais, mais ligadas à indústria – como engenharia elétrica, eletrônica, mecânica e química – 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; além dos cursos de engenharia de alimentos e mineração (ver tabela 2 e gráfico VI).



Tabela 2 – Concluintes da educação superior em Engenharia: 2001 a 2015

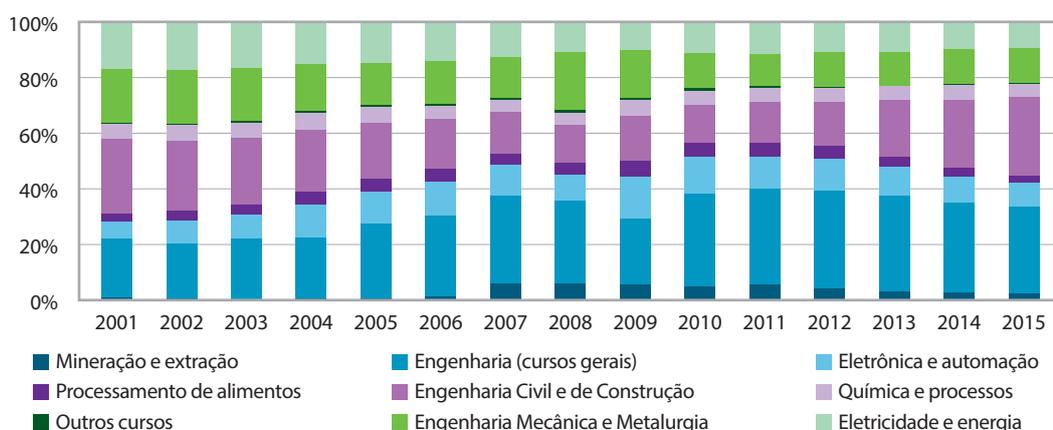
Ano	2001	2003	2005	2007	2009	2011	2013	2015
Eletricidade e energia	16,6%	16,1%	14,4%	12,3%	9,9%	11,3%	10,4%	9,3%
Eletrônica e automação	6,2%	8,8%	11,8%	11,0%	15,3%	11,4%	10,6%	8,4%
Eng. civil e de construção	26,6%	24,5%	20,3%	14,7%	16,0%	14,7%	20,5%	28,6%
Engenharia (cursos gerais)	21,5%	21,7%	26,8%	31,9%	23,7%	34,6%	34,7%	31,3%
Eng. mecânica e metalurgia (1)	19,4%	19,4%	15,2%	14,7%	17,0%	11,5%	12,2%	12,4%
Química e Mineração	6,20%	5,60%	6,20%	10,70%	11,60%	10,50%	7,70%	6,90%
Processamento de alimentos	3,0%	3,3%	4,7%	4,2%	5,6%	5,2%	3,6%	2,7%
Outros cursos	0,4%	0,5%	0,6%	0,5%	0,9%	0,6%	0,4%	0,3%
Total Engenharia (nº. abs.)	20.177	24.866	30.518	40.316	49.412	57.062	71.588	93.511

Fonte: INEP, Sinopse Estatística da Educação Superior, diversos anos.

Nota: inclui materiais, aeronáutica, naval e automotiva.

O desempenho da formação em engenharia civil se destaca das demais tendências. Até 2008, o número de egressos era quase o mesmo em praticamente todos os anos (por volta de 6 mil profissionais/ ano). Em 2009, houve um salto de 8 mil para 10,5 mil, em 2012, 15 mil, em 2013, quase 20 mil, em 2014 e 26,7 mil, em 2015. No espaço de sete anos, o número de concluintes multiplicou-se por 4,4.

Gráfico 6 – Concluintes da educação superior em Engenharia: 1999 a 2015



Fonte: INEP, Sinopse Estatística da Educação Superior, diversos anos.

As matrículas e o número de egressos cresceram, após 2008, a taxas ainda mais elevadas que o conjunto do ensino superior. O padrão de crescimento, contudo foi o mesmo: forte crescimento do setor privado e menor crescimento do setor público.

Esse perfil de expansão, calcado na participação crescente do setor privado e no aquecimento do setor imobiliário, pode explicar em parte o maior crescimento da engenharia civil e de produção (que inclui engenharia ambiental) e a mudança do perfil da própria engenharia, em que perdem peso as áreas tradicionais de elétrica, eletrônica, mecânica e química, cursos que exigem maior infraestrutura e investimentos mais elevados (tabela 3).



A participação do ensino privado amplia-se substancialmente. Hoje, quase 80% da ampliação da matrícula ocorrem no ensino privado. Com as taxas médias crescendo em 15% ao ano, duplica-se o número de matrículas, a cada cinco anos.

Tabela 3 – Matrículas e concluintes em engenharia segundo tipo de instituição de ensino superior: 2001 – 2008 – 2015

Matrículas ou concluintes	Pública	Privada	Total
Nº absoluto de matrículas			
2001	105.360	107.020	212.380
2008	159.376	251.485	410.861
2015	301.859	750.115	1.051.974
Nº absoluto de concluintes			
2001	10.607	9.570	20.177
2008	17.592	23.100	40.692
2015	28.164	62.286	90.450
Percentuais de matrículas			
2001	49,6%	50,4%	100,0%
2008	38,8%	61,2%	100,0%
2015	28,7%	71,3%	100,0%
Percentuais de concluintes			
2001	52,6%	47,4%	100,0%
2008	43,2%	56,8%	100,0%
2015	31,1%	68,9%	100,0%
Taxa anual média de crescimento			
Matrículas			
2000-2008	6,1%	13,0%	9,9%
2008-2015	9,6%	16,9%	14,4%
2000-2015	7,8%	14,9%	12,1%
Concluintes			
2000-2008	7,5%	13,4%	10,5%
2008-2015	7,0%	15,2%	12,1%
2000-2015	7,2%	14,3%	11,3%

Fonte: INEP, Sinopse Estatística da Educação Superior, 2001, 2008 e 2015.

O desempenho do ensino de pós-graduação em engenharia destoa do comportamento, descrito para a graduação. Na pós, o percentual de egressos, que já era baixo, segue decrescente, ficando distante do encontrado tanto nos principais países desenvolvidos como, em especial, nos países emergentes.

Em 2015, os doutores com titulação em engenharia eram apenas 9,6% do total, com decréscimo em relação a 2008 (11,4%) e 1996 (13,8%). O percentual de doutores em ciências, matemática e computação também caiu no período: de 16,2% para apenas 9,7%, como mostram a tabela 4 e o gráfico 7.

Fenômeno idêntico ocorre com o percentual de mestres em engenharia, que decresceu nesse período. A diferença de desempenho entre a graduação e a pós-graduação fica clara,



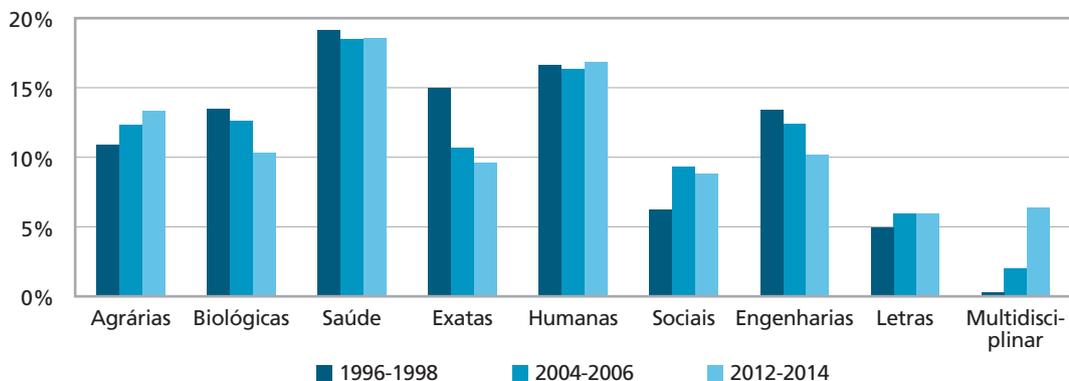
quando se explicitam as taxas médias de crescimento do número de titulados: elas são maiores para o período 2001-2008 (7,5% a.a. para doutores e 9,0% a.a. para mestres) do que para o período 2008-2014 (4,7% a.a para doutores e 3,1% a.a para mestres).

Tabela 4 – Doutores titulados no Brasil segundo a área de formação: 1996-2014

Área	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010	2012	2014
Ciências agrárias	10,6%	11,6%	10,4%	11,6%	12,1%	12,4%	12,3%	13,0%	13,3%	13,1%
Ciências biológicas	13,8%	13,3%	12,6%	12,6%	12,9%	12,4%	11,6%	10,6%	10,2%	10,6%
Ciências da saúde	19,3%	19,3%	19,4%	21,2%	18,1%	18,5%	18,3%	18,8%	18,7%	18,3%
Ciências exatas e da terra	16,2%	14,2%	13,5%	10,6%	11,2%	10,2%	10,6%	10,4%	9,7%	9,7%
Ciências humanas	15,0%	16,8%	16,8%	16,8%	16,4%	16,0%	17,4%	17,7%	16,5%	16,7%
Ciências sociais aplicadas	6,4%	7,0%	8,1%	9,2%	9,3%	9,5%	8,1%	8,3%	9,1%	8,9%
Engenharias	13,8%	13,3%	13,2%	11,4%	12,9%	12,0%	11,4%	10,5%	10,9%	9,6%
Linguística, Letras e Artes	5,0%	4,1%	4,9%	5,6%	5,6%	6,6%	6,5%	5,7%	5,4%	6,6%
Multidisciplinar	0,1%	0,4%	1,0%	1,1%	1,6%	2,5%	3,9%	4,8%	6,0%	6,6%
Total (N. Abs.)	2.854	3.813	5.241	6.594	8.098	9.376	10.724	11.309	13.902	16.729

Fontes: Coleta Capes 1996-2012 e Plataforma Sucupira 2013-2014 (Capes, MEC). Elaboração do CGEE.

Gráfico 7 – Doutores titulados no Brasil segundo a área de formação: percentuais sobre o total de doutores – médias 1996-98, 2004-06 e 2012-14 (%)



Fontes: Coleta Capes 1996-2012 e Plataforma Sucupira 2013-2014 (Capes, MEC). Elaboração CGEE.



3. O Perfil dos Egressos: comparação internacional

O perfil dos egressos nas áreas de engenharia e 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 ao desenvolvimento tecnológico e à inovação. Esse índice é tradicionalmente muito elevado nos países asiáticos, por conta do elevado percentual de engenheiros, sendo menor nos países ocidentais.

A comparação do Brasil com os países desenvolvidos ou em desenvolvimento continua muito desfavorável, quanto ao percentual de engenheiros egressos do ensino superior. Segundo a OCDE, na lista dos 45 países com dados disponíveis para 2014, o Brasil figura na 34ª posição.

O expressivo crescimento recente dos cursos de engenharia fez melhorar bastante a posição brasileira, já que, em 2007, o Brasil aparecia com o menor percentual de engenheiros em relação ao total de egressos do ensino superior (ver tabela 5 e gráfico 8).

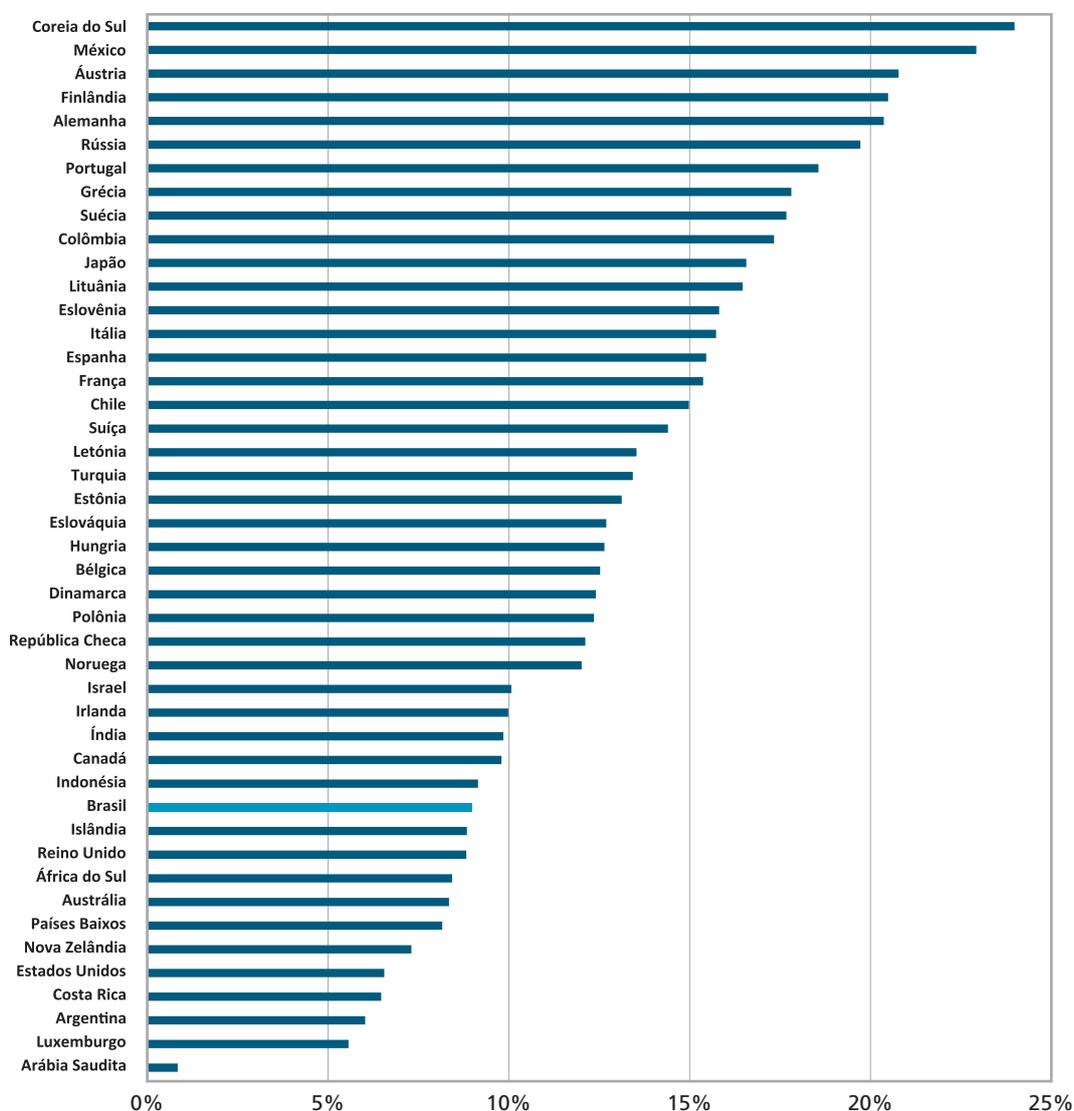
Tabela 5 – Percentual de egressos em cursos de nível superior em Engenharia em relação ao total de egressos – países selecionados – 2014 (%)

País	(%)	País	(%)	País	(%)
Coreia	24,0%	França	15,4%	Índia	9,9%
México	23,0%	Chile	15,0%	Canadá	9,8%
Áustria	20,8%	Suíça	14,4%	Indonésia	9,2%
Finlândia	20,5%	Letônia	13,6%	Brasil	9,0%
Alemanha	20,4%	Turquia	13,4%	Islândia	8,9%
Rússia	19,8%	Estônia	13,1%	Reino Unido	8,8%
Portugal	18,6%	Eslováquia	12,7%	África do Sul	8,4%
Grécia	17,8%	Hungria	12,7%	Austrália	8,3%
Suécia	17,7%	Bélgica	12,5%	Países Baixos	8,2%
Colômbia	17,4%	Dinamarca	12,4%	Nova Zelândia	7,3%
Japão	16,6%	Polônia	12,4%	Estados Unidos	6,6%
Lituânia	16,5%	República Checa	12,1%	Costa Rica	6,5%
Eslovênia	15,8%	Noruega	12,0%	Argentina	6,0%
Itália	15,8%	Israel	10,1%	Luxemburgo	5,6%
Espanha	15,5%	Irlanda	10,0%	Arábia Saudita	0,8%

Fonte: OCDE, 2016.



Gráfico 8 – Percentual de egressos em cursos de nível superior em Engenharia em relação ao total de egressos – países selecionados – 2014 (%)



Fonte: OCDE, 2016.

Como era de se esperar, ficamos muito distantes do perfil dos principais países da Ásia, embora nossos percentuais sejam melhores que os dos Estados Unidos e Reino Unido – mas ainda abaixo da maioria dos países europeus. Avaliando-se os rankings de inovação, esse é um dos piores desempenhos do Brasil em indicadores internacionais, relacionados à ciência, tecnologia e inovação.

A comparação internacional do perfil dos doutores graduados não é tão negativa quanto a dos egressos da graduação. Mesmo assim, o Brasil fica abaixo da média e distante dos principais países emergentes, como mostram a tabela 6 e o gráfico 9, com o percentual de doutores em engenharia de 13,9%, em relação ao total de doutores titulados em todas as áreas.



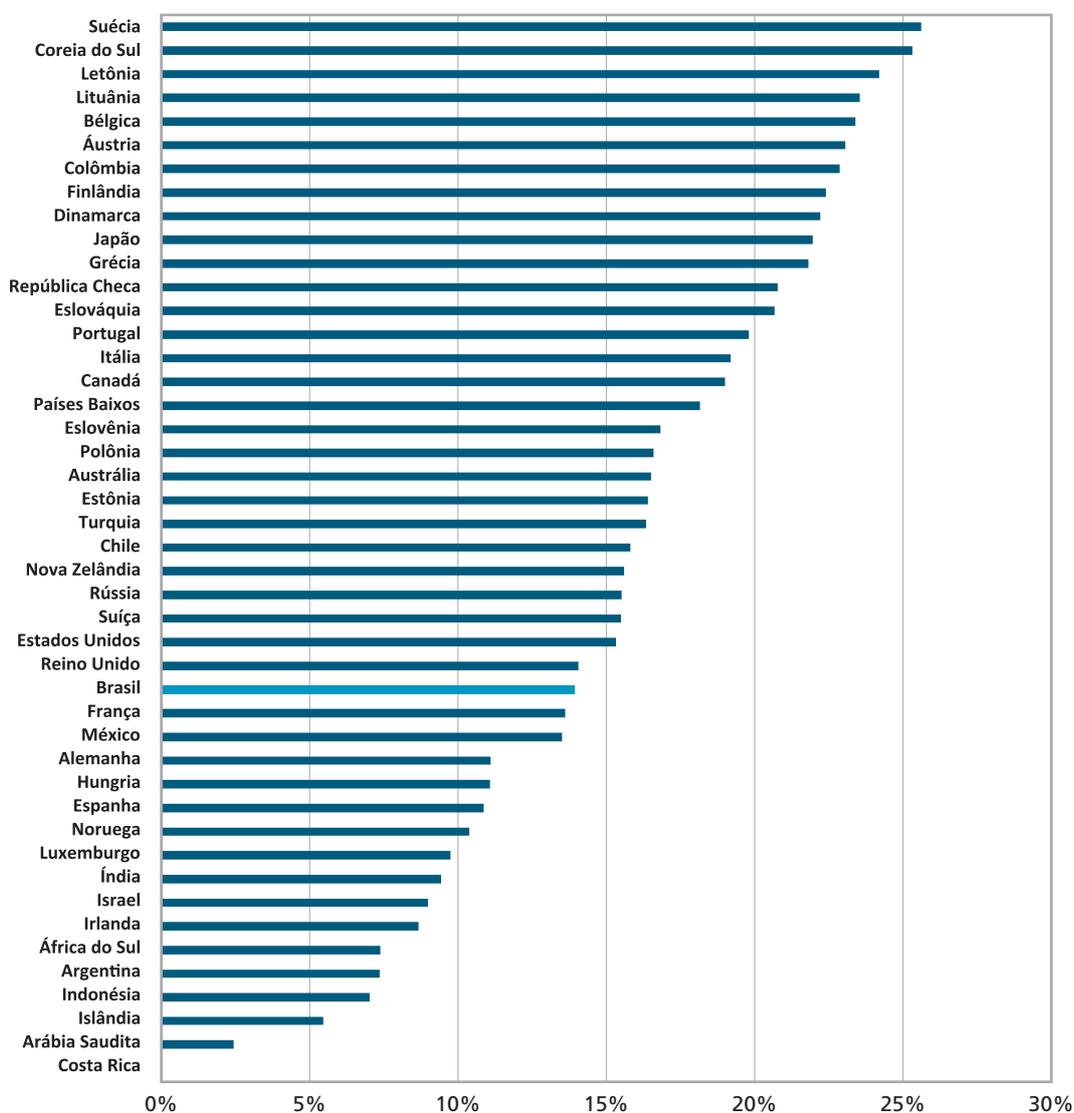
Tabela 6 – Percentual de doutores em Engenharia em relação ao total de doutores – países selecionados – 2014 (%)

País	(%)	País	(%)	País	(%)
Suécia	25,7%	Canadá	19,0%	México	13,5%
Coreia	25,4%	Países Baixos	18,2%	Alemanha	11,1%
Letônia	24,2%	Eslovênia	16,8%	Hungria	11,1%
Lituânia	23,6%	Polônia	16,6%	Espanha	10,9%
Bélgica	23,4%	Austrália	16,5%	Noruega	10,4%
Áustria	23,1%	Estônia	16,4%	Luxemburgo	9,8%
Colômbia	22,9%	Turquia	16,4%	Índia	9,4%
Finlândia	22,5%	Chile	15,8%	Israel	9,0%
Dinamarca	22,2%	Nova Zelândia	15,6%	Irlanda	8,7%
Japão	22,0%	Rússia	15,5%	África do Sul	7,4%
Grécia	21,9%	Suíça	15,5%	Argentina	7,4%
República Checa	20,8%	Estados Unidos	15,4%	Indonésia	7,0%
Eslováquia	20,7%	Reino Unido	14,1%	Islândia	5,5%
Portugal	19,8%	Brasil	13,9%	Arábia Saudita	2,4%
Itália	19,2%	França	13,6%	Costa Rica	0,0%

Fonte: OCDE, 2016.



Gráfico 9 – Percentual de doutores em Engenharia em relação ao total de doutores – países selecionados – 2014 (%)



Fonte: OCDE, 2016.

A combinação de baixa escolaridade e do perfil dos egressos: engenheiros e doutores em Engenharia em relação à população

A combinação entre baixa escolaridade superior e perfil de egressos com pouca ênfase na formação em engenharia – apesar da melhora recente – resulta em um reduzido índice de engenheiros relativamente ao conjunto da população economicamente ativa — PEA (ver tabela 7 e gráfico 10). O número brasileiro é cerca de três ou quatro vezes menor que o da maioria dos países, mais de seis vezes abaixo, em relação à Coreia do Sul.



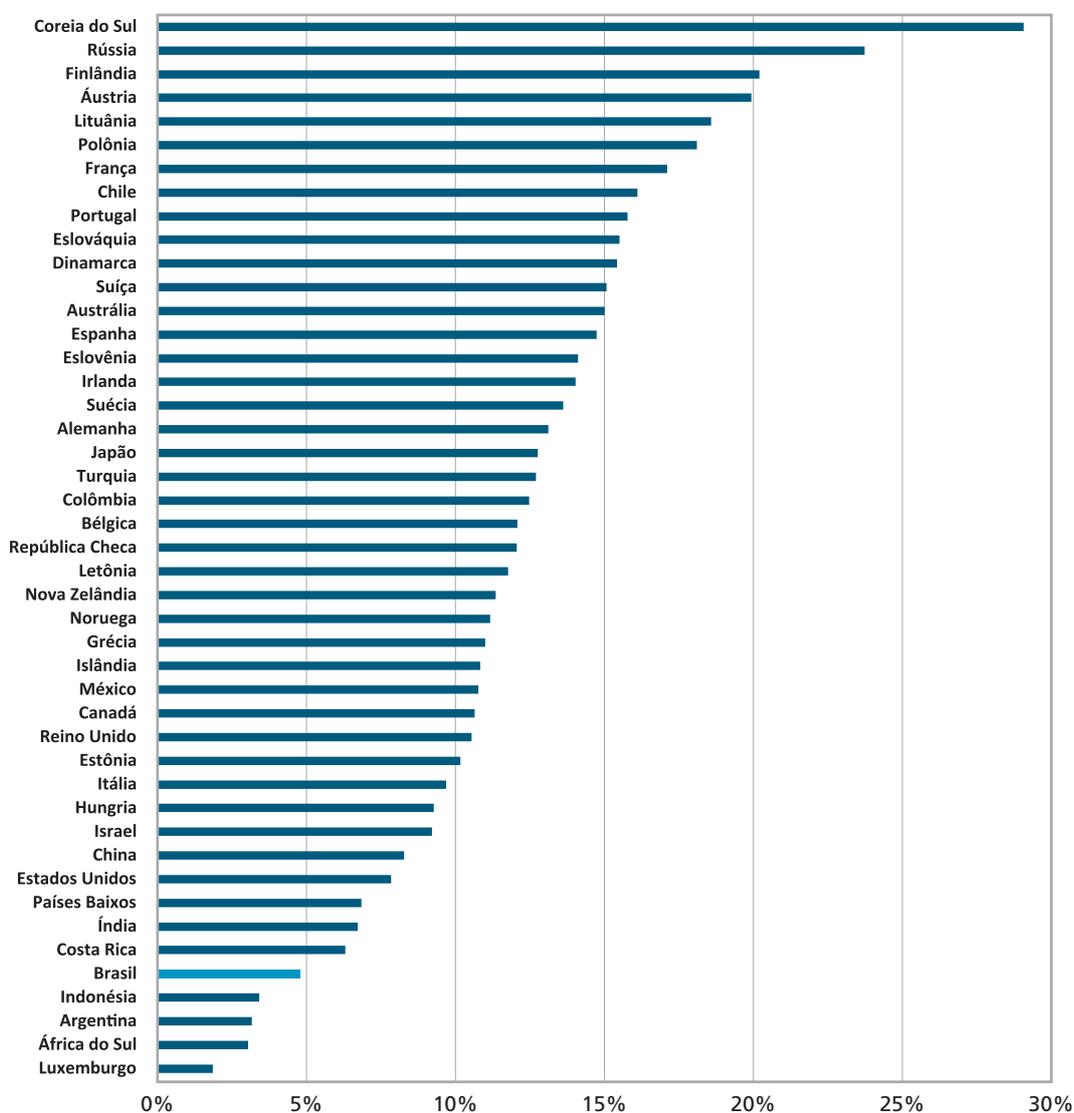
Tabela 7 – Graduados em Engenharia para cada 10.000 habitantes – países selecionados – 2014 (%)

País	Grad./hab.	País	Grad./hab.	País	Grad./hab.
Coreia	29,1	Irlanda	14,1	Reino Unido	10,6
Rússia	23,8	Suécia	13,6	Estônia	10,2
Finlândia	20,2	Alemanha	13,1	Itália	9,7
Áustria	20,0	Japão	12,8	Hungria	9,3
Lituânia	18,6	Turquia	12,7	Israel	9,2
Polônia	18,1	Colômbia	12,5	China	8,3
França	17,1	Bélgica	12,1	Estados Unidos	7,8
Chile	16,1	República Checa	12,1	Países Baixos	6,8
Portugal	15,8	Letônia	11,8	Índia	6,7
Eslováquia	15,5	Nova Zelândia	11,4	Costa Rica	6,3
Dinamarca	15,5	Noruega	11,2	Brasil	4,8
Suíça	15,1	Grécia	11,0	Indonésia	3,4
Austrália	15,0	Islândia	10,8	Argentina	3,2
Espanha	14,8	México	10,8	África do Sul	3,0
Eslovênia	14,1	Canadá	10,7	Luxemburgo	1,9

Fonte: OCDE, 2016.



Gráfico 10 – Número de graduados em Engenharia em relação à população total do país – países selecionados – graduados/10 mil habitantes – 2014



Fonte: OCDE, 2016.

Indicadores similares para os doutores em engenharia também revela a posição frágil do Brasil, na comparação internacional (ver tabela 6 e gráfico 11). Esse percentual é quatro a seis vezes menor do que o encontrado na maioria dos países europeus e um terço do percentual dos Estados Unidos.

Esses indicadores são muito úteis para qualificar o expressivo aumento das matrículas na graduação, observado após 2008. De certo modo, o crescimento das matrículas e dos concluintes serviu como um anestésico para o debate sobre a fragilidade da engenharia nacional. Entretanto, examinar a posição brasileira em termos internacionais, com base na presença de engenheiros na força de trabalho (ou na população total, como se faz aqui) é útil, para se perceber o quanto estamos longe de um cenário adequado.



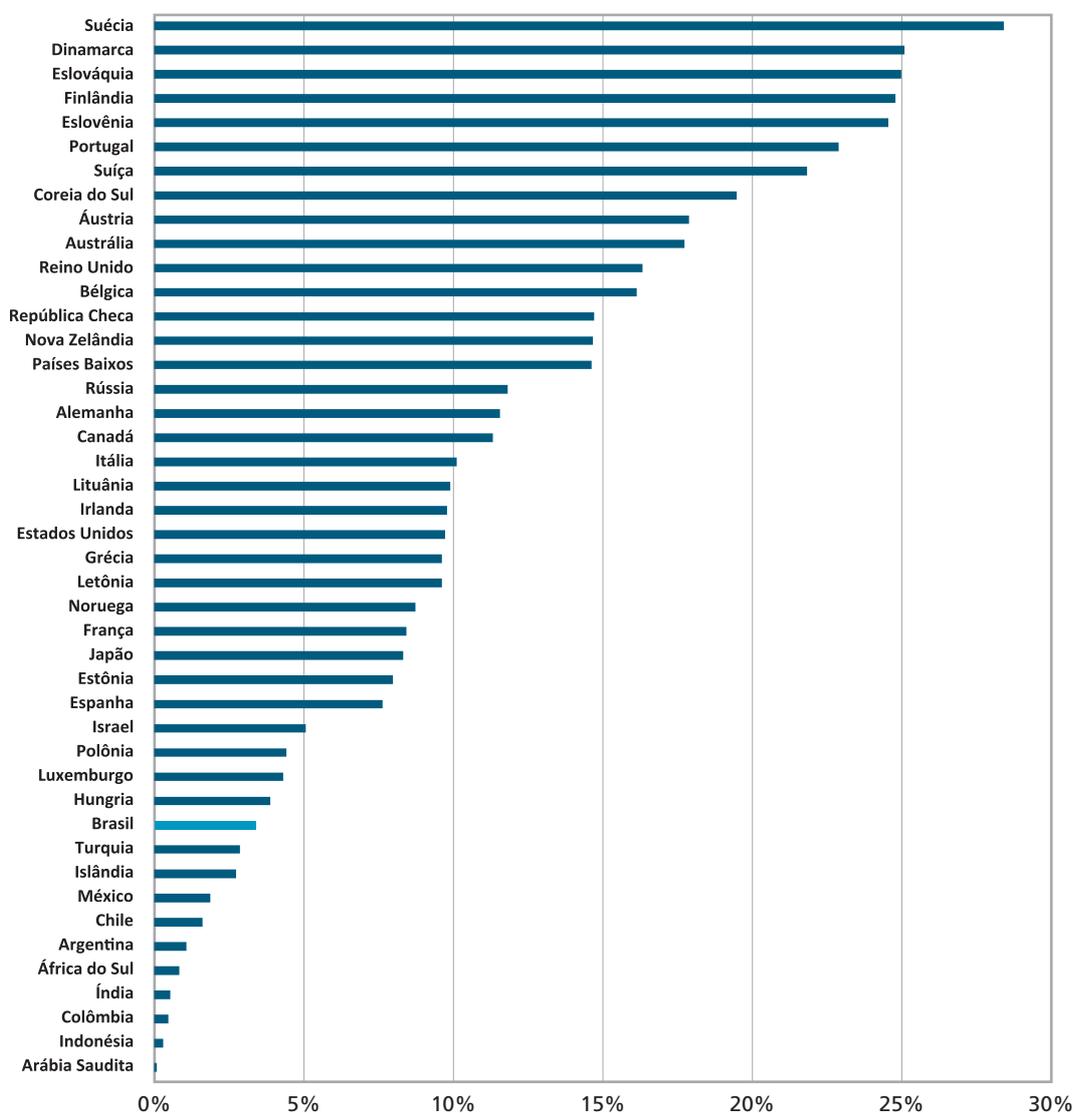
Tabela 8 – Doutores em Engenharia para cada 1 milhão de habitantes – países selecionados – 2014 (%)

País	PhD/hab	País	PhD/hab	País	PhD/hab
Suécia	94,9	Rússia	39,5	Polônia	14,8
Dinamarca	83,8	Alemanha	38,6	Luxemburgo	14,4
Eslováquia	83,4	Canadá	37,8	Hungria	13,0
Finlândia	82,8	Itália	33,8	Brasil	11,3
Eslovênia	82,0	Lituânia	33,1	Turquia	9,5
Portugal	76,4	Irlanda	32,7	Islândia	9,2
Suíça	72,9	Estados Unidos	32,5	México	6,2
Coreia	65,0	Grécia	32,1	Chile	5,4
Áustria	59,7	Letônia	32,1	Argentina	3,6
Austrália	59,2	Noruega	29,2	África do Sul	2,8
Reino Unido	54,5	França	28,2	Índia	1,8
Bélgica	53,9	Japão	27,8	Colômbia	1,5
República Checa	49,1	Estônia	26,6	Indonésia	1,0
Nova Zelândia	49,0	Espanha	25,5	Arábia Saudita	0,3
Países Baixos	48,9	Israel	16,9		

Fonte: OCDE, 2016.



Gráfico 11 – Doutores em Engenharia para cada 1 milhão de habitantes – países selecionados – 2014 (%)



Fonte: OCDE, 2016.

A elevada variação percebida entre os diferentes países, tanto em termos de engenheiros como de doutores em engenharia *per capita*, mostra que não há uma receita de bolo, ou seja, um número mágico de engenheiros por habitante capaz de determinar, rigidamente, as trajetórias de desenvolvimento e inovação.

Na realidade, os mercados de trabalho de cada país encontram mecanismos de ajuste à oferta de engenheiros, qualquer que seja. Mas também é certo que uma força de trabalho qualificada em ciência, tecnologia, engenharia e matemática, (segundo formulação tradicional da 'STEM workforce'), é estratégica para o alcance de trajetórias mais exitosas de competitividade e inovação.



O certo é que, no caso brasileiro, o expressivo aumento do número de egressos na graduação em engenharia vai entrar em choque com a realidade do mercado de trabalho, e milhares de jovens se sentirão frustrados, por não encontrar a colocação que esperavam.

Haverá aqui um grave dilema entre aspirações de desenvolvimento, maior ênfase na inovação no longo prazo e o ajuste econômico em curso, com a retração do nível e atividade coincidindo com o maior crescimento já visto no número de concluintes em engenharia.

O melhor que se pode fazer, nesse contexto, é compreender, por um lado, as características da expansão recente da graduação em engenharia e, por outro, avaliar como enfrentar o ajuste que se deu no mercado de trabalho.



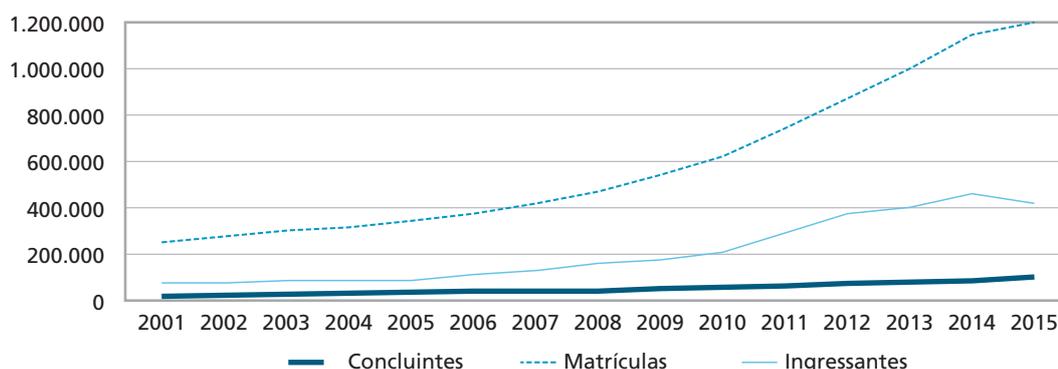
4. As características da Expansão Recente da Graduação em Engenharia no Brasil

Avaliar o perfil da expansão da graduação em engenharia, nos últimos anos, e confrontá-la com as características atuais do ensino é ferramenta útil para qualificar a situação em que nos encontramos.

Enquanto o crescimento das matrículas e dos ingressantes se acelera acentuadamente após 2008 (ver gráfico 12), o número de concluintes cresce a uma taxa menor, mas também elevada.

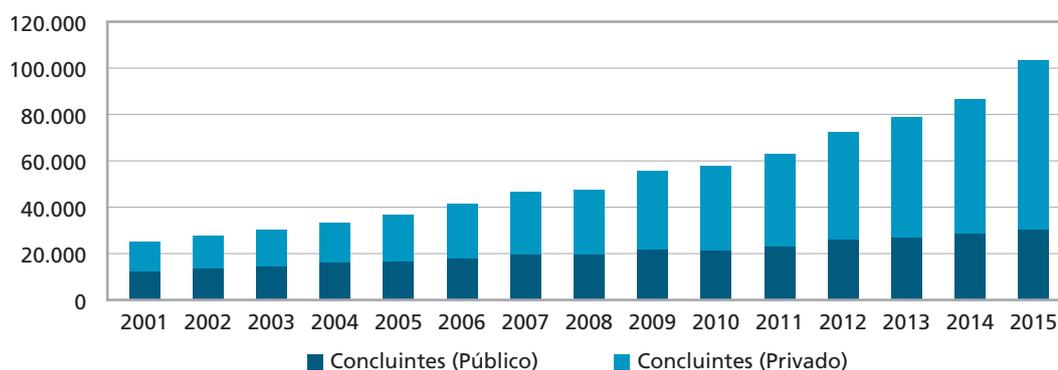
O que chama atenção no gráfico é a queda acentuada do número de ingressantes em 2015, reflexo da crise do mercado de trabalho e, possivelmente, das restrições maiores à expansão do Fies a partir desse ano. A queda no número de ingressantes faz as matrículas totais reduzirem seu ritmo de crescimento, sinalizando que, em algum momento, também se reduzirão em termos absolutos. De qualquer forma, são cerca de 100 mil concluintes por ano, para um contexto econômico de retração ou de baixo crescimento.

Gráfico 12 – Número de concluintes, matrículas e ingressantes do ensino presencial de graduação em Engenharia: Brasil: 2001 a 2015



Fonte: INEP, Sinopse Estatística da Educação Superior, 2001, 2008 e 2015.

Gráfico 13 – Número de concluintes do ensino presencial de graduação em Engenharia, segundo a natureza jurídica da instituição de ensino superior: Brasil: 2001 a 2015



Fonte: INEP, Sinopse Estatística da Educação Superior, 2001, 2008 e 2015.

Como o processo de expansão foi essencialmente conduzido pelas Instituições de Ensino Superior privadas, que respondem hoje por 70% do número de concluintes e por quase 80% do número de ingressantes (gráfico 13) é natural entender que o ajuste de 2015 tenha sido todo centrado nesse mesmo setor privado. Entre 2014 e



2015, houve apenas cerca de 2 mil novos ingressantes nas instituições públicas, o que representa 2% de acréscimo.

Entre estes dois anos, o número de ingressantes no setor privado reduziu-se em 35 mil alunos, o que corresponde, em termos absolutos, a um corte de 11%. Se a retração do mercado de trabalho e as dificuldades de financiamento estudantil perdurarem – o que é o cenário mais provável – essa tendência deve continuar, mantendo-se a queda elevada, devido à realidade econômica.

Algumas características atuais do ensino de engenharia permitem também qualificar esse sistema (ver tabela 9, com alguns indicadores selecionados do Censo do Ensino Superior de 2014).

Diferentemente do que ocorre em muitos países, fica evidente o predomínio do curso pleno de engenharia, frente ao ensino tecnológico. No conjunto, 97% dos alunos estão matriculados no bacharelado e apenas 7% em cursos tecnológicos. Essa modalidade é relevante apenas na área de Produção, em que predominam as subáreas de engenharia de produção e de engenharia ambiental.

Tabela 9 – Características dos alunos matriculados em cursos presenciais de Engenharia em 2014: grau acadêmico, utilização de financiamento estudantil e do Fies

Grau Acadêmico				
	Engenharia	Civil	Produção	Total
Bacharelado	91%	98%	67%	93%
Tecnológico	9%	2%	33%	7%
Utiliza Financiamento Estudantil				
	Engenharia	Civil	Produção	Total
Utiliza Financiamento	35%	45%	20%	38%
Utiliza FIES				
	Engenharia	Civil	Produção	Total
Utiliza o Fies	21%	31%	11%	24%
Realiza Atividade Extracurricular Não Obrigatória				
	Engenharia	Civil	Produção	Total
Realiza	11%	16%	11%	13%
Percentual de Ingresso do Gênero Feminino				
	Engenharia	Civil	Produção	Total
Pública	28,0%	34,9%	60,3%	32,6%
Privada	22,9%	29,6%	43,8%	25,9%
Total	24,0%	30,1%	52,1%	27,1%

Fonte: INEP, Censo do Ensino Superior de 2014.



Outra característica relevante do atual sistema de ensino superior – e das engenharias em particular – diz respeito ao financiamento estudantil. Quase 40% do total de matriculados utilizam algum tipo de financiamento, percentual inclusive ainda maior nos Cursos de Engenharia Civil, com expansão mais significativa até 2014.

Nesse caso, 45% dos alunos declararam usar alguma modalidade de financiamento. Isoladamente, a maior relevância recai no Fies, que atende um em cada quatro dos alunos. No caso da Engenharia Civil, o Fies abarca um percentual ainda maior: 31% dos alunos se utilizam dessa modalidade de financiamento. Com a expansão concentrada no setor privado, a ampliação do Fies desempenhou papel essencial, para viabilizar as novas matrículas.

Uma última característica merece atenção: o percentual ainda baixo da presença do gênero feminino entre os alunos de engenharia. No conjunto, apenas 27% dos ingressantes, em 2014, eram mulheres. Ainda que esse percentual seja maior nas áreas de Produção e Engenharia Ambiental, é de apenas 24% nas subáreas de engenharia elétrica e mecânica.

Entre todas as qualificações que se possa fazer do ensino de engenharia, as matrículas em turno integral constituem fator relevante, quando se trata de dimensionar o potencial de dificuldades que se colocam para uma melhoria substancial da qualidade do ensino. Matrículas em turno integral respondem por apenas 20% do total de matrículas, basicamente concentradas nas instituições públicas.

Na verdade, há um forte predomínio do ensino noturno, que responde hoje por quase dois terços das matrículas, mais de 90% delas concentradas na rede privada. Somando-se a esse percentual as matrículas na modalidade ensino a distância, tem-se praticamente 60% de todas as matrículas em cursos de engenharia no Brasil (Tabela 10).

Tabela 10 – Número de alunos matriculados em cursos de Engenharia em 2014: modalidade a distância e turno do ensino presencial

N. Abs.	Privada	Pública	Total
Integral	28.294	174.537	202.831
Diurno	111.759	42.926	154.685
Noturno	583.652	54.728	638.380
EAD	26.030	424	26.454
Total	749.735	272.615	1.022.350
Percentuais	Privada	Pública	Total
Integral	2,8%	17,1%	19,8%
Diurno	10,9%	4,2%	15,1%
Noturno	57,1%	5,4%	62,4%
EAD	2,5%	0,0%	2,6%
Total	73,3%	26,7%	100,0%

Fonte: INEP, Censo do Ensino Superior de 2014.



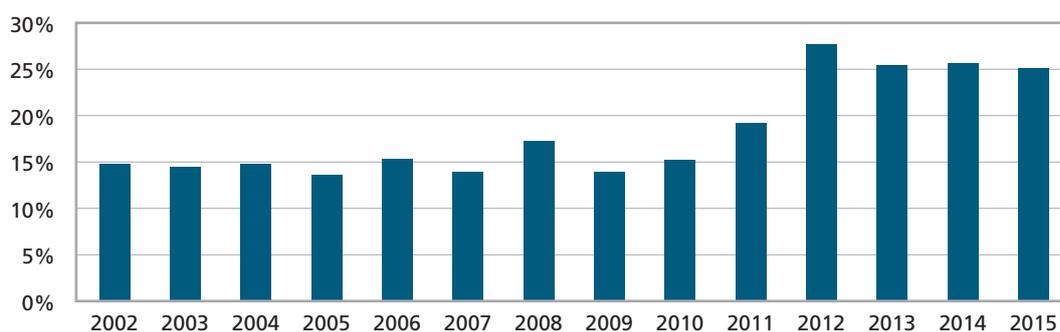
Embora o ensino noturno não represente em si um sinônimo de baixa qualidade, não se pode negar que constitui um limitante real para a melhoria do ensino. O que se deve salientar é que a expansão recente ocorreu de forma rápida, capaz de responder com velocidade às necessidades do tempo: ensino privado e noturno, impulsionados pela expansão do financiamento.

Este perfil da expansão agravou o quadro de evasão, problema bastante conhecido do ensino de engenharia no Brasil. O gráfico 14 traz a Taxa de Evasão, considerando-se o fluxo de ingresso e de egressos.

O que se mede aqui é o complemento da Taxa de Permanência. Define-se permanência como o número de matrículas num determinado ano, menos os ingressos naquele mesmo ano, em relação aos matriculados no ano anterior, menos os egressos nesse ano anterior.

Por esse cálculo, torna-se visível o aumento da evasão, especialmente após 2011. As taxas são extremamente elevadas, agravando um quadro já problemático, anos atrás: apenas 75% dos alunos permanecem no ano seguinte. Cumulativamente, em cinco anos, isso significa que apenas entre um terço e quarenta por cento dos alunos concluirão seus estudos com sucesso.

Gráfico 14 – Taxa de evasão no ensino presencial de graduação em Engenharia: Brasil: 2002 a 2015



Fonte: INEP, Sinopse Estatística da Educação Superior, 2001, 2008 e 2015.⁶



6. Evasão definida como: $E = 1 - \frac{[M(n) - I_g(n)]}{[M(n-1) - E_g(n-1)]}$, onde $M(n)$ = matrículas no ano n ; $M(n-1)$ = matrículas do ano $n-1$; $E_g(n-1)$ = concluintes no ano $n-1$ (egressos) e $I_g(n)$ = ingressantes no ano n .

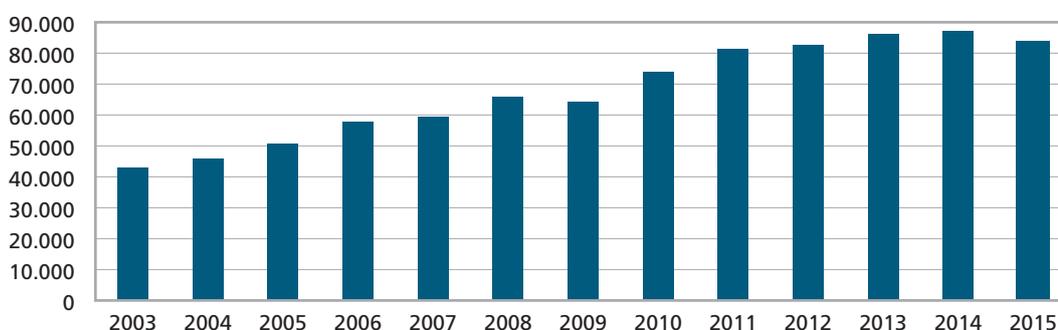
5. A Demanda por Profissionais de Engenharia no Brasil

O gráfico 15, na sequência, traz a evolução do emprego formal em engenharia no Brasil, entre 2003 e 2015. O número de engenheiros ocupados cresceu a taxas extremamente elevadas até 2008, com percentuais na ordem de 6,5% ao ano, chegando a 10%, em 2008.

Com a crise, essa demanda arrefeceu bastante em 2009 (3,8% a.a.), mas voltou a crescer a taxas muito elevadas entre 2010 e 2012 (7,8% a.a.). A partir de 2013, esse crescimento reduziu-se sensivelmente, culminando com uma queda absoluta no emprego em 2015 (-4,2% a.a.).

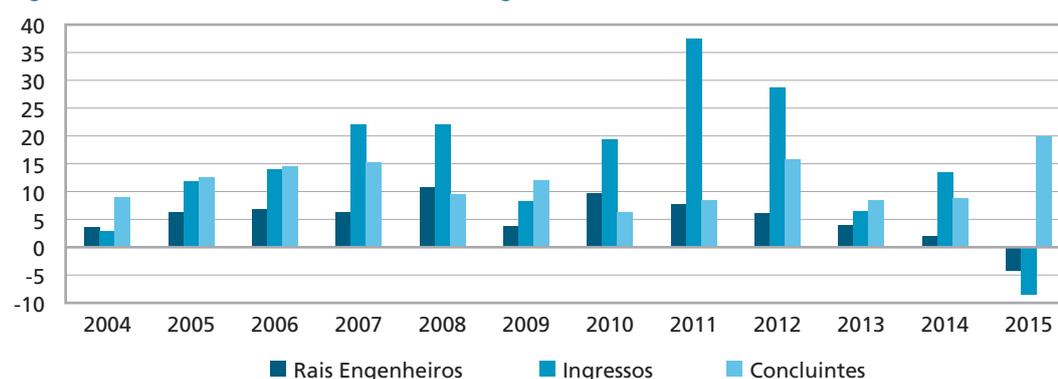
É interessante avaliar o desempenho do mercado de trabalho comparando-o ao crescimento do número de concluintes em engenharia do ensino superior e o número de ingressantes nos cursos de engenharia. O gráfico 16 apresenta esses resultados.

Gráfico 15 – Empregos formais na categoria ocupacional engenheiro: Brasil: 2003 a 2015



Fonte: MTE – RAIS, diversos anos.

Gráfico 16 – Taxas anuais de crescimento do emprego formal de engenheiros, do número de ingressantes e de concluintes no ensino de Engenharia: Brasil: 2003 a 2015



Fonte: MTE – RAIS, diversos anos e INEP, Sinopse Estatística da Educação Superior, diversos anos.

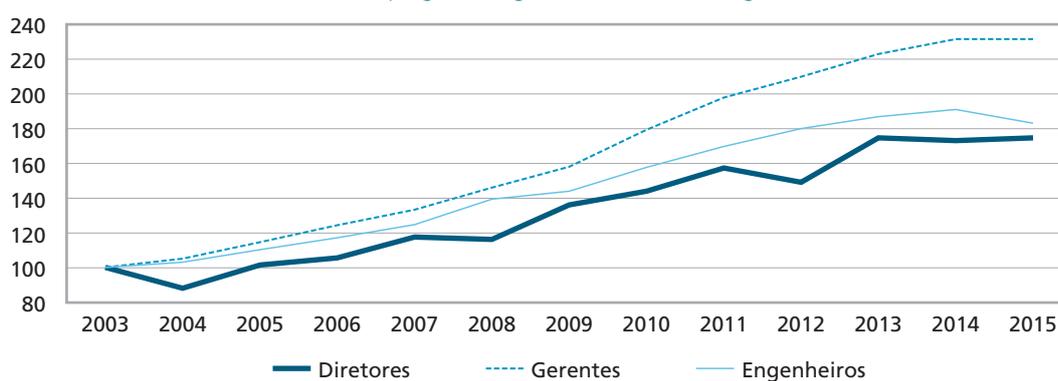
Com exceção de 2008 e 2010, o número de concluintes sempre fica acima – algumas vezes muito acima – da taxa de crescimento do emprego formal. Em 2015, com a retração do mercado de trabalho, o emprego reduziu-se em mais de 11 mil postos de trabalho, exatamente no ano em que o número de engenheiros formados foi o maior de toda a década: cerca de 90 mil (excetuando arquitetura). Antes disso, a queda do ritmo de aumento do emprego (no período de 2012 a 2014), já sinalizava o descompasso entre o crescimento do número de concluintes e a oferta de postos de trabalho.



Em paralelo a esse desempenho das ocupações específicas dos engenheiros na RAIS, outras ocupações, em que também é expressiva a presença de engenheiros (como gerentes e diretores de empresas, em atividades de operação e produção), igualmente tiveram expressivo crescimento até 2014.

Em particular, a ocupação em cargos de gerência cresceu acima da demanda por engenheiros em funções típicas, com uma taxa média de 8,6% a.a. entre 2003 e 2012, como pode ser visto no gráfico 17.

Gráfico 17 – Número índice do emprego de engenheiros, diretores e gerentes: Brasil – 2003 a 2015



Fonte: MTE – RAIS, diversos anos.

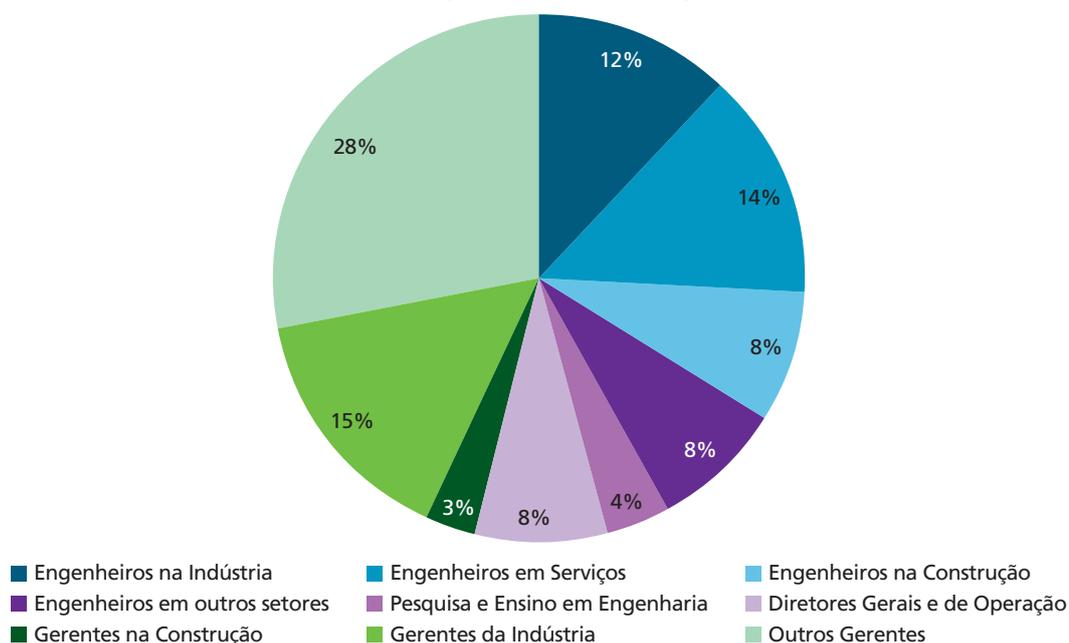
Na realidade, olhando-se a dispersão por setores dos gerentes e diretores com perfis mais comuns à formação em engenharia, pode-se ter uma ideia de quão relevante é o impacto trazido à engenharia.

O Gráfico 18 apresenta esses dados, com engenheiros ou ocupações afins distribuindo-se em inúmeras atividades, tanto na indústria, como em serviços. Esse impacto abrangente qualifica a dimensão do problema, traduzido pela baixa intensidade do esforço tecnológico doméstico, onde a dispersão convive com a reduzida presença de engenheiros no conjunto da força de trabalho.⁷

7. Não se dispõe de dados da formação acadêmica das pessoas com emprego formal (RAIS), para cruzar as ocupações com o perfil desta formação e saber, de forma mais precisa, onde se empregam os engenheiros. Mas pode-se aferir que a dispersão é grande, com base no exame dos dados disponíveis para mestres e doutores em engenharia. No caso de mestres, apenas 33% trabalhavam, em 2014, em ocupações típicas de engenharia. No caso de doutores, em que predomina o setor educacional, o percentual em ocupações típicas de engenharia era de apenas 9%.



Gráfico 18 – Distribuição setorial de engenheiros, diretores e gerentes: Brasil – 2015



Fonte: MTE – RAIS, 2015.

Na conjuntura que antecedeu a crise internacional de 2008 e de 2010, até 2012, era uma constante a publicação de matérias na mídia, que apontavam para problemas crescentes na contratação de mão de obra qualificada, com grande destaque ao grupo de engenheiros.

Os relatos enfatizavam então que, diante da dificuldade de contratar profissionais em várias áreas, havia a necessidade de iniciativas emergenciais, tais como realizar atividades de treinamento ou buscar, no exterior, profissionais capazes de atender às necessidades das empresas, em especial no campo da engenharia.

Ainda em 2010, essa preocupação gerou nota técnica do IPEA, que avaliava a demanda por engenheiros, em contraponto à formação em engenharia no Brasil (Nascimento et al., 2010). O trabalho fazia uma projeção de demanda, concluindo que o crescimento deveria ser cerca de duas vezes superior ao crescimento do PIB.

A depender do ritmo de crescimento da economia, da formação de pessoal e da proporção de profissionais formados em engenharia, o intenso crescimento econômico poderia gerar déficit de oferta de engenheiros, considerando os profissionais de engenharia que trabalham em outras ocupações não 'típicas' de engenheiros.

O trabalho do IPEA foi atualizado anos mais tarde, incorporando estimativas diferenciadas para o crescimento da atividade econômica e para a demanda por engenheiros em diferentes setores de atividade, considerando agora a maior gama de profissionais cujas ocupações podem ser associadas à formação em engenharia, a exemplo de

cargos de direção e gerência de operação e produção, cargos desempenhados tipicamente por engenheiros.⁸

Com base nessas “elasticidades setoriais”, o estudo formulava diferentes cenários econômicos, concluindo que poderia haver escassez relativa, sobretudo em áreas específicas de formação e de experiência. Frisava ainda que essa escassez não significaria necessariamente uma falta, em números absolutos, de engenheiros disponíveis no mercado; apenas embutia uma possível pressão salarial, dos engenheiros, frente às demais oportunidades ocupacionais desses profissionais.

Avaliando os dados relativos aos egressos do ensino superior, o estudo também concluía que o “cenário de crescente oferta de engenheiros, aliado ao baixo crescimento econômico recente”, poderia indicar que os cenários mais alarmistas – que apontavam, desde fins da década de 2000, para uma escassez pronunciada de engenheiros – não ocorreriam.

Em primeiro lugar, porque o cenário de crescimento econômico acelerado não se confirmou; em segundo lugar, porque o sistema de ensino superior apresentou uma grande capacidade de resposta aos estímulos produzidos pelo mercado de trabalho, sobretudo na forma de maior remuneração”.⁹

Outros estudos, também realizados no âmbito do IPEA, em colaboração com pesquisadores da USP, sugeriam que os relatos de empresas relativos à falta de pessoal, comuns anos atrás, poderiam também ser consequência de um ‘hiato geracional’, decorrente da pequena atratividade dos cursos de engenharia nas décadas de 1980 e 1990, no contexto de baixo crescimento econômico, ocasionando agora uma escassez relativa de engenheiros experientes (Salerno et al., 2014).

A principal conclusão desses trabalhos é de que não havia “um risco de ‘apagão’ generalizado de mão de obra de engenharia no Brasil, embora pudesse haver alguns sinais de pressões de curto prazo no mercado de trabalho. Em termos quantitativos, essas pressões tenderiam a ser resolvidas, com a ampliação da oferta dos novos engenheiros, uma vez que os cursos de engenharia voltaram a atrair os alunos (Idem, pg. 31)”.

Basicamente, a síntese elaborada aponta que, enquanto alguns indicadores sinalizavam maior escassez de engenheiros, outros apontavam no sentido oposto. De um lado, o crescimento no diferencial do salário dos engenheiros, a queda nas taxas de desemprego e o aumento proporcional de engenheiros trabalhando em ocupações típicas poderiam sinalizar apenas escassez relativa.

Mas o crescimento do número de concluintes a taxas maiores do que a oferta de emprego, o crescimento de ambos acima do crescimento do PIB e a inexistência de rotatividade, conjugada à queda na diferença dos salários entre desligados e admitidos, sinalizariam no sentido oposto.

8. Ao incorporar novas ocupações, este trabalho supera limitações dos estudos anteriores do IPEA, centrados apenas nas ocupações estritas de engenheiros da CBO, que caracterizam outras ocupações como uma espécie de ‘desvio de função’ (Maciente e Nascimento, 2014).

9. Idem.



Como afirmado, essa discussão tornou-se obsoleta, na medida em que ficou sem sentido discutir escassez de oferta de mão de obra, num contexto em que a demanda desapareceu, e o número de concluintes cresceu enormemente.

O que não ficou obsoleto são os problemas da engenharia no Brasil: de um lado, continuamos com um baixo número de engenheiros por habitante¹⁰; de outro, a expansão dos ingressos, das matrículas e do número de concluintes aparentemente resolveu o problema da disparidade entre oferta e demanda, mas acentuou outros, como a evasão e a qualidade do ensino.

Nesse processo, algumas outras questões ficaram fora da agenda, como a modernização dos currículos, a excessiva especialização precoce da formação em engenharia, a expansão da pós-graduação e sua adequação às necessidades do País, entre outros problemas.



10. O que deveria remeter ao debate do porquê de a demanda ser tão baixa e quais serão as consequências de médio e longo prazos.

Propostas

Praticamente todos os analistas que têm refletido sobre a questão da engenharia nacional, independentemente da visão que tenham acerca da oferta e demanda por engenheiros, concordam que esta é uma agenda bastante relevante para impulsionar a inovação no Brasil. A relevância deste profissional para inúmeros setores de atividades, sua flexibilidade em termos de se adequar a diversos contextos, sua essencialidade para a agenda de desenvolvimento tecnológico e pesquisa, notadamente na indústria, são pontos consensuais no debate.

Há muito o que fazer neste sentido. Agora ainda mais que no passado, pois além da agenda anterior, que está longe de ter sido encaminhada, há também de dar conta de como incorporar ou estimular alternativas aos jovens que ingressaram nas escolas de engenharia e não têm perspectivas de emprego futuro.

Talvez seja possível conciliar estas duas necessidades, reforçando programas de educação continuada que corrijam deficiências qualitativas na formação profissional, ou de outros requisitos do mercado de trabalho, com programas de reforma do ensino de engenharia. Um passo inicial seria retomar a proposição de ativo programa de incentivos visando à atualização dos cursos de Engenharia no Brasil.

Um bom ponto de partida, com recomendações pertinentes, foram os documentos produzidos no contexto do debate sobre o Fortalecimento das Engenharias, organizados pela Confederação Nacional da Indústria, no âmbito da Mobilização Empresarial para a Inovação, em parceria com o ITA, em novembro de 2014.

Quatro pontos eram centrais naquela agenda:

- 1. Novos requisitos profissionais:** ou seja, necessidade de profissionais com competências pessoais que transcendam o raciocínio objetivo e quantitativo tradicional, em especial nos atributos de liderança, trabalho em equipe, empreendedorismo, capacidade de lidar com incertezas e de se comunicar de forma eficaz;
- 2. Evasão:** necessidade de reduzir as elevadas taxas de evasão, com apoio financeiro diretamente ao estudante, ampliação dos cursos com turno integral, aprimoramento das habilidades de ensino dos professores, maior orientação de alunos e aperfeiçoamento e atualização dos cursos;
- 3. Currículos de Engenharia:** introdução de abordagens pedagógicas novas, orientadas para resolução de problemas e para o estímulo à criatividade, com currículos que vão além das chamadas competências técnicas;
- 4. Especialização prematura:** necessidade de superar o excessivo número de especialidades de engenharia existente no Brasil, o que é reforçado pelos sistemas e instituições de credenciamento profissional, e que geram uma baixa



flexibilidade na absorção destes engenheiros pelo mercado de trabalho ou nas escolhas futuras da vida profissional destes indivíduos.¹¹

As recomendações derivadas deste debate foram bastante convergentes com diagnósticos e propostas anteriores, como a internacionalização das universidades, a maior cooperação com empresas, maior aproximação da graduação e da pós-graduação, maior ênfase na inovação, a reavaliação das diretrizes curriculares da engenharia, com redução do alto grau de especialização existente, ou a maior ênfase nos cursos de mestrado profissionalizante, entre outras sugestões.

Mas a principal recomendação foi de criar um sólido programa de incentivos visando à atualização dos cursos de Engenharia no Brasil, capaz de modificar o panorama atual no médio prazo. Um programa com estímulos concretos a projetos que poderiam introduzir as mudanças necessárias de forma sustentável, com base em avaliações e propostas de especialistas nacionais e internacionais, um pouco nos moldes do Pró-Engenharia da CAPES, que foi secundarizado no meio da polêmica acerca da escassez de engenheiros.

Em linha com os quatro pontos que eram centrais da agenda mencionada, algumas recomendações objetivas podem pautar este Programa de Atualização e Modernização do Ensino de Engenharia, a exemplo das seguintes ações:

1. Revisar as diretrizes curriculares, no sentido de desenvolver competências interpessoais e novas habilidades necessárias ao engenheiro no mercado de trabalho, como: trabalhar em equipe; absorver novos conhecimentos de forma autônoma; ter capacidade de identificar novos problemas e encontrar soluções; ter capacidade de conhecer e operar sistemas complexos; trabalhar e tomar decisões em contexto de incerteza; ter domínio de línguas estrangeiras; comunicar-se de modo eficaz; ter domínio de habilidades gerenciais;
2. Revisar o marco regulatório e as diretrizes curriculares, bem como negociar com as entidades de classe e de acreditação, para superar a especialização prematura e reduzir o número de especialidades de engenharia e formar, ainda na graduação, profissionais mais generalistas, deixando para a pós-graduação, *lato* ou *stricto sensu*, o aprofundamento em uma especialidade;
3. Criar laboratórios de ensino e de projetos pilotos de renovação do ensino de engenharia e apoiar inovações pedagógicas, fortalecendo a criatividade e buscando a motivação de alunos e professores, bem como buscando desenvolver o raciocínio criativo e os atributos de liderança e de espírito empreendedor;
4. Implementar ações para fortalecer a formação em ciências e matemática no ensino médio, com o desenvolvimento de materiais pedagógicos, apoio aos professores e fortalecimento de competições acadêmicas, de modo a aumentar o interesse pelo estudo de engenharia;

11. O CONFEA lista 97 diferentes títulos de engenheiros, sendo 8 em agrimensura, 6 em agronomia, 16 em civil, 20 em eletricitista, 4 em minas, 29 em mecânica e 14 na engenharia química.



5. Ampliar o intercâmbio internacional entre escolas de engenharia, difundir e melhorar o conhecimento das experiências internacionais de reforma e modernização do ensino de engenharia;
6. Incentivar a interação dos docentes dos cursos de engenharia com o mercado, ampliando sua experiência profissional, bem como criar “posições associadas” (professores de prática, por exemplo) nas universidades para engenheiros com grande experiência, mas não necessariamente com uma carreira acadêmica estruturada;
7. Rever a visão extremamente acadêmica da pós-graduação, concentrada na formação de professores e pesquisadores em engenharia, que pela falta de vivência profissional, na sequência reproduzem os problemas identificados no ensino de graduação;
8. Reduzir as taxas de evasão nos cursos de engenharia, criando programas institucionais para enfrentar a evasão e remodelando os instrumentos de financiamento à educação, introduzindo metas e contrapartidas das instituições, tanto na melhoria da qualidade, quanto na renovação do ensino, buscando maior motivação de professores e alunos;
9. Aumentar a integração entre os cursos de Engenharia e o setor produtivo, incentivando a participação de profissionais das empresas na formulação de currículos, a interação de alunos com empresas por meio de estágios, o treinamento de empresas para receber alunos, a avaliação de ex-alunos e sua capacitação em relação ao mercado de trabalho, bem como o incentivo à criação de centros de pesquisa tecnológica associados a faculdades de Engenharia e de mestrados profissionais;
10. Criar área de pós-graduação em Educação em Engenharia, visando à implementação e avaliação de medidas que impulsionem a educação de engenheiros no Brasil com qualidade, tais como formação de um banco de dados confiável, análise de boas práticas de ensino em termos nacionais e internacionais e acompanhamento de projetos direcionados para mudanças;
11. Priorizar a expansão dos cursos de tecnólogos associados às áreas de Engenharia, com apoio à sua valorização profissional e suporte à educação continuada, de modo a alcançar uma presença mais expressiva no contexto do ensino superior nesta área.



Referências

Caseiro, Luiz C. Z. **Desigualdade de acesso à educação superior no Brasil e o Plano Nacional de Educação**. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2016.

INEP. **Censo do Ensino Superior de 2014**. Brasília, 2015.

Lobo, Roberto. Ensino Médio: Pisa, currículos e inovação. **O Estado de São Paulo**, 22 de setembro de 2016.

Maciente, Aguinaldo N. e Nascimento, Paulo. A Demanda por Engenheiros e Profissionais Afins no Mercado de Trabalho Formal. In: Oliveira, Marina P.(org.). **Rede de pesquisa: formação e mercado de trabalho**. Volume IV, Formação de profissionais das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM), Brasília: ABDI, IPEA, 2014.

Nascimento, Paulo et al. **Escassez de engenheiros: realmente um risco?** Radar nº 6. Tecnologia, Produção e Comércio Exterior. IPEA, Brasília, 2010.

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

_____. **Revising the STEM Workforce: a companion to science and engineering indicators 2014**. NSB, 2015.

OCDE, 2016. Disponível em: <<http://stats.oecd.org/>>.

Oliveira, Marina P. (org.). **Rede de pesquisa: formação e mercado de trabalho**. Volume IV, Formação de profissionais das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM), Brasília: ABDI, IPEA, 2014.

Pacheco, Carlos A. **A Formação de Engenheiros no Brasil: desafios ao crescimento e à inovação**. IEDI, 2010.

Salerno, Mario et al. Uma Proposta de Sistematização do Debate sobre a Falta de Engenheiros no Brasil. **Texto para Discussão 1983**. IPEA, Brasília, 2013.



CNI

Diretoria de Inovação – DI

Gianna Sagazio

Diretora de Inovação

Gerência de Gestão da Inovação

Suely Lima Pereira

Gerente de Inovação

Afonso de Carvalho Costa Lopes

Cândida Beatriz de Paula Oliveira

Débora Mendes Carvalho

Zil Miranda

Leonardo da Rosa Fernandes

Equipe Técnica

DIRETORIA DE COMUNICAÇÃO – DIRCOM

Carlos Alberto Barreiros

Diretor de Comunicação

Gerência Executiva de Publicidade e Propaganda – GEXPP

Carla Gonçalves

Gerente-Executiva de Publicidade e Propaganda

Walner Pessôa

Produção Editorial

DIRETORIA DE SERVIÇOS CORPORATIVOS – DSC

Fernando Augusto Trivellato

Diretor de Serviços Corporativos

Área de Administração, Documentação e Informação – ADINF

Maurício Vasconcelos de Carvalho

Gerente-Executivo de Administração, Documentação e Informação

Alberto Nemoto Yamaguti

Pré e Pós-Textual

Carlos Américo Pacheco

Consultoria

Editorar Multimídia

Diagramação



mei

MÓBILIZAÇÃO EMPRESARIAL
PELA INOVAÇÃO

CORREALIZAÇÃO:



Iniciativa da CNI - Confederação
Nacional da Indústria

REALIZAÇÃO:



Confederação Nacional da Indústria

CNI. A FORÇA DO BRASIL INDÚSTRIA