ipea

edição especial

Mão de Obra e Crescimento

edição especial

Nº12

Radar

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

Diretoria
de Estudos
e Políticas
Setoriais,
de Inovação,
Regulação e
Infraestrutura

02 / 2011

ipea 46 anos

ipea

Nº12

Radar

Tecnologia, Produção e Comércio Exterior

Diretoria
de Estudos
e Políticas
Setoriais,
de Inovação,
Regulação e
Infraestrutura

02 / 2011

ipea 46 anos

Governo Federal

Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
Ministro Wellington Moreira Franco

ipea Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e de programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente
Marcio Pochmann

Diretor de Desenvolvimento Institucional
Fernando Ferreira

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais
Mário Lisboa Theodoro

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia
José Celso Pereira Cardoso Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
João Sicsú

Diretora de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
Liana Maria da Frota Carleial

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura
Márcio Wohlers de Almeida

Diretor de Estudos e Políticas Sociais
Jorge Abrahão de Castro

Chefe de Gabinete
Persio Marco Antonio Davison

Assessor-Chefe de Imprensa e Comunicação
Daniel Castro

URL: http://www.ipea.gov.br
Ouvidoria: http://www.ipea.gov.br/ouvidoria

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **5**

POTENCIAIS GARGALOS E PROVÁVEIS CAMINHOS DE AJUSTES NO MUNDO DO TRABALHO NO BRASIL NOS PRÓXIMOS ANOS **7**
Fabiano Mezadre Pompermayer
Paulo A. Meyer M. Nascimento
Aguinaldo Nogueira Maciente
Divonzir Arthur Gusso
Rafael Henrique Moraes Pereira

EVOLUÇÃO DO DESEMPENHO COGNITIVO DO BRASIL DE 2000 A 2009 FACE AOS DEMAIS PAÍSES **15**
Sergei Suarez Dillon Soares
Paulo A. Meyer M. Nascimentoo

CONTEXTO E DIMENSIONAMENTO DA FORMAÇÃO DE PESSOAL TÉCNICO-CIENTÍFICO E DE ENGENHEIROS **23**
Divonzir Arthur Gusso
Paulo A. Meyer M. Nascimento

OFERTA DE ENGENHEIROS E PROFISSIONAIS AFINS NO BRASIL: RESULTADOS DE PROJEÇÕES INICIAIS PARA 2020 **35**
Rafael Henrique Moraes Pereira
Thiago Costa Araújo

A DEMANDA POR ENGENHEIROS E PROFISSIONAIS AFINS NO MERCADO DE TRABALHO FORMAL **43**
Aguinaldo Nogueira Maciente
Thiago Costa Araújo

APRESENTAÇÃO

Este novo número monográfico do boletim *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior* acolhe diferentes ângulos de abordagem de um problema cada vez mais presente nos debates públicos: se o atual ciclo de desenvolvimento pode vir a ser frenado por estrangulamentos na oferta de força de trabalho qualificada.

Naturalmente, assim posto, o problema cai na tradicional dupla face da mesma moeda: as demandas por qualificação estão aumentando mais aceleradamente do que a capacidade de qualificar trabalhadores, e se diferenciam das do passado? Ou seria a oferta que falha? Talvez nada disso caiba, ou o que caiba seja algo diverso. Este é o objeto desta edição.

Essas preocupações já integram as agendas de estudos do Ipea há alguns meses. Foram movidas, num primeiro momento, pelo rápido crescimento dos níveis de emprego anteriores à crise de 2008, ao mesmo tempo em que as expectativas em relação à descoberta de petróleo do pré-sal se traduziam em dramáticos aumentos dos requerimentos de pessoal altamente qualificado para o setor. Passado este momento, a retomada da dinâmica econômica trouxe não apenas novas elevações nos níveis de ocupação, mas também aumentos nos salários, e queixas explícitas de que estariam rareando candidatos habilitados aos empregos oferecidos. O país chegava ao que jamais experimentara no passado: o pleno emprego, um considerável encolhimento da informalidade e, por conseguinte, vários segmentos realmente insatisfeitos com os níveis de competências dos recém-empregados.

Esse enunciado, bem medido, contém um rol extenso de temas específicos. De antemão, procurou-se, a partir de estudo preliminar divulgado na sexta edição do boletim, tomar o caso do risco de escassez de engenheiros como primeira aproximação, até mesmo porque parecia ser uma área onde uma virtual carência era tida como "muito crítica". Com mais algum tempo, este recorte pode avançar tecnicamente.

Agora se volta ao debate. Nesta edição, num primeiro texto, os autores procuram, coletivamente, dimensionar, delimitar e especificar alguns desses temas, para melhor analisá-los. Fazem-se, em seguida, duas reflexões. Uma delas sobre um dos condicionantes mais críticos: o desempenho cognitivo dos estudantes, que se requer elevado para eles terem acesso aos cursos nas engenharias. Recorre-se aqui aos recém-divulgados resultados de sua aferição pelo Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa, na sigla em inglês). Outra reflexão é feita em torno das estruturas do ensino superior, que constituem o nicho em que se processa a formação dos graduados em engenharias – como se verá, uma área certamente não pequena e bastante diversificada –, assim como seus resultados, mostrados no Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade). Além disso, examinam-se e discutem-se alguns condicionantes de seu crescimento.

Num passo seguinte, são esmiuçados dois polos da questão: num deles, as características da trajetória da formação desses profissionais, e como elas se projetam, para o futuro próximo, a oferta de engenheiros; noutro, a evolução do emprego de engenheiros em vários setores e como ele poderá se dimensionar adiante, em diferentes cenários de crescimento econômico.

Em linha com o propósito do *Radar*, espera-se contribuir, com a difusão dos resultados dessas pesquisas em andamento, para dar melhor suporte à continuidade do debate público sobre o problema, o que inclui o exame de eventuais alternativas de políticas públicas por ele exigidas.

Potenciais gargalos e prováveis caminhos de ajustes no mundo do trabalho no Brasil nos próximos anos*

Fabiano Mezadre Pompermayer**
Paulo A. Meyer M. Nascimento**
Aguinaldo Nogueira Maciente**
Divonzir Arthur Gusso***
Rafael Henrique Moraes Pereira****

1 INTRODUÇÃO

Com o recente crescimento econômico pelo qual passa o Brasil, surgiram receios quanto à disponibilidade de mão de obra para sustentar tal crescimento, em especial a oferta de mão de obra especializada. Como ponto de partida para se avaliar uma possível escassez de empregados qualificados, vale destacar as cinco diferentes circunstâncias que Butz *et al.* (2003) apontam como reveladoras de que a produção de um bem ou serviço, inclusive trabalhadores especializados, poderia ser considerada "baixa":

1. se a produção for menor do que a verificada em anos recentes;
2. se a participação de competidores na produção total for paulatinamente crescente – isto é, se a oferta estiver se tornando cada vez mais concentrada;
3. se a produção for menor do que os produtores desejariam produzir;
4. se for produzido menos do que em tese a sociedade precisaria; e
5. se a produção não for suficiente para atender à demanda, com consequentes preços ascendentes do bem ou serviço.

Sem deixar de reconhecer que cada uma dessas cinco circunstâncias merece atenção específica, Butz *et al.* (2003) dão destaque especial à quinta delas. Isto porque ela traria consigo o próprio mecanismo de ajuste ao problema.

De fato, a teoria econômica pressupõe que eventuais desníveis momentâneos entre demanda e oferta de um dado bem ou serviço tendem a ser resolvidos, a médio prazo, pelo próprio mecanismo de preços: se o desequilíbrio vier a ser causado pelo excesso de oferta, os preços tendem a entrar em uma espiral de baixa até que o mercado em questão volte a se equalizar. Se o desequilíbrio decorrer de um excesso de demanda, uma pressão para cima sobre os preços do bem ou serviço será verificada até que este *gap* desapareça.

No caso específico da força de trabalho que Araújo *et al.* (2009) chamam de pessoal técnico-científico (PoTec),[1] tal ajuste ocorreria por intermédio de salários maiores e desemprego menor, o que levaria a um maior interesse dos jovens por estas profissões, aumentando a oferta de profissionais e reduzindo sua escassez (BUTZ *et al.*, 2003). Não é tarefa trivial, porém, precisar o quão competitivo é o mercado para um determinado

* Os autores agradecem a João Maria de Oliveira e a Rodrigo Abdalla Filgueiras de Souza, da Diset do Ipea, por compartilharem algumas de suas percepções acerca da conjuntura atual de alguns setores específicos da economia citados ao longo do texto. Agradecimentos também aos colegas do Ipea que participaram de seminário interno de discussão dos textos que compõem esta edição do Radar. Os erros e omissões porventura remanescentes são de responsabilidade exclusiva dos autores.

** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

*** Diretor Adjunto da Diset do Ipea.

**** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea.

1. Em verdade, Butz *et al.* (2003) referem-se a *Science & Engineering workforce* (força de trabalho em ciências e engenharia), que, no contexto brasileiro, englobaria, aproximadamente, os conjuntos de profissionais que Araújo *et al.* (2009) chamam de pessoal técnico-científico, quais sejam: pesquisadores, engenheiros, diretores e gerentes de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e profissionais 'científicos' – ou, seguindo a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), as ocupações de código 1237, 1426, 201 a 203, 211 a 214, 221 e 222.

tipo de mão de obra especializada como os engenheiros. Nesses mercados, a potencial substituição entre profissionais com diferentes habilitações é, em certa medida, limitada, em especial quando são necessárias especialidades de oferta mais restrita, como engenharia naval, telecomunicações e geologia.

No entanto, na prática, os ajustes em mercados de trabalho ocorrem apenas parcialmente por meio do mecanismo de preços: uma eventual escassez de mão de obra pode vir a ensejar, por exemplo, contratos de trabalho mais duradouros e aumentos de jornadas, bem como busca por profissionais cuja formação seja adjacente àquela em que há escassez (CÖRVERS e HIJKE, 2004; WIELING e BORGHANS, 2001). De todo modo, é razoável supor que um eventual "apagão" seria sinalizado por ao menos dois indicadores de mercado, destacados por Teitelbaum (2004): *i)* forte pressão para cima nos salários reais; e *ii)* baixas taxas de desemprego – consideradas em *i)* e *ii)* as ocupações que exijam nível de escolaridade semelhante.

Tal como expõem Freeman (2007) e Teitelbaum (2004), receios de potenciais apagões de mão de obra costumam decorrer de projeções futuras de demanda.[2] Nascimento *et al.* (2010) tentam dimensionar possíveis carências de profissionais de engenharia, produção e construção para diferentes cenários de crescimento do Brasil, contrastando projeções de demanda com projeções de oferta. Contudo, não observam a evolução dos salários relativos, tampouco do desemprego relativo destes profissionais.

A presente edição do *Radar* retoma o debate sobre um possível cenário de escassez de mão de obra qualificada no Brasil, já abordado inicialmente por Nascimento *et al.* (2010). Este ensaio, em particular, busca avançar nesta discussão, levantando algumas questões a serem ponderadas quanto a este cenário. As considerações contidas nas próximas seções são fruto de reflexão interna dos autores. Muitas não se constituem em fatos evidenciados empiricamente, mas em hipóteses entendidas como parte indispensável do debate e que merecerão a atenção em futuras investigações.

2 FOME DE QUÊ? EM QUE CIRCUNSTÂNCIAS PODE-SE FALAR EM ESCASSEZ DE FORÇA DE TRABALHO?

Quando se trata da disponibilidade de mão de obra especializada, alguns tipos de escassez podem ser avaliados. Uma primeira avaliação diz respeito ao quantitativo geral de pessoas com uma determinada qualificação, como, por exemplo, engenheiros, e em que medida este quantitativo mostra-se suficiente para atender à demanda de mercado. Ao abordar o tema, Nascimento *et al.* (2010) indicam que a demanda por engenheiros devido ao crescimento da economia deveria ser atendida pelo estoque atual e pela entrada de novos engenheiros no mercado. Tal análise tratou da categoria de engenheiros de uma forma geral, para a qual não vislumbrou uma escassez generalizada. Não foram abordadas, contudo, a demanda por e a oferta de profissionais com qualificações específicas, como engenharia naval, engenharia de minas, entre outras. Se, nestes casos particulares, os resultados já mostrarem existência de poucos profissionais e as projeções apontarem para sua escassez, algumas ações poderiam ser promovidas, como o aumento da quantidade de cursos ou, mesmo, como solução mais imediata, a "importação" de engenheiros de outros países.

A par disso, o estudo ressaltou um fato um tanto inquietante, que de certa forma está na base das preocupações veiculadas na mídia quanto à escassez de mão de obra: há diversos engenheiros atuando em funções que não são de engenharia, principalmente ligadas à administração e à economia. Isto ocorreu em virtude do baixo crescimento econômico verificado nos anos 1980 e 1990. Porém, vale ainda destacar dois conjuntos de fatores complementares entre si e que, catalisados pelo cenário econômico adverso, decerto contribuíram substancialmente para a elevada incidência de engenheiros desempenhando outras funções que não aquelas que

2. Embora também existam estudos, feitos para áreas específicas, que apontam carências presentes. No Brasil, estimativas nesse sentido seriam já realidade na área de tecnologia da informação (TI) (Villela, 2009) e para projetos de engenharia para produtos de transporte marítimo (TM) (Barros, 2004).

lhes seriam típicas. Em primeiro lugar, as condições de trabalho e os salários mais atraentes nas outras funções. E, em segundo, é possível que esteja a ocorrer uma insuficiência na formação de profissionais com as competências e habilidades que o mercado esperaria encontrar mais facilmente em engenheiros.

Há diversos engenheiros atuando como analistas financeiros, gestores, analistas empresariais. Costumam ser demandados nestas funções pelo fato de o mercado entender que eles dispõem, em geral, de boa capacidade de abstração e de sólida formação matemática. O diploma de engenharia, visto como de difícil obtenção por exigir maior domínio matemático que a maioria dos cursos e ainda dispor de relativo prestígio social, estaria a funcionar, nas situações aqui descritas, como um sinalizador para as firmas acerca da qualidade do capital humano, a despeito de haver grande heterogeneidade na qualidade de formação dos próprios engenheiros – como é apresentado em Gusso e Nascimento (2011), nesta edição do *Radar*.

Isso remete, em última instância, à qualidade da educação básica. Quando esta é de qualidade, empodera o indivíduo tanto para adaptar-se mais facilmente a novas funções e desafios quanto para galgar graus de especialidade cada vez mais específicos. Do contrário, torna-se outro possível tipo de escassez, de caráter mais geral que o de uma qualificação como engenheiro. A escassez de competências e habilidades básicas na força de trabalho disponível provoca um aumento nos custos de produção, principalmente por transferir para as firmas parcelas cada vez maiores da formação de seus potenciais colaboradores que deveriam ter sido já supridas a contento durante a educação básica. Não se trata aqui de defender que o sistema educacional coloque, no mercado de trabalho, profissionais "prontos e acabados". Sempre haverá, afinal, escopo para a atuação das próprias firmas como agentes formadores, à medida que se vejam compelidas a, diretamente ou por meio de entidades a elas associadas,[3] prover formação continuada, inclusive em serviço, a seus colaboradores – em especial quando naturalmente a exigirem a cultura organizacional e/ou a própria natureza da atividade. Não obstante, a escassez ora tratada gera custos extras ao tornar mais complexos os processos de seleção, alargar os prazos de treinamento e, ademais, acirrar a disputa pelos poucos profissionais reconhecidamente bem qualificados.

No caso específico dos engenheiros, a solução mais plausível para lidar com esse potencial tipo de escassez pode não se limitar simplesmente a aumentar a oferta destes profissionais, cujo custo de formação por aluno é dos mais elevados. Parte da solução talvez resida na melhora da qualidade da formação profissional de nível superior em geral, inclusive a dos profissionais com os quais os engenheiros acabam por concorrer. Além disso, o esforço para melhorar a qualidade da educação básica deve estar no centro das atenções, a fim de viabilizar um progressivo aumento do número de jovens com potencial para ingressar em cursos superiores que formarão tais profissionais.

Do geral para o particular, e assumindo que um problema quantitativo não esteja ocorrendo para uma formação geral, há problemas específicos que podem acontecer. O primeiro a ser abordado aqui é a possibilidade de escassez em determinadas regiões ou cidades. Em não havendo escassez generalizada, e sim localizada, existiria sobra de força de trabalho em algumas regiões e falta em outras. O problema, nesta hipótese, não estaria na escassez de mão de obra, mas sim no aumento do custo de contratação, por ser necessário trazer profissionais de outras regiões, nas quais, inclusive, o padrão de vida possa ser mais elevado. Em paralelo, questões subjetivas, como estar longe da família e dos amigos, fazem com que os profissionais que se disponham a se deslocar para regiões com escassez de mão de obra exijam salários mais elevados. Casos assim acontecem, por exemplo, quando um engenheiro é realocado de uma grande capital, onde sempre viveu, constituiu família e dispõe de acesso a farta infraestrutura, para outra região. Mesmo que não passe a estar longe de um grande centro, é possível que tal mudança o deixe afastado de todos os fatores mencionados e que o atraem à cidade de origem. Obviamente, para se submeter a estas condições, tal profissional tenderia a exigir um bom retorno financeiro – tanto maior quanto mais promissoras e diversificadas forem as alternativas que o mercado de trabalho em sua própria região de origem lhe oferece.

3. A exemplo das entidades que compõem o chamado Sistema S, particularmente o Serviço Nacional de Aprendizagem do Comércio – SENAC, e o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Senai.

Devido a esse aumento de custo, e se o volume de mão de obra potencial justificar, a solução de longo prazo deve ser o aumento da oferta local de cursos nas qualificações necessárias. Quando a então estatal Companhia Vale do Rio Doce iniciou suas operações em Carajás, no Pará, e em São Luís, no Maranhão, a oferta local de engenheiros e de técnicos não era suficiente, fazendo com que a empresa transferisse diversos funcionários da região Sudeste, onde já atuava. Com o passar do tempo, entretanto, as instituições de ensino médio e superior no Pará e no Maranhão passaram a fornecer grande parte da mão de obra especializada necessária.

Outro tipo específico de escassez de mão de obra pode se relacionar a algumas especialidades de formação. Este parece ser o caso, atualmente, da engenharia naval, como também havia sido o caso, de meados a final da década de 1990, da engenharia de telecomunicações. Ambos dizem respeito a especialidades que exigem cursos de graduação, em vez de apenas uma especialização ou pós-graduação na área, tal como, em contraposição, são os exemplos de engenheiro de petróleo ou de engenheiro ferroviário. Por isso a escassez de mão de obra nestas especialidades pode ocorrer mesmo que exista sobra de engenheiros com outra formação. Por exigir formação específica já no curso de graduação, a demanda por tais profissionais ocorre em indústrias igualmente específicas, que em geral exibem comportamento cíclico. A falta de engenheiros de telecomunicações no final da década de 1990, logo após a privatização das empresas de telefonia, foi sucedida por uma elevada sobra destes profissionais, que acabaram migrando para outras funções, após a conclusão das principais atividades de expansão da rede de telefonia do país. Atualmente, com a expansão da internet de banda larga, é possível que eles voltem a ser mais fortemente demandados.

A indústria naval também tem comportamento cíclico, em nível mundial. Mesmo no Brasil, a atual grande demanda por construção de navios é motivada pelas encomendas da Petrobras para iniciar a exploração do pré-sal. Após esta fase, as necessidades de novas embarcações da Petrobras serão reduzidas, conforme seu Plano Estratégico 2020, reduzindo também a necessidade de engenheiros navais, a não ser que exista demanda para outros tipos de embarcações. Este comportamento cíclico da demanda por formações tão específicas acaba reduzindo a atratividade dos cursos de formação na área. Os ingressantes nos cursos de engenharia acabam preferindo cursos mais versáteis, como as tradicionais engenharias civil e mecânica, e, mais recentemente, as engenharias de produção e elétrica.

Pode-se falar, ainda, em escassez de mão de obra quando, além de uma boa formação, seja indispensável exigir do profissional experiência de trabalho – e esta seja escassa. O caso mais comentado é a necessidade de mão de obra qualificada com experiência na construção civil. Isto vai desde o engenheiro de projeto, o engenheiro supervisor de obra e o mestre de obra. Com a retomada dos investimentos em infraestrutura e em construção civil, a demanda por estes profissionais se elevou, com impactos nos respectivos salários. O problema é maior quando se consideram obras de infraestrutura em regiões remotas. Boa parte do problema é oriunda da estagnação ocorrida desde a década de 1980 para obras de grande porte. Por exemplo, desde a construção da Estrada de Ferro de Carajás, inaugurada em 1985, não se construíam ferrovias de carga no país. Este tipo de escassez pode afetar os custos e prazos para concluir as obras necessárias aos grandes eventos esportivos previstos para o país. A situação só não é pior pelo fato de os investimentos em infraestrutura urbana não terem sofrido tão forte paralisação quanto os de infraestrutura de transporte regional.

3 O AJUSTE VIA SALÁRIOS E MOBILIDADE ESPACIAL

Conforme mencionado anteriormente, Butz *et al.* (2003) argumentam que, num cenário de escassez de uma força de trabalho específica, os salários pagos a tais profissionais tendem a se elevar, fazendo com que alguns dos demandantes optem por não mais contratá-los, reduzindo um pouco a demanda total. Além disso, com salários mais altos, profissionais de áreas correlatas são atraídos para as ocupações aquecidas, e jovens passam a demandar, em maior escala, as vagas disponíveis em cursos que os habilitem àquelas ocupações. Isto repercute, em um segundo momento, em expansão do número de vagas e de concluintes nestes cursos. Com mais profissionais disponíveis, os salários tendem a cair, e este nicho específico de mercado de trabalho vai se equilibrando. O grande problema deste processo de ajuste para o equilíbrio é o prazo necessário para se

formarem novos profissionais, de três a seis anos, ou de se treinarem profissionais oriundos de áreas afins, o que pode levar de seis meses a dois anos. Mesmo no segundo caso, por se tratar de profissionais que já estão no mercado, pressupõe-se um aumento de salário para compensar a mudança de função. E enquanto a oferta não é ampliada, o que fazer para se atender a demanda por tais profissionais?

Quando o problema é regional, é possível buscar profissionais em outros estados e regiões – solução que vem, conforme já visto, ao preço de remunerações mais atraentes. O aumento do custo de contratação só não seria significativo se existisse grande oferta de profissionais em algumas regiões específicas do país, devido, por exemplo, a uma estagnação econômica na região. Este, porém, não parece ser o caso de nenhuma região do Brasil. Neste caso, pode-se pensar em importar profissionais de outros países, mas, obviamente, esta opção também traz mais custos associados, relacionados a diferenças de língua e cultura. E há ainda o risco de se importarem profissionais de baixa qualificação, na tentativa de se pagarem salários pouco competitivos em comparação com aqueles vigentes nos países em que viviam anteriormente.

A mobilidade espacial permitiria resolver boa parte das ocorrências de escassez regional e, ainda, promover melhor equalização dos salários pagos nas diversas regiões do país – bem como entre setores. Por exemplo, quando a Petrobras efetua concursos para contratação de engenheiros em todo o país, os profissionais aprovados que deixam suas cidades de origem para trabalhar para a Petrobras por salários maiores acabam promovendo o aumento dos salários em suas cidades. Para conseguir manter alguns destes engenheiros, as empresas e instituições que os demandam acabam aproximando seus salários dos da Petrobras.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de uma visão assentada na teoria econômica, duas seriam as variáveis que melhor serviriam de termômetro da eventual escassez de uma determinada categoria da força de trabalho: os salários relativos e a taxa de desemprego entre os profissionais tidos como "escassos".[4] É possível que, para o caso específico de engenheiros, o indicador "salários relativos" mostre uma tendência ascendente em muitos setores, o que apontaria, em princípio, para cenários de escassez. Mesmo que assim seja, é arriscado, contudo, fazer tal assertiva de maneira categórica. Isto porque uma eventual evolução salarial crescente pode estar a indicar, na verdade, uma recuperação da remuneração relativa dos engenheiros após a estagnação econômica dos anos 1980 e as baixas taxas de crescimento econômico dos anos 1990.

O indicador "taxa de desemprego entre os engenheiros", entretanto, não pôde ser observado. Não obstante, Nascimento *et al.* (2010) e o estudo de Maciente e Araújo (2011), este publicado neste número do *Radar*, trabalham com uma *proxy* bastante útil: a proporção de engenheiros formados empregados nas ocupações típicas de sua área de formação. Este indicador, construído a partir dos dados de emprego e de conclusão dos cursos de graduação, enuncia que, em 2009, 38% da força de trabalho brasileira com diploma de nível superior na área de engenharia, construção e produção estavam empregadas nas ocupações próprias da área.

Não se trata, é verdade, de um dado relacionado ao desemprego, mas tem o potencial de antecipar a persistência ou não de pressões salariais sobre as ocupações típicas de engenheiros, na medida em que dimensiona o tamanho do "exército de reserva" de engenheiros distribuídos por diversas outras ocupações. Tendências de queda na proporção de engenheiros que atuam em suas áreas de formação sugeririam perspectivas de desvalorização destas carreiras. Em assumindo uma espiral crescente, este indicador sinalizaria que, em cenários de crescimento econômico mais robusto, as firmas estariam passíveis de incorrer em custos crescentes de contratação e de retenção de sua força de trabalho especializada – seja nas carreiras típicas de engenheiros e profissionais afins, seja nas carreiras em que estes profissionais competem com outros advindos de outras áreas de formação.

4. O texto de Maciente e Araújo (2011), que fecha esta edição do Radar, trabalha com a evolução desses indicadores.

É esse aumento de custo que aparentemente tem levado a alertas sobre um possível "apagão" de mão de obra, em especial de engenheiros. A situação até então experimentada pelos contratantes era confortável, com certo excedente disponível no mercado, o que permitia contratações a salários relativamente baixos. O deslocamento, no passado, de um grande número de engenheiros para ocupações não específicas de engenharia é uma evidência deste excedente.

O que se ressalta aqui é que a solução para essa possível falta de engenheiros não reside simplesmente (ou necessariamente) no aumento do número de vagas em cursos de engenharia.[5] Questões de qualidade (do ensino superior e da educação básica que forma os que nele ingressam),[6] políticas de incentivo ao ingresso e à conclusão em cursos de caráter técnico-científico, bem como de formação continuada nas próprias firmas, devem ser pensadas em paralelo. Ademais, como boa parte dos engenheiros formados não tem atuado na área, é indispensável atentar também para a qualificação dos profissionais com os quais eles competem em funções não específicas da engenharia.

De todo modo, em termos gerais, os problemas de escassez de mão de obra especializada podem ser resolvidos via ajuste salarial e mobilidade espacial da força de trabalho. Quando o problema extrapola regiões e setores econômicos específicos do país e se torna generalizado, é necessário pensar em dois conjuntos de iniciativa, cada um deles para diferentes horizontes de tempo.

No curto e no médio prazos, a solução passa por: *i)* maior investimento das firmas em qualificação e em especialização da força de trabalho entrante no mercado; *ii)* retenção de profissionais com maior experiência; *iii)* atração e requalificação de profissionais que tenham saído do mercado ou se deslocado para outras funções; e *iv)* redução das barreiras do mercado à entrada de profissionais estrangeiros. Quaisquer destas abordagens, entretanto, deverão trazer custos adicionais aos contratantes.

Em paralelo a tudo isso e com vistas ao longo prazo, contínuos investimentos na educação, tanto básica quanto profissional e superior (mais na qualidade do que na quantidade), caminham para se firmar, em uma espécie de consenso difuso, como soluções para que eventuais cenários de escassez não sejam prolongados. Nunca é demais sublinhar que tal investimento tende a se refletir em uma força de trabalho mais qualificada somente em um horizonte de tempo mais largo, quiçá além daquele vislumbrado nas projeções publicadas nesta edição do *Radar*. Isto reforça a necessidade de se pensar em políticas apropriadas para os contextos e cenários específicos nos quais algum grau de escassez se mostre mais evidente.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, B. C.; CAVALCANTE, L. R.; ALVES, P. Variáveis *proxy* para os gastos empresariais em inovação com base no pessoal ocupado técnico-científico disponível na Relação Anual de Informações Sociais (Rais). **Radar,** Brasília: Ipea, n. 5, dez. 2009.

BARROS, M. A. **Relatório sobre o trabalho de identificação de lacunas de recursos de engenharia de projeto para a área de TM**. Rio de Janeiro: Petrobras, 2004.

BUTZ, W.; BLOOM, G.; GROSS, M.; KELLY, K.; KOFNER, A.; RIPPEN, H. Is there a shortage of scientists and enineers? How would we know? **Rand Science & Technology issue paper**. Santa Monica-CA: Rand Corporation, 2003.

CÖRVERS, F.; HEIJKE, H. **Forecasting the labour market by occupation and education:** some key issues. Maastricht: Universiteit Maastricht, dez. 2004. ROA-W-2004/4. Texto para Discussão.

FREEMAN, R. B. Is a great labor shortage coming? Replacement demand in the global economy. *In:* HOLZER, H. J.; NIGHTINGALE, D. S. (Eds.). **Reshaping the American workforce in a changing economy**. Washington-DC: The Urban Institute, 2007.

5. A expansão da disponibilidade de força de trabalho formada em engenharia é o tema do ensaio de Pereira e Araújo (2011), também integrante desta edição do Radar.

6. Ver discussão de algumas das questões concernentes à qualidade do ensino no texto de Soares e Nascimento (2011), assim como no de Gusso e Nascimento (2011), também nesta edição do Radar.

GUSSO, D. A.; NASCIMENTO, P. A. M. M.. Contexto e dimensionamento da formação de pessoal técnico científico e de engenheiros. **Radar**, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.

MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T. C.. A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal. **Radar**, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.

NASCIMENTO, P. A. M. M.; MACIENTE, A. N.; GUSSO, D. A; ARAÚJO.; T. C.; SILVA, A. P. T. Escassez de engenheiros: realmente um risco? **Radar**, Brasília: Ipea, n. 6, fev. 2010.

SOARES, S. S. D.; NASCIMENTO, P. A. M. M.. Evolução do desempenho cognitivo do Brasil de 2000 a 2009 face aos demais países. **Radar**, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.

TEITELBAUM, M. S. Do we need more scientists? *In:* KELLY, T. K. *et al.* (Eds.). **Anais da conferência "The US scientific and technical workforce: improving data for decision making"**. Santa Monica-CA: Rand Corporation, jun. 2004.

VILLELA, P. R. C. Escassez de mão de obra. *In:* **Software e serviços de TI:** a Indústria brasileira em perspectiva. Campinas: Observatório Softex, cap. 10, 2009.

WIELING, M.; BORGHANS, L. Descrepancies between supply and demand and adjustment processes in the labour market. **Labour,** vol. 15, n. 1, p. 33-56, 2001.

Evolução do desempenho cognitivo do Brasil de 2000 a 2009 face aos demais países*

Sergei Suarez Dillon Soares**
Paulo A. Meyer M. Nascimento***

1 INTRODUÇÃO

A Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE) promove, desde 2000, uma avaliação educacional em larga escala, em seus países membros e em países com os quais estabelece acordos de parceria para esta finalidade. A avaliação, denominada Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa, na sigla em inglês), acontece a cada três anos. Sua quarta e mais recente edição teve lugar em 2009 – com os respectivos resultados divulgados em dezembro de 2010. Seu principal mérito é tornar disponível, para livre acesso, uma base pública de dados de abrangência internacional, com informações sobre desempenho cognitivo passíveis de serem cruzados com variáveis contextuais construídas a partir de questionários respondidos pelas escolas, pelas famílias, e pelos próprios estudantes testados.

A forma como o Pisa é desenhado, e o fato de contar com quatro edições já concluídas – em todas as quais o Brasil esteve presente – permite prospectar uma série de tendências e comparações informativas, tanto do ponto de vista da formação de capital humano quanto do ponto de vista da evolução das desigualdades educacionais.

Por exemplo, o foco dos exames em situações e desafios que exigem dos estudantes testados[1] aplicações práticas do conhecimento, das competências e das habilidades desenvolvidas ao longo de suas vidas escolares permite formar uma ideia acerca de quão preparados encontram-se eles para os desafios com os quais tenderão a se deparar nas etapas seguintes de sua formação e, principalmente, no mundo do trabalho e em suas vidas cotidianas. Fornece também uma noção sobre como evolui o desempenho destes jovens ao longo do tempo, e permite sua comparação com o desempenho de jovens de outros países. Dessa maneira, verificar a evolução brasileira no Pisa, na sequência temporal e *vis-à-vis* outros países, particularmente em matemática e ciências, pode dar indícios acerca do potencial de nossos jovens para seguirem, futuramente, carreiras de cunho técnico-científico – a exemplo de engenharias. Esta área é objeto de análise de alguns dos ensaios que integram esta edição do *Radar*, e de muitas das preocupações externadas por setores da academia, do empresariado e da imprensa, quando se discute a possibilidade de escassez de mão de obra qualificada no Brasil nos próximos anos.

No que tange à evolução das desigualdades, as quatro edições do Pisa tornam possível vislumbrar como tem evoluído a variância do desempenho dos estudantes brasileiros ao longo do tempo. Com isso, pode-se perceber se a distância entre nossos estudantes de melhor e de pior desempenho estaria aumentando – o que sinalizaria um aumento das desigualdades educacionais – ou diminuindo – o que seria um indício de redução das desigualdades educacionais.

Assim, a discussão estrutura-se em cinco seções, além desta introdução. A próxima explora a evolução, no Brasil, do nível de instrução da população que compõe o universo amostral do Pisa. Em seguida, será mostrado como o país tem evoluído em comparação com outros países nas sucessivas edições do exame. A seção posterior destaca a composição da *performance* brasileira, ordenando as notas da população que participou da prova em

* Os autores agradecem aos colegas do Ipea pelos comentários feitos durante seminário interno de discussão dos textos que compõem esta edição do Radar. Erros e omissões porventura remanescentes são de responsabilidade exclusiva dos autores.
** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Sociais (Disoc) do Ipea.
*** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.
1. Jovens com 15 anos de idade já completados no início do ano de aplicação da prova.

centésimos, a fim de averiguar eventuais mudanças na distância entre os melhores e os piores desempenhos. A última seção traz as considerações finais.

2 AUMENTO DA ESCOLARIDADE DOS JOVENS DE 15 A 16 ANOS

A amostragem do Pisa parte da população que inicia o ano de aplicação do exame com 15 anos de idade já completos. Exige, ademais, que a pessoa esteja, naquele momento, matriculada e frequentando ao menos o 7º ano em uma instituição formal de ensino. Assim, pessoas com esta idade que ainda tenham menos de seis anos de estudos completos, ou que não estejam matriculadas em instituições formais de ensino, não compõem o universo de onde são extraídas as amostras nos países participantes.

Em um sistema educacional como o brasileiro, em que reprovação e evasão são problemas historicamente enraizados na cultura escolar, tal recorte amostral potencialmente colocaria nossos estudantes em relativa vantagem. Afinal, reprovação e evasão elevadas tenderiam, hipoteticamente, a afunilar o sistema educacional, promovendo aos anos finais do ensino fundamental e ao ensino médio apenas os estudantes mais "capazes" – e, portanto, deixando a amostra final do Pisa com uma sobrerrepresentação de estudantes de melhor desempenho nos países em que tal cultura fosse proeminente.

Não obstante, as quatro primeiras edições do Pisa coincidem com um momento histórico em que paulatinamente os sistemas brasileiros de ensino vêm adotando regimes de ciclos,[2] por meio de progressão continuada entre os anos de estudo. Tal tendência tem se refletido nas taxas de aprovação: no ano da primeira edição do Pisa, 2000, a taxa no ensino fundamental foi de 78,2%; no ano da edição mais recente, 2009, ficou em 85,2% –[3] incremento que significa, na média, em 2009 em relação a 2000, aprovar *adicionalmente* sete estudantes entre 100 matriculados em cada série do ensino fundamental.[4]

Um desdobramento natural da disseminação da progressão continuada pelos sistemas educacionais brasileiros é o aumento da escolaridade da população que compõe o universo amostral do Pisa – isto é, dos estudantes que completarão 16 anos no respectivo ano de cada edição do exame. O gráfico 1 mostra que, de fato, o nível de instrução dos jovens que integram este universo amostral no Brasil tem se tornado cada vez mais elevado.

2. Em 2006, o censo escolar já identificava, para todo o Brasil, que 41,3% das escolas estaduais localizadas em áreas urbanas adotavam regime de ciclos (dado reportado por Menezes-Filho et al., 2008). Para uma discussão acerca do regime de ciclos, ver Fetzner (2007;2008). Para uma discussão específica sobre a organização do trabalho escolar em ciclos como política de inclusão e tentativa de enfrentar os problemas da repetência e do abandono escolar, ver Sousa (2008) e Dalben (2009).

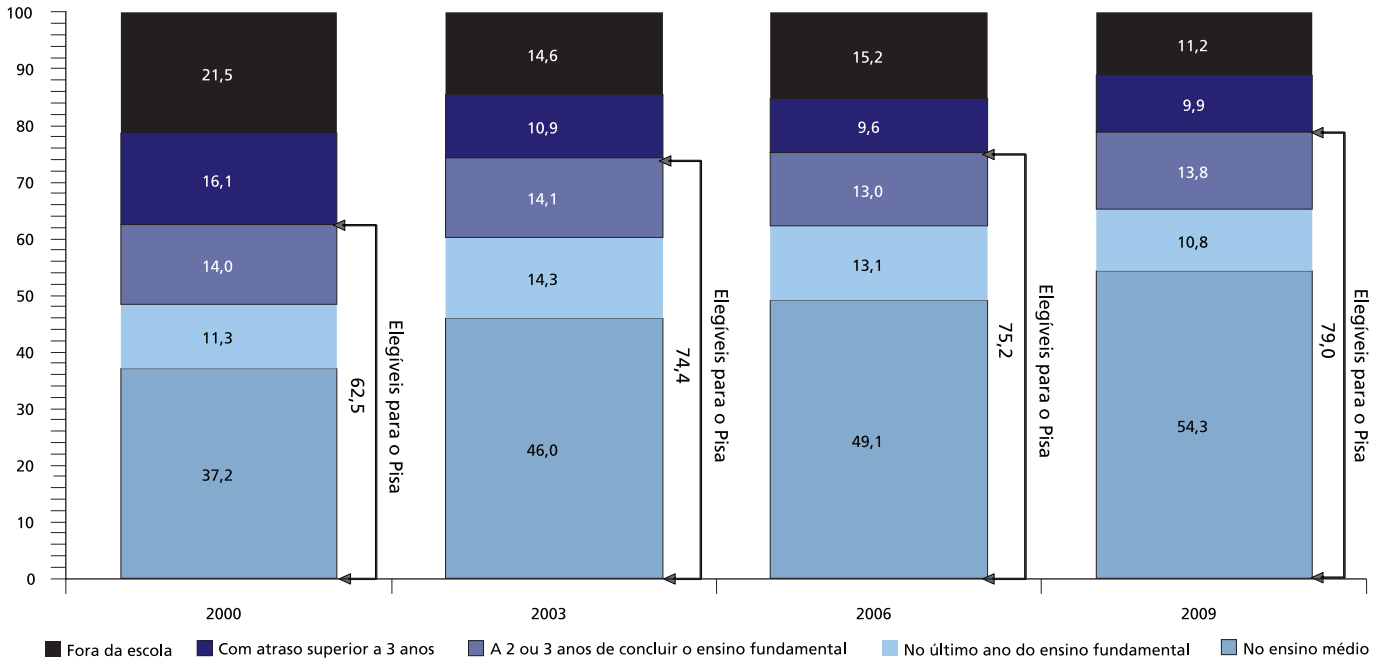
3. As taxas de aprovação aqui utilizadas foram extraídas das sinopses estatísticas da Educação Básica 2001 (ano-referência 2000) e 2009 (ano-referência 2009), disponíveis em: <www.inep.gov.br>. A taxa referente a 2000 foi calculada como proporção do número de aprovados em relação ao total de matrículas no ensino fundamental. A taxa referente a 2009 é informada diretamente pela sinopse.

4. Não é proposta mensurar, neste ensaio, eventuais impactos de regimes de ciclos e da progressão continuada sobre medidas de rendimento escolar – embora este deva ser o objetivo de um dos estudos posteriores que estão em fase de concepção pelos autores. Poucas pesquisas brasileiras exploram esta questão com a utilização de dados quantitativos, valendo destacar o esforço empreendido por Menezes-Filho et al. (2008), que encontraram efeito significativo da adoção de ciclos sobre a redução das taxas de reprovação e o aumento das taxas de aprovação em todos os níveis de ensino. Ao mesmo tempo, porém, os mesmo autores, ao estimarem os efeitos da progressão continuada sobre o desempenho na Prova Brasil dos estudantes da 4ª e da 8ª série, encontraram resultados não significativos no primeiro caso, e impactos significativamente negativos no segundo.

GRÁFICO1

Percentual da população brasileira de 15 a 16 anos com escolaridade mínima para compor o universo amostral do Pisa, e sua distribuição por nível de instrução (2000, 2003, 2006 e 2009)

(Em %)



Fonte: Censo 2000 e Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios/Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (PNAD/IBGE 2003, 2006 e 2009).
Elaboração dos autores.

Obs.: 1. Por elegíveis para o Pisa entenda-se aqueles que, no ano de aplicação do exame, tinham ao menos seis anos completos de estudo (condição necessária para compor o universo amostral da avaliação da OCDE).

2. Para o ano 2000, foram consideradas as pessoas que tinham 15 ou 16 anos completos na data de referência do censo populacional daquele ano (1º de agosto de 2000); para os anos subsequentes, foram consideradas as pessoas nascidas no ano de referência para a aplicação do Pisa – respectivamente, 1987, 1990 e 1993.

Quando o Pisa foi aplicado pela primeira vez, em 2000, pouco mais de 60% da população brasileira de 15 ou 16 anos de idade tinha a escolaridade mínima para compor o universo amostral do exame. Ao longo da década, uma proporção cada vez maior dos jovens desta idade foi alcançando tal patamar, até que, na aplicação mais recente, em 2009, estes já representavam aproximadamente 80% da população nesta faixa etária.

Será que essa expansão do universo amostral do Pisa resultou em uma queda no rendimento dos estudantes brasileiros nas sucessivas edições do exame?

3 A EVOLUÇÃO DO BRASIL FRENTE A DE OUTROS PAÍSES

Não é trivial avaliar a evolução do Brasil frente aos demais países no que tange às habilidades cognitivas de seus jovens escolarizados. A cada rodada do Pisa, há vários novos países participantes – e alguns poucos que ficam de fora devido a problemas técnicos ou discordâncias políticas. É tão pouco esclarecedor dizer que o número de países com nota pior que o Brasil passou de zero em 2000 para onze em 2009 quanto dizer que o número de países com nota melhor passou de 30 para 54. Ambos os efeitos se devem, em parte, ao fato da aplicação de 2000 contar com 31 países, e a de 2009, com 66.

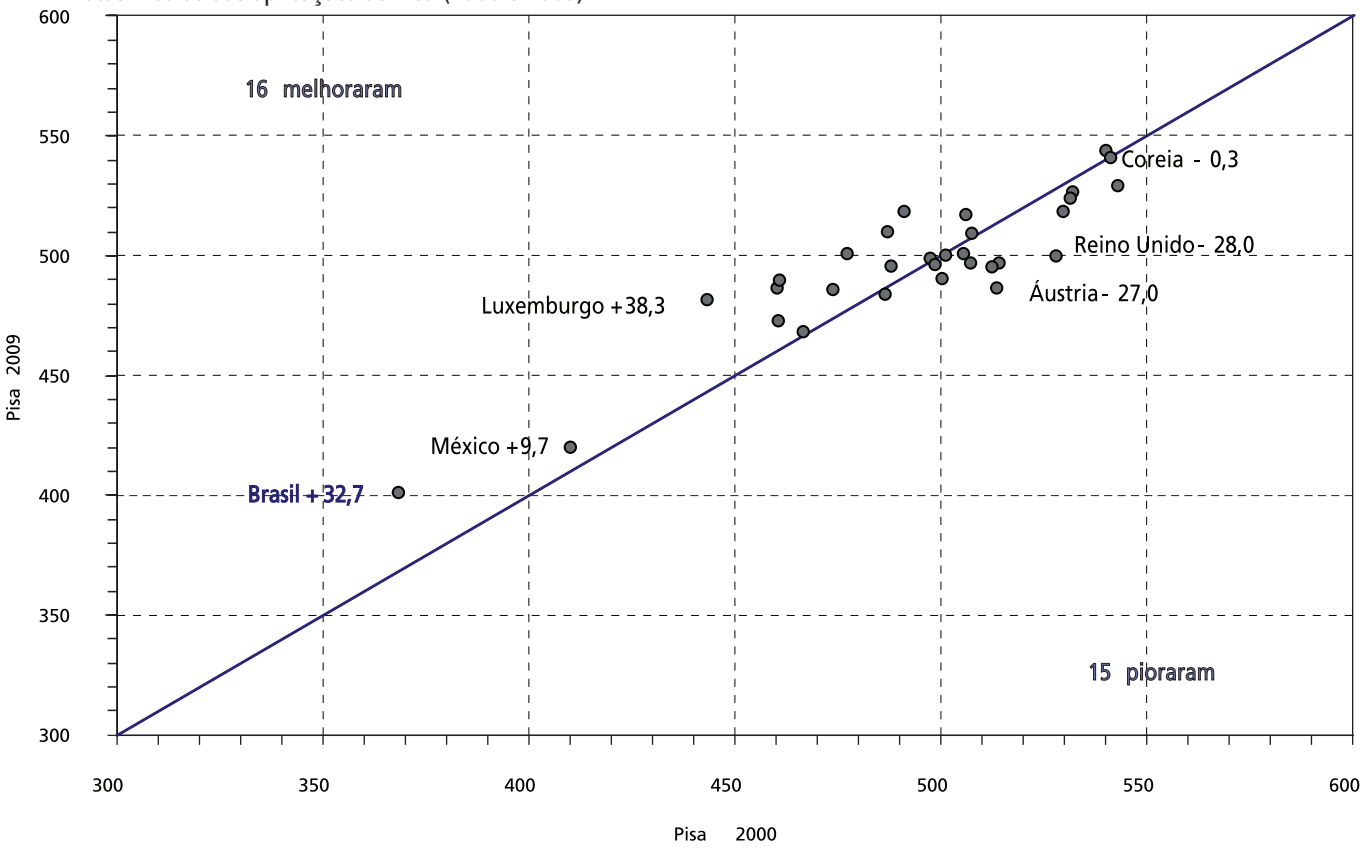
Outro problema evidente é que há variações significativas de proficiência que não chegam a modificar posições relativas e, portanto, não são contempladas nos *rankings*. É o que ocorre com o Brasil, comparativamente com os países que participaram da aplicação de 2000. Tanto neste ano como em 2009 o Brasil foi o pior colocado no grupo que participou do Pisa 2000, embora a nota média tenha subido de 75% para 80% da média não ponderada da prova.

Naturalmente, o modo de avaliar quanto o Brasil melhorou ou piorou é construir um painel que contenha os mesmos países, e observar a variação da nota. Isto foi feito para dois períodos: 2000 a 2009, para que possam ser verificadas tendências mais longas, e de 2006 a 2009, para comparação de resultados recentes.

O gráfico 2 mostra a nota média[5] do Pisa 2000 no eixo horizontal e a nota média do Pisa 2009 no eixo vertical. Consequentemente, países cujas notas aumentaram de 2000 para 2009 encontram-se acima da diagonal, e aqueles cujas notas caíram encontram-se abaixo da diagonal.

GRÁFICO 2

Notas médias das aplicações do Pisa (2000 e 2009)



Fonte: Pisa/OCDE.

Elaboração dos autores.

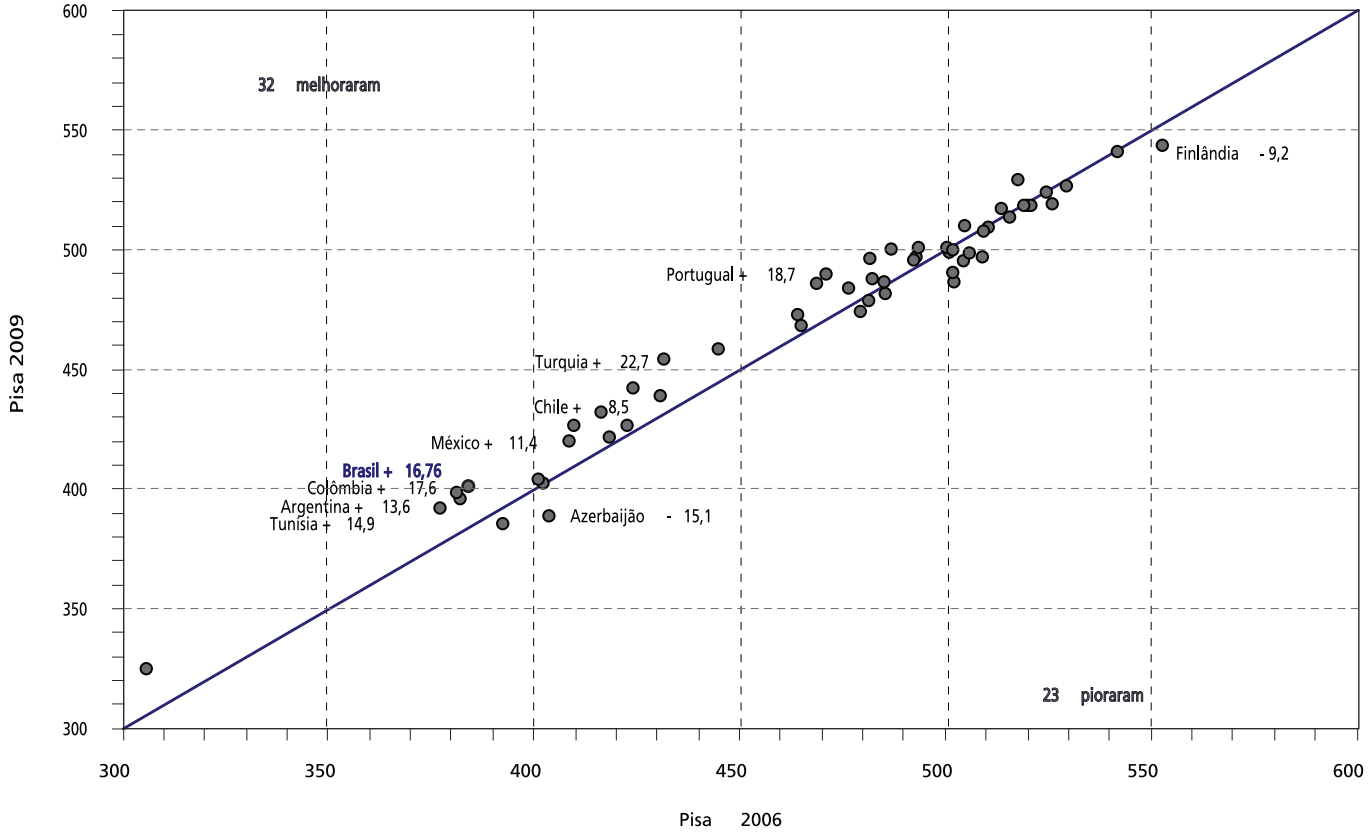
Dos 31 países que participaram tanto do Pisa 2000 quanto do Pisa 2009, apenas em um (Luxemburgo) a variação da nota foi superior à observada para o Brasil. Nossa média aumentou 32,7 pontos de Pisa.

Apesar do período coberto pelo gráfico 2 ser suficientemente extenso para que sejam observadas tendências de longo prazo, o grupo de países coberto é muito diferente do Brasil – o México é o único país latino-americano que também participou de ambas as avaliações.

O conjunto de países participantes aumenta consideravelmente entre 2006 e 2009. Isto pode ser visto no gráfico 3, que aponta justamente para a variação na nota média de 2006 para 2009.

5. Trata-se da nota média das três disciplinas: leitura, matemática e ciências.

GRÁFICO 3
Notas médias das aplicações do Pisa (2006 e 2009)



Fonte: Pisa/OCDE.
Elaboração dos autores.

O Brasil não é mais o último dos países entre o conjunto que participou tanto do Pisa 2006 quanto do Pisa 2009. Colômbia, Tunísia, Argentina, Azerbaijão, Indonésia e Quirquistão obtiveram médias inferiores à nossa, mas isto reflete apenas o fato destes países terem entrado na prova.

O relevante é que a nota média brasileira continua em ascensão (16,8 pontos). Apenas seis países tiveram evolução mais positiva neste quesito: Turquia, Quirquistão, Sérvia, Portugal, Itália e Colômbia. Junto com o Brasil, Colômbia, Argentina e Tunísia perfazem um grupo de países cujas notas ainda estão bem baixas, mas aumentam em um ritmo acelerado. Na América Latina, no entanto, ainda estamos bem atrás do México e, principalmente, do Chile, cuja nota supera a nossa em 38 pontos.

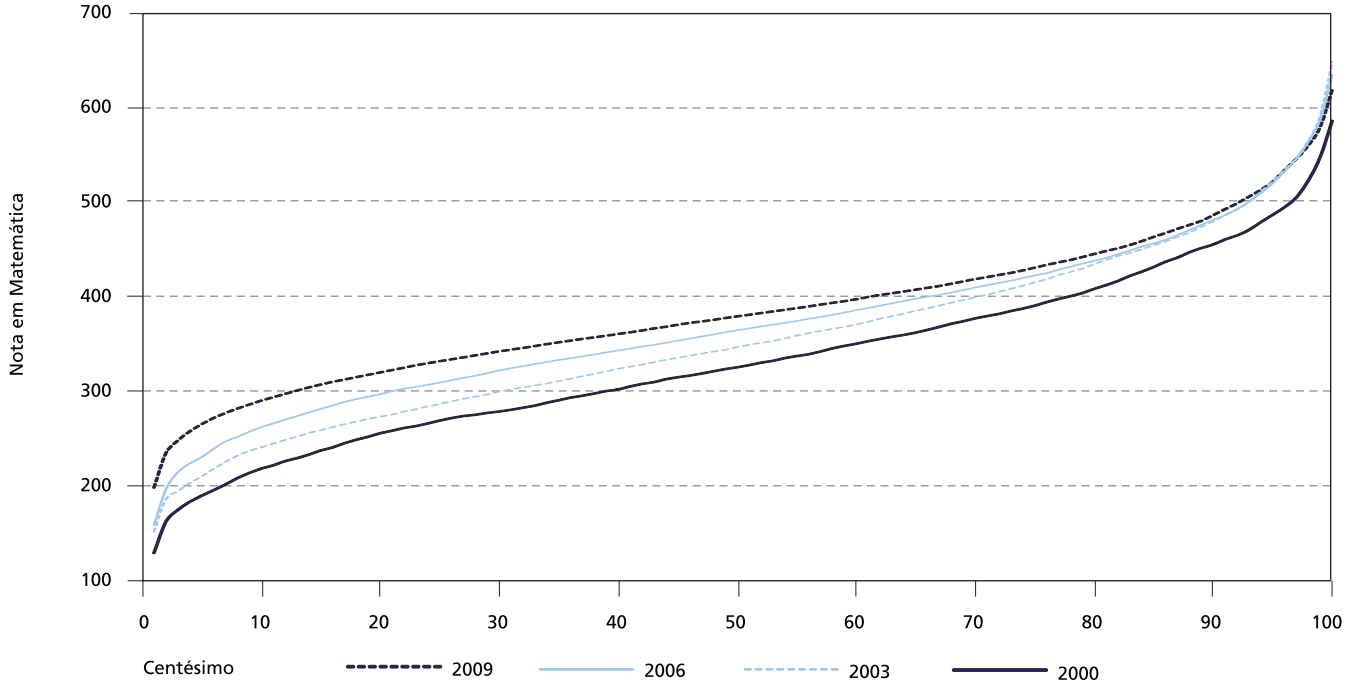
Um panorama das razões do bom desempenho brasileiro foi exposta na primeira parte deste ensaio. Apresenta-se a seguir outra, não incompatível.

4 AVANÇO SIGNIFICATIVO DOS ESTRATOS SOCIOECONÔMICOS MAIS BAIXOS

O gráfico 4 mostra a distribuição acumulada das notas do Pisa em matemática para 2000, 2003, 2006 e 2009 para o Brasil. O gráfico é simples de ler. No eixo horizontal encontra-se a população que participou da prova, ordenada do pior para melhor desempenho e agrupada em centésimos. No eixo vertical, a nota média de cada centésimo. Verifica-se ali uma melhoria inequívoca na distribuição das notas: a curva que representa cada aplicação situa-se mais acima que a aplicação anterior.

GRÁFICO 4

Distribuição acumulada das notas Pisa em matemática (Brasil)



Fonte: Pisa/OCDE.
Elaboração dos autores.

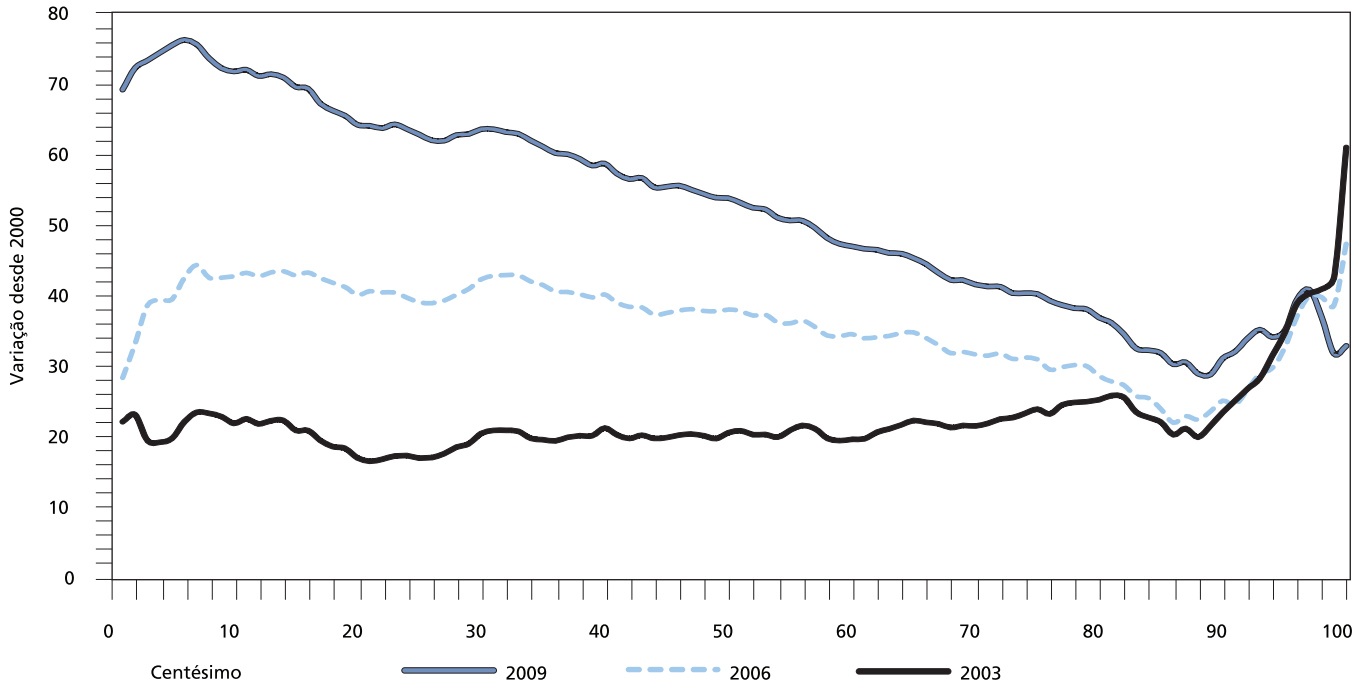
Também é visível que, salvo de 2000 para 2003, a nota dos alunos e alunas na cauda inferior da distribuição (os centésimos à esquerda no gráfico) cresceu mais que aqueles na cauda superior (os centésimos à direita).

Outra forma de observar o fenômeno é selecionar um ano base e verificar a diferença no desempenho, centésimo a centésimo, entre o ano base e cada ano sucessivo – conforme disposto no gráfico 5.

GRÁFICO 5

Distribuição das notas Pisa em matemática (Brasil)

(Ano base: 2000)



Fonte: Pisa/OCDE.
Elaboração dos autores.

Entre 2000 e 2003, os noventa centésimos inferiores ganharam em torno de 20 pontos, mas os dez superiores ganharam até 50 pontos, ou seja, muito mais. Felizmente esta tendência em direção à desigualdade cognitiva foi revertida já em 2006. A curva pontilhada mostra que os centésimos inferiores passam a contar com melhorias de desempenho mais fortes. A tendência é mantida em 2009: a curva respectiva mostra que enquanto o décimo inferior ganhou 70 pontos (desde 2000), os dois décimos superiores ganharam em torno de 30.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tendências apresentadas neste ensaio sugerem que, ao longo da década de 2000, a população brasileira na faixa dos 15 aos 16 anos tem avançado substancialmente no desenvolvimento de competências e habilidades em leitura, matemática e ciências. Este fato ganha mais relevância, para o escopo desta edição do *Radar*, ao se recordar que estas três disciplinas são comumente vistas como um tripé fundamental ao desenvolvimento de outras competências e habilidades indispensáveis nas etapas futuras de formação desses jovens e em sua atuação no mercado de trabalho.

No entanto, a evolução positiva do Brasil no Pisa ainda não foi suficiente para promover saltos significativos na posição frente a outros países. De um modo geral, a formação básica de nossos jovens prossegue de baixa qualidade. Isto dificulta, inclusive, a chegada na porta da universidade de um contingente expressivo de jovens capazes de concluir a contento um curso superior e de ocupar, posteriormente, postos de trabalho demandantes de competências e habilidades cada vez mais complexas e mutáveis. Nosso desempenho médio segue bem inferior ao da maioria dos países.

Mesmo assim, e ainda que pouco captada pelos *rankings* que costumam ser elaborados a partir de avaliações de larga escala desse tipo, a melhora reportada tem se mostrado consistente e intensa. Nossa distância de outros países tem encurtado. Mais animadora ainda é a constatação de que parcela cada vez maior do avanço brasileiro pode ser atribuída, desde a segunda edição do Pisa, aos estudantes e às estudantes situados (as) na camada inferior da distribuição das notas – uma sinalização de que nosso sistema educacional vem paulatinamente reduzindo suas históricas desigualdades. Registre-se, ademais, que tem sido este o caso mesmo diante da tendência crescente de adoção de regimes de ciclos e de progressão automática nos sistemas de ensino nacionais no mesmo período. Isto pode ser um indicativo, ao cabo, de que reter estudantes em diferentes etapas do percurso escolar revele mais um atraso e despreparo da própria instituição escolar do que do (a) aluno (a).

REFERÊNCIAS

DALBEN, A. I. L. F. Os ciclos de formação como alternativa para a inclusão escolar. **Revista Brasileira de Educação,** vol. 14, n. 40, jan./abr. 2009.

FETZNER, A. R. (Org.). **Ciclos em revista**. Rio de Janeiro: Wak, vol. 1-4, 2007-2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Populacional 2000**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD).** IBGE, 2003/2006/2009.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Sinopse Estatística da Educação Básica – 2001 e 2009**. Disponíveis em: <http://www.inep.gov.br>. Acesso em: 20 jan. 2011.

MENEZES-FILHO, N.; VASCONCELLOS, L.; WERLANG, S. R. C.; BIONDI, R. L. **Avaliando o impacto da progressão continuada nas taxas de rendimento e desempenho escolar do Brasil.** Rio de Janeiro: 13º Encontro Anual LACEA, 20-22 nov. 2008.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **Portal *OECD Programme for International Student Assessment (PISA)***. Disponível em: <http://www.pisa.oecd.org>. Acesso em: 20 jan. 2011.

_____. **PISA 2006 technical report**. Paris: OECD, 2006. Disponível em: <http://www.pisa.oecd.org>. Acesso em: 20 jan. 2011.

_____. **PISA 2003 technical report**. Paris: OECD, 2003. Disponível em: <http://www.pisa.oecd.org>. Acesso em: 20 jan. 2011.

_____. **PISA 2000 technical report**. Paris: OECD, 2000. Disponível em: <http://www.pisa.oecd.org>. Acesso em: 20 jan. 2011.

SOUSA, S. Z. Ciclos: inclusão escolar? *In:* FETZNER, A. R. (Org.). **Ciclos em revista.** Rio de Janeiro: Wak, vol. 4, p. 213-232, 2008.

Contexto e dimensionamento da formação de pessoal técnico-científico e de engenheiros*

Divonzir Arthur Gusso**
Paulo A. Meyer M. Nascimento****

1 INTRODUÇÃO

O debate a respeito do grau de suficiência ou da real ocorrência de escassez de profissionais qualificados neste ciclo de crescimento acelerado da economia brasileira tem um de seus lastros na questão da formação destes recursos humanos. Alguns acreditam que, de imediato, seria preciso aumentar significativamente a capacidade de formação, especialmente na educação superior, e que isto daria resultados ainda nos prazos que as pressões do mercado de trabalho estariam impondo. Porém, não se pode subestimar o fato de que a formação deve ocorrer num entorno institucional e pedagógico estimulante – especialmente em áreas como a das engenharias, que exigem forte interação da formação técnico-profissional com a produção e disseminação de ciência e tecnologia. Daí ser pertinente olhar com cuidado o cenário em que os processos formativos estão acontecendo.

Encontra-se uma dificuldade de partida a que se poderia aludir com a expressão "nome da rosa". Imagina-se saber do que se trata alguma coisa quando se lhe emprega um nome. É assim quando se observa que um jovem se encontra num estágio de educação subsequente à formação básica: diz-se, coloquialmente, que "está na universidade".

No entanto, pode suceder que esteja frequentando um curso de graduação numa instituição que não necessariamente mereça o nome de "universidade". Nesse caso, o vocábulo estará sendo usado inapropriadamente, obscurecendo, ao cabo, o significado da situação mencionada e as diferenças essenciais entre os vários tipos de instituições que proporcionam estudos em nível posterior ao do ensino secundário.

Acontece que a legislação brasileira, ao consagrar critérios formalistas e acomodar conveniências políticas, põe ênfase em características acessórias das variadas instituições de ensino superior (IES) – uma delas as da "autonomia acadêmica", no sentido de liberdade de criar cursos e vagas e, outra, a de cumprir (ou não) em alguma medida o princípio de indissociabilidade de ensino e pesquisa. Assim, obscurece funções e competências institucionais que têm a ver com o nível de complexidade da formação educativa, com os seus padrões de qualidade, de inserção nos sistemas de produção e disseminação de ciência e tecnologia e – não menos importante – com as oportunidades de inserção dos seus concluintes na sociedade e nos mercados de trabalho.

Para muitos estas diferenciações não são bem percebidas. Predomina outra mais genérica, a de que algumas são universidades públicas e gratuitas para o aluno e outras mais acessíveis, porém onerosas. Aquelas se tornam, para a maioria, aspiração inalcançável, e deixam margem para acomodação a outros tipos de oportunidades de ensino pós-secundário, mesmo quando se sabe que levam a oportunidades sociais e profissionais também distintas.

No entanto, quando o olhar assenta noutra perspectiva, como a de compreender se e como as necessidades de recursos humanos no sistema produtivo poderão ser atendidas, as diferenças passam a ter muito maior relevância. Aqui se pretende levantar as informações necessárias para melhor conduzir este olhar, tal como se faz nos demais textos desta publicação. Nas duas seções seguintes, intenta-se sumarizar uma visão panorâmica das dimensões e da evolução recente das estruturas de educação superior e como elas contribuem para a criação dos quadros técnico-científicos de que o país necessita. Na quarta seção, dá-se maior relevo à formação do contingente de graduados na área das engenharias, para, em seguida, abordar-se, na medida dos dados mais

* Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), por lhes tornar disponíveis os dados referentes ao Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade), como também aos colegas do Ipea pelos pertinentes comentários feitos durante seminário interno de discussão dos textos que integram esta edição do Radar. Os erros e omissões porventura remanescentes são de responsabilidade exclusiva dos autores.

** Diretor Adjunto da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

*** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diset/Ipea.

imediatamente disponíveis, uma das dimensões da problemática da qualidade da graduação nesta área. Toma-se por base, especificamente, a aferição realizada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), por meio do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade).

2 FATOS ESTILIZADOS SOBRE O ENSINO SUPERIOR BRASILEIRO

Malgrado o formalismo das denominações, sempre será possível, com os devidos cuidados, olhar o ensino superior brasileiro segundo os tipos de instituições que o oferecem. No marco legal presente, elas são as universidades, os centros universitários, as faculdades e, mais recentemente destacados, os institutos tecnológicos.

Ao final dos anos 1960 idealizou-se que as universidades seriam o modelo nuclear de instituição no sistema brasileiro, e se fez um esforço para que as federais e as do sistema paulista de universidades concretizassem este propósito. Nem todas, apesar do nome, se desenvolveram como o idealizado; a formação pós-graduada e a indissociabilidade ensino-pesquisa nem sempre predominaram. Num certo momento, vários conglomerados de escolas superiores pleitearam e obtiveram o título e as prerrogativas de universidades, apresentando-se como *research universities*, a despeito de se concentrarem, em verdade, na mera formação profissional e de demonstrarem raro ativismo em pesquisa científica e tecnológica. Inúmeras outras entidades conformaram-se em não exibir aquela denominação, optando por serem designadas como *centros universitários* e *faculdades*.

De todo modo, segundo a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) de 1996, universidades seriam aquelas "instituições pluridisciplinares de formação dos quadros profissionais de nível superior, de pesquisa, de extensão e de domínio e cultivo do saber humano", às quais se atribuiria o escopo de realizar "produção intelectual institucionalizada", e que precisariam dispor de pelo menos um terço de seus quadros docentes titulados em pós-graduação *stricto sensu* e com dedicação em tempo integral. A partir daí, instituições com estruturas e funções bem variadas adquiriram tal denominação.

Há alguns anos, o diretor do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA/USP) enfrentou este desafio de conceituação com uma base empírica concreta, de que resultou uma classificação mais apropriada (quadro 1). Funda-se na constatação das funções que tais instituições desempenham no sistema, traduzidas nas oportunidades de formação que proporcionam e no ativismo na pesquisa. Nela, o estrato 1 corresponde mais acuradamente ao que americanos e europeus denominam *research university*.[1]

QUADRO 1
Diferenciação de instituições de ensino superior segundo concentração em pesquisa e oferta de pós-graduação

Estrato 1: universidades de pesquisa e doutorado – oferecem, tipicamente, uma ampla gama de programas de bacharelado, e estão comprometidas com o ensino de pós-graduação (até o doutorado). Estas IES se dividem nas subclasses a seguir. 1.1 Universidades de pesquisa e doutorado diversificadas (DrDiv), que oferecem, pelo menos, 25 programas de doutorado em, no mínimo, seis grandes áreas do conhecimento, e formaram ao menos 150 doutores/ano no período considerado. 1.2 Universidades de pesquisa e doutorado intermediárias (DrInt), que oferecem, pelo menos, dez programas de doutorado em, no mínimo, duas grandes áreas do conhecimento, e formaram ao menos 50 doutores/ano no período considerado. 1.3 Universidades de pesquisa e doutorado restritas (DrRes), que formaram, pelo menos, dez doutores/ano em, no mínimo, três programas, ou formaram pelo menos 20 doutores/ano no total. 1.4 Instituições de pesquisa e de doutorado especializadas (DrEsp), as quais oferecem programas de doutorado, mas concedem diplomas de graduação em uma única área do conhecimento, ou não ofertam graduação e formaram, pelo menos, 20 doutores/ano no período considerado.
Estrato 2: universidades de mestrado – oferecem, tipicamente, uma vasta gama de programas de bacharelado, e estão comprometidas com o ensino de pós-graduação até o mestrado.
Estrato 3: instituições de graduação – oferecem ensino de graduação.

Fonte: Elaboração dos autores, a partir de dados obtidos em Steiner (2005).
Obs.: Versão expandida deste quadro pode ser encontrada em Gusso (2008).

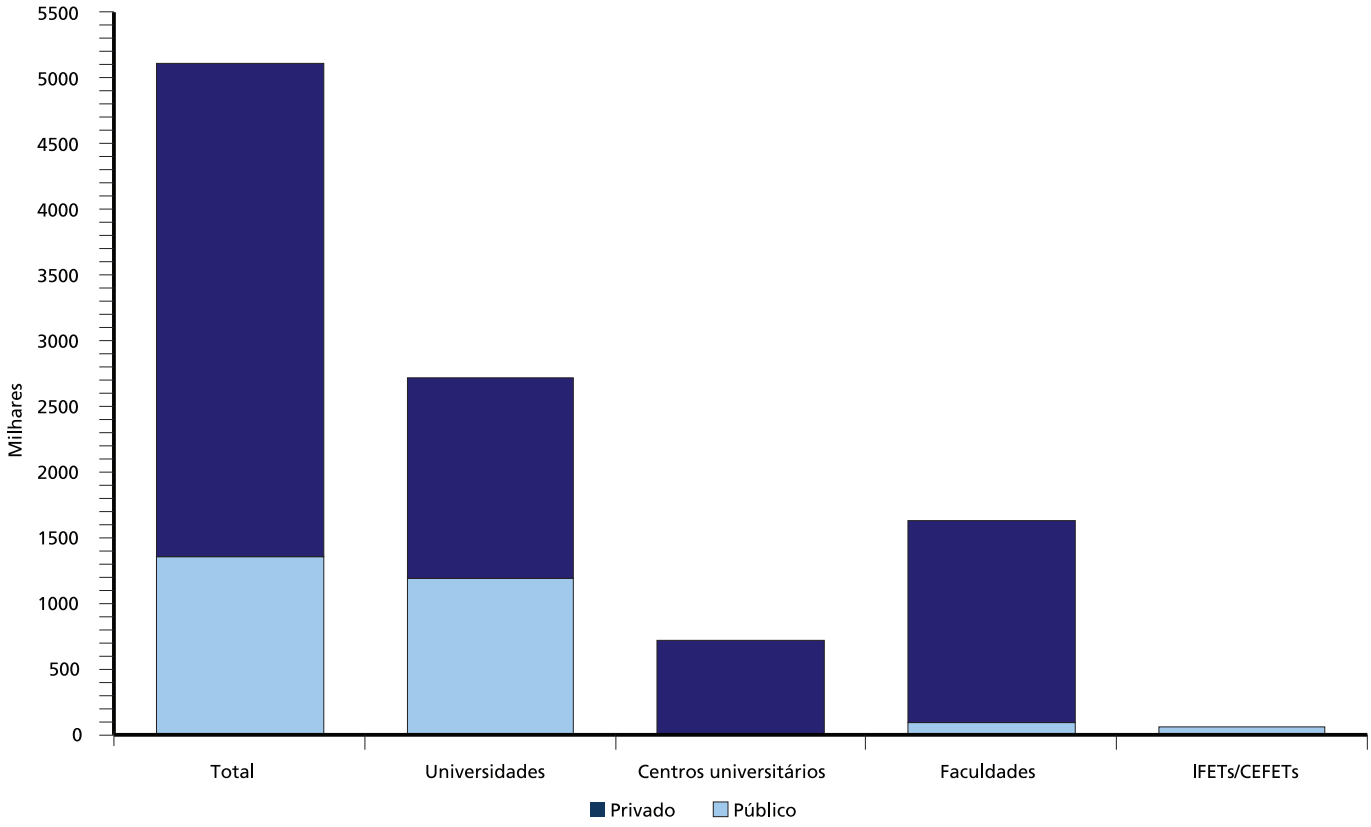
1. Ver, como referências, a classificação mantida pela Fundação Carnegie (disponível em: <http://classifications.carnegiefoundation.org/>), e as propostas da LERU – League of European Research Universities, (disponível em: <http://www.leru.org/index.php/public/home/>).

Há poucas diferenças substanciais entre uma parte destas universidades e os centros universitários. O decreto nº 5.786/2006[2] abrigou parte das entidades que optaram por não adotar a denominação de universidades; elas também são "instituições de ensino superior pluricurriculares". Porém, desde logo – nesta definição legal – se reconhece que elas se "caracterizam pela excelência do ensino oferecido, pela qualificação do seu corpo docente e pelas condições de trabalho acadêmico oferecidas à comunidade". Tomam o nome de centros universitários e se lhes exige dedicação integral para apenas um quinto de seus quadros docentes, mantido o patamar de um terço para a titulação pós-graduada stricto sensu. Em outros termos, também são agrupamentos de escolas profissionais superiores não necessariamente comprometidas com o binômio ensino-pesquisa e possuem padrões de qualidade também muito variados.[3]

Isto posto, conforme referido anteriormente, o sistema seria formado, de acordo com dados de 2009,[4] por duas centenas de universidades, 127 centros universitários e 2 mil faculdades e institutos de educação tecnológica. O importante a verificar é, de um lado, como seus quase 6 milhões de alunos se distribuem entre os diferentes tipos de IES – e, pois, entre diferentes classes de oportunidades educativas; e, de outro lado, o contingente de graduados que sai de cada um deles. Isto é apresentado nos gráficos 1 e 2.

GRÁFICO 1

Distribuição das matrículas de graduação por tipo de instituição (2009)



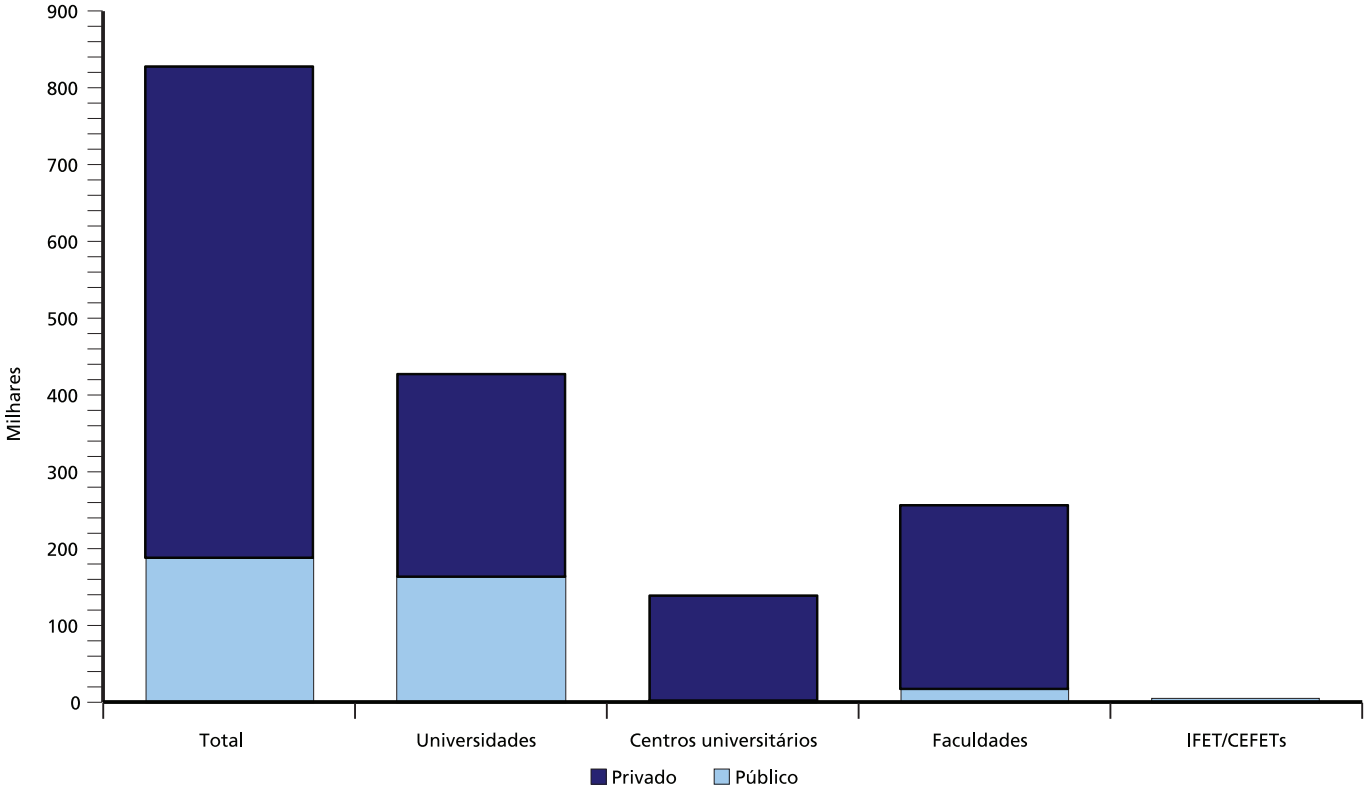
Fonte: INEP, *Censo da Educação Superior 2009*.

2. Dispõe sobre os centros universitários.

3. Como, aliás, evidenciam as avaliações promovidas pelo INEP.

4. Extraídos do *Censo da Educação Superior.*

GRÁFICO 2
Distribuição dos concluintes de graduação por tipo de instituição (2009)



Fonte: INEP, *Censo da Educação Superior 2009*.

Pouco mais de metade dos alunos se encontra nas universidades; e menos de um quarto deles em universidades públicas. Somados, os alunos em universidades, centros universitários e faculdades privadas constituem um contingente de 3,7 milhões, 73,5%, ou quase três quartos, do total. Vale dizer que ainda há uma parcela pequena em instituições com melhores padrões de oferta e desempenho acadêmico, a que realmente se pode aplicar o qualificativo de "superior". Uma proporção muito elevada é atendida no que – como se faz na Europa – se chamaria de educação terciária ou pós-secundária.

Ao se observar esta distribuição, convém ter em conta aquelas diferenças essenciais entre os tipos de instituições antes referidas, que não se expressam nas suas denominações.

As avaliações de estrutura e desempenho – como a que o INEP aplica às instituições, atribuindo-lhe, ao cabo, um Índice Geral de Cursos (IGC)[5] – mostra que as universidades alcançam um IGC médio de 3,11 (ou 62% do "ideal", o conceito máximo, que é igual a 5). Entre elas, as federais vão a 3,92 (78%), as estaduais a 3,17(63%) e as privadas a 2,97(59% do "ideal"). Em contraste, os centros universitários se equiparam às universidades privadas (exibem IGC de 2,97), enquanto as faculdades caem para 2,57 (51%). Ressalte-se que apenas 2,3% dos estudantes se encontram nas nove universidades federais que alcançaram conceito 5.

A "saída" do sistema é simétrica a este dimensionamento. São quase 830 mil pessoas ao ano obtendo diplomas de grau superior. *Grosso modo*, o setor privado provê 77% dos graduados, enquanto tem apenas 73% do alunado; tende, pois, a apresentar um "fluxo de saída" algo superior ao do setor público, apesar dos seus baixos indicadores de desempenho.

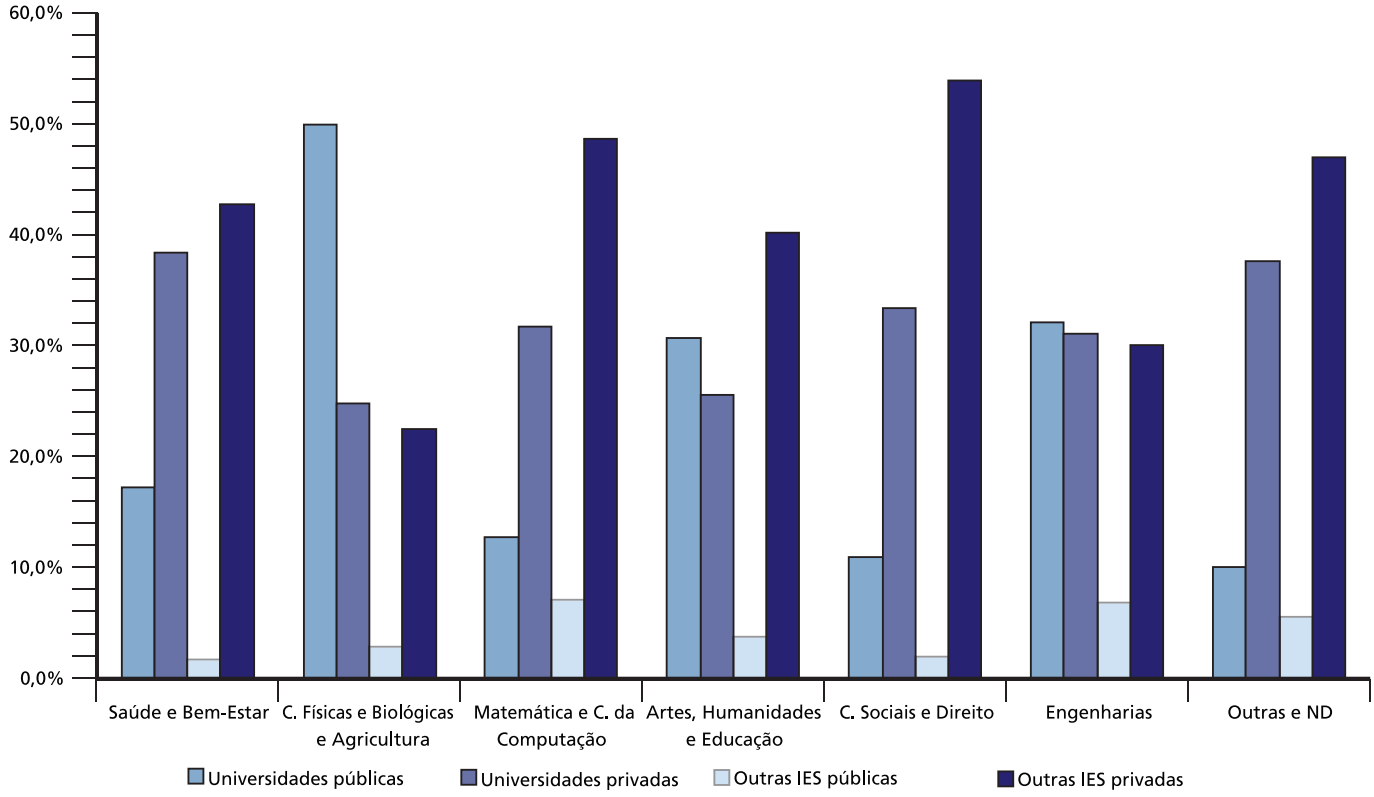
5. Para uma explanação mais completa do significado dos muitos indicadores atualmente disponíveis para medir desempenho dos cursos e das instituições de ensino superior no Brasil, ver Verhine (2010).

3 FORMAÇÃO DE PESSOAL TÉCNICO-CIENTÍFICO NO BRASIL

Uma questão daí decorrente seria a de se saber em quais áreas de conhecimento estes alunos estão sendo formados, e quais proporções das conclusões de curso correspondem às diferentes destinações profissionais, em especial as de caráter técnico-científico. Pois é daí que provêm os que seguirão para o setor produtivo ou os que ainda continuarão seus estudos em nível de pós-graduação, a qual atende à produção e disseminação de pesquisa e desenvolvimento.

De modo geral (ver gráfico 3), as universidades públicas e os institutos tecnológicos federais e estaduais detêm maior proporção de conclusões de curso nas áreas de ciências físicas, biológicas e de agricultura. Historicamente também concentrada nestas instituições, a formação nas engenharias e em muitas das áreas de exatas já é mais concentrada no setor privado do que no setor público. Centros universitários e faculdades concentram a oferta de formação de educadores, bem como a de formação nas ciências sociais aplicadas e em humanidades.

GRÁFICO 3
Perfil de saída das graduações por área (2009)



Fonte: INEP – *Censo da Educação Superior 2009*.
Elaboração dos autores.

O fato é que grande parte das conclusões de cursos de graduação ocorrem nessas últimas áreas, sendo ainda minoritárias as conclusões nas chamadas áreas de *hard science* (exatas, biológicas, computação e engenharias), como se vê nas comparações internacionais exibidas na tabela 1.

TABELA 1
Educação superior: perfil das conclusões de curso, por área do conhecimento – regiões e países selecionados (2008)
(Em %)

Áreas de Conhecimento	OCDE (média)	Canadá	Chile	Coreia do Sul	México	Espanha	Turquia	EU19 (média)	Brasil
Saúde e Bem-Estar	17,6	22,4	14,4	21,0	4,3	14,1	4,8	18,9	2,2
C. Físicas e Biológicas	3,3	3,5	2,9	1,0	1,8	0,6	10,1	3,4	1,8
Matemática e C. da Computação	4,3	4,4	9,3	3,6	17,6	7,2	6,7	2,5	13,4
Artes, Humanidades e Educação	21,4	10,6	11,4	21,5	1,9	17,2	5,4	22,8	3,9
C. Sociais e Direito	37,0	40,1	44,1	25,1	39,1	38,7	51,8	34,5	69,4
Engenharias	**12,2**	**16,0**	**18,0**	**27,8**	**35,2**	**21,9**	**21,2**	**10,8**	**9,3**
Outras e não declaradas	1,2	3,0	nd*	nd*	nd*	nd*	nd*	1,4	nd*
	97,1	100,0	100,0	100,0	100,0	99,6	100,0	94,4	100,0

Fonte: OCDE (2010).
* Não disponível

Quanto à formação avançada, especialmente na pós-graduação *stricto sensu*, não se podem fazer queixas significativas. É quase como se os alicerces estivessem frágeis, mas a casa ostentasse um belo e sólido telhado.

Tem sido bem destacada a capacidade de produção do sistema brasileiro de pós-graduação, cujo indicador básico – o de titulação anual de doutores – ultrapassa já a cifra dos 10 mil.[6] O seu volume de atendimento alcança 85 mil estudantes no nível de mestrado e cerca de 50 mil no doutorado; além disso, os recém-instaurados mestrados profissionais atendem a mais de 8 mil estudantes a cada ano. Releva notar, ainda, o perfil das titulações por áreas de conhecimento, em que se destacam as de saúde e ciências agrárias – esta sempre associada à magnitude do sistema Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) –, e há uma boa expressão em engenharias e ciências da computação.

Contudo, é consenso que há muito ainda a avançar no campo da formação profissional especializada posterior à graduação, e este é um ponto crítico especialmente na transição de engenheiros do mundo acadêmico para o da produção. É um sintoma o fato de não haver sido implantado ainda um sistema que permita registrar correntemente suas dimensões e características, embora se saiba que as próprias instituições de ensino superior, e mais salientemente o sistema Senai (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial), vêm atuando crescentemente nesta área.

4 FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS NO BRASIL

Em 2009, foram oferecidas, em todas as instituições, 3,2 milhões de vagas em cursos de graduação, às quais concorreram 6,2 milhões de candidatos. Por áreas, a de ciências sociais foi a que recebeu mais candidatos – 2,3 milhões – para seu 1,3 milhão de vagas. Seguiu-se-lhe a área de saúde. A área de engenharias foi a quarta em tamanho das candidaturas (777 mil), mas ofereceu o quinto maior volume de vagas. A tabela 2 permite comparar os graus de competição pelas vagas em cada área.

6. A esse respeito e para uma análise demográfica da base técnico-científica brasileira, ver CGEE (2010).

TABELA 2
Ensino de graduação – indicadores de demanda, por grandes áreas de formação (2009)

Grandes Áreas	Candidatos por vaga	Ingressos por vaga	Ingressos por candidatos
Total	**1,85**	**0,50**	**0,27**
Educação	1,36	0,45	0,33
Humanidades e Artes	1,66	0,45	0,27
Ciências Sociais, Negócios e Direito	1,70	0,53	0,31
Direito	2,47	0,63	0,26
Economia	2,26	0,50	0,22
Gerenciamento e Administração	1,51	0,54	0,36
Ciências, Matemática e Computação	1,80	0,49	0,27
Engenharia, Produção e Construção	**2,38**	**0,58**	**0,24**
Agricultura e Veterinária	3,00	0,64	0,21
Saúde e Bem-Estar Social	2,62	0,51	0,19
Serviços	1,33	0,37	0,28

Fonte: INEP – Censo da Educação Superior 2009.
Elaboração dos autores.

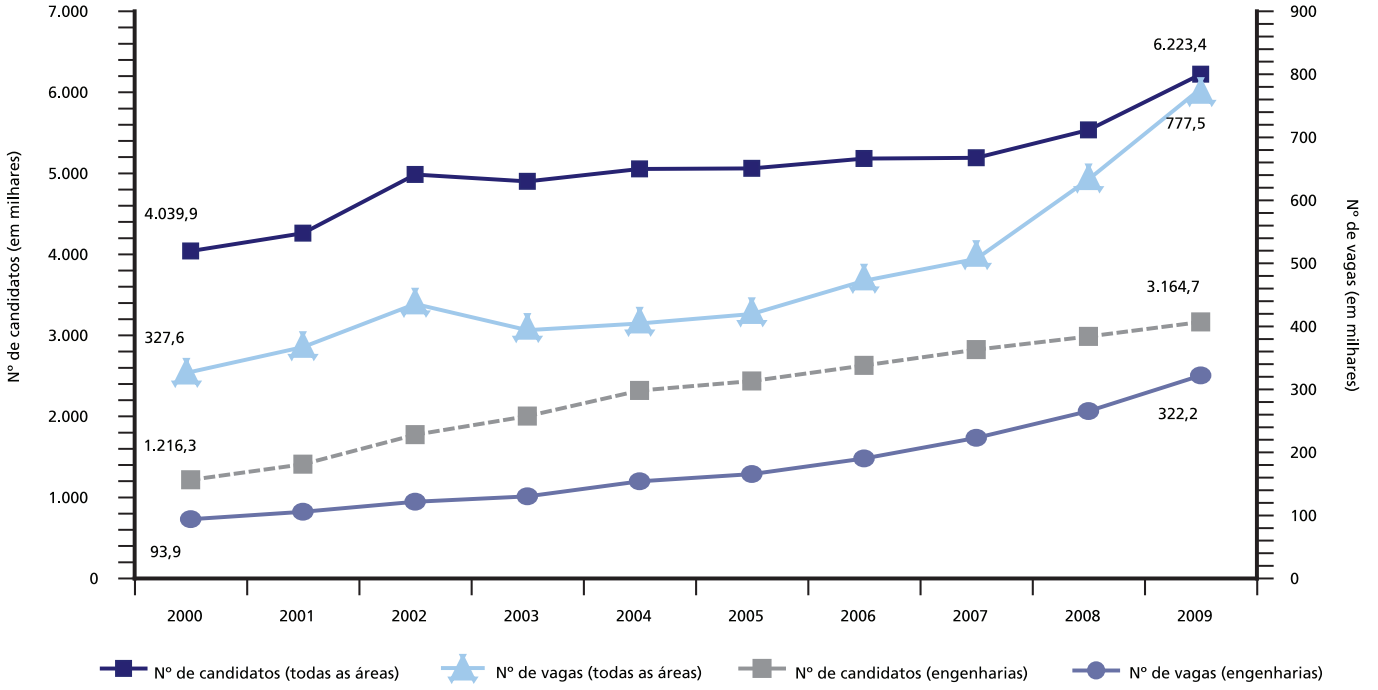
Um segundo indicador importante, também reportado na tabela 2, é o que reflete o grau de dificuldade para entrar nos cursos de graduação: o da relação entre os ingressantes (aprovados nos vestibulares) e a quantidade de concorrentes. Nas engenharias, pouco menos de um quarto dos candidatos logra ocupar uma das vagas oferecidas. E é ainda mais difícil quando se trata de universidades, embora nesta área seja maior a oferta neste tipo de instituição. Por isso, em geral, apenas metade das vagas são efetivamente ocupadas pelos aprovados nos vestibulares.

É preciso registrar um duplo fenômeno nesse aspecto. De uma parte, o indicador de procura – candidatos por vaga – pode ser limitado exatamente pela baixa expectativa de o candidato ser aprovado, principalmente nos cursos oferecidos por universidades mais prestigiadas. Em seus vestibulares, são requeridas notas mais altas, especialmente em matemática e física, e estas matérias são justamente as que os alunos menos dominam ao final do ensino médio. Desse modo, candidatos procedentes de escolas com menores níveis de proficiência por vezes nem se arriscam a disputar vagas em engenharia, para não perderem tempo, preferindo deslocar-se para outras áreas e cursos. Além disso, os cursos de engenharia tendem a exigir mais tempo para estudo, notadamente nas etapas iniciais, o que contribui para afastar candidatos que precisam estudar e trabalhar e/ou que só conseguiriam ingressar em escolas menos seletivas, porém pagas.

Todavia, é animador observar que, nos anos mais recentes, não só a procura por cursos de engenharia, como também sua oferta, vêm quebrando tendências passadas e mostrando certa aceleração. Isto se percebe tanto nos indicadores de candidatos por vaga (tabela 2) quanto no aumento das candidaturas e das vagas (gráfico 4).

GRÁFICO 4

Número de candidatos nos vestibulares e vagas disponíveis – todas as áreas e engenharias (2000-2009)

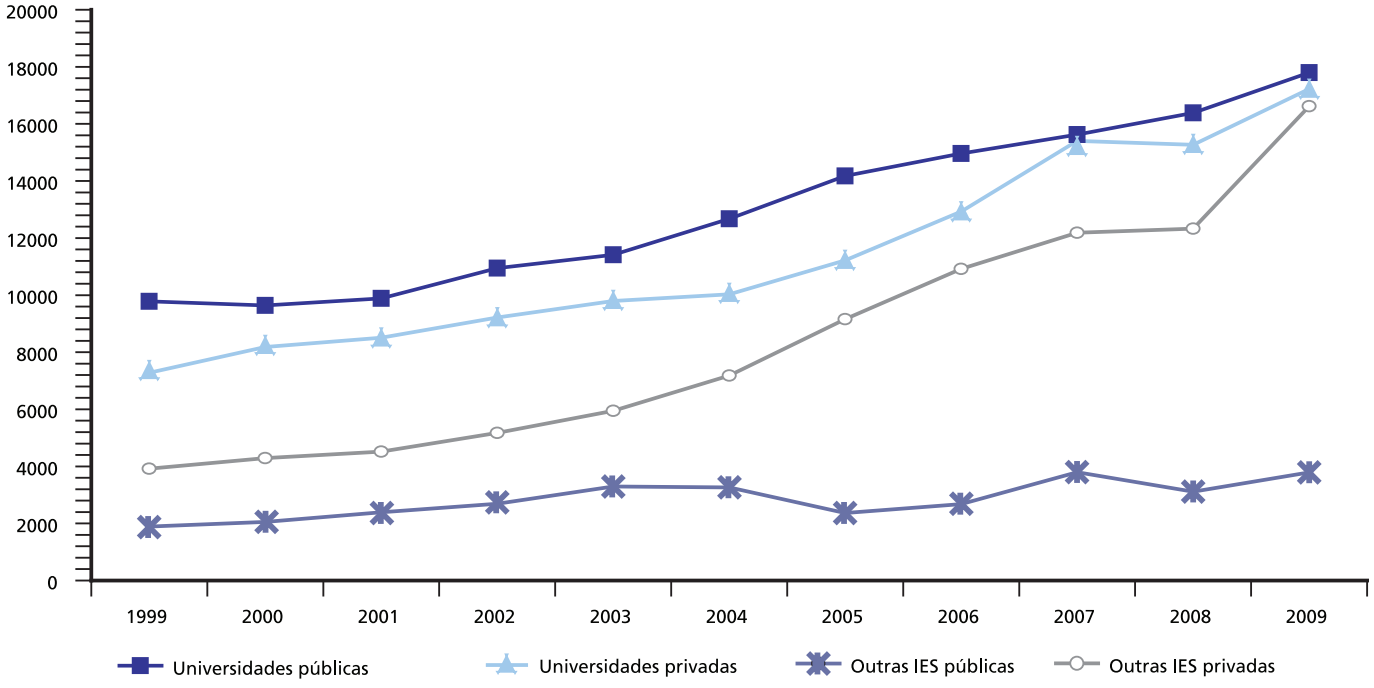


Fonte: INEP, Censos da Educação Superior de 2000 a 2009.

Deve-se observar, ademais, que os cursos de engenharia são conhecidos por seus elevados índices de evasão. Num cálculo aproximativo, um quinto de uma geração de ingressantes conclui um curso em dez semestres – se focalizadas apenas as universidades públicas, a proporção é um pouco menor. Nas engenharias, esta proporção cai para 15% da coorte inicial, tanto nas universidades como nos demais tipos de instituição. Sem embargo, em termos absolutos o número de concluintes dos cursos de engenharia tem se elevado significativamente nos últimos anos (gráfico 5).

GRÁFICO 5

Evolução das conclusões de graduação em engenharias, segundo o tipo de instituição (1999-2009)



Fonte: INEP, *Censos da Educação Superior de 1999 a 2009.*

Em resumo, é possível afirmar que o Brasil não está mal servido em suas estruturas de formação de engenheiros. Certamente as dimensões destas estruturas parecem insuficientes para o porte da economia nacional, quando comparadas com países que as vêm desenvolvendo desde o século XIX ou que, como a Coreia do Sul, realizaram um esforço ímpar de modernização produtiva nos anos recentes. Entretanto, não se pode desconhecer que seus limitantes se originam, principalmente, da consabida precariedade qualitativa da educação básica. Mesmo se for possível materialmente implantar novas unidades formadoras de boa qualidade – do nível daquelas que, como se verá na seção 5, têm sido responsáveis pela formação de parcela minoritária dos engenheiros que ingressaram no mercado de trabalho nos últimos anos –, não se encontrará facilmente quem possa ter acesso a elas e alcançar bom desempenho ao frequentá-las.

5 A QUALIDADE DOS ENGENHEIROS FORMADOS

Outro aspecto importante a considerar é o da proficiência acadêmica dos cursos que formam os engenheiros brasileiros. Sem adotar uma postura pessimista, preocupa constatar que a maioria dos concluintes dos cursos da área de engenharias – avaliados pelo Enade, seja em 2005 seja em 2008 – obtiveram seu diploma em instituições tidas como de baixo desempenho.

Entre os dois anos de avaliação dos cursos, o percentual de egressos oriundos dessas instituições oscilou de 41,0% para 42,3%. Apesar de este dado indicar uma qualidade sofrível na formação de engenheiros no Brasil, o lado alentador da história é que a taxa de conclusões em instituições de alto desempenho nas engenharias cresceu 2 pontos percentuais entre 2005 e 2008 – e isto sobre uma base também maior. De todo modo, como se vê na tabela 3, menos de 30% do fluxo de novos engenheiros sai destas instituições.

TABELA 3
Concluintes de engenharia – distribuição por tipo de instituição e nível de desempenho dos cursos (2005 e 2008)
(Em %)

Nível de desempenho do curso	Total geral		Universidades públicas		Universidades privadas		Outras IES públicas		Outras IES privadas	
	Enade 2005	Enade 2008	Enade 2005	Enade 2008	Enade 2005	Enade 2008	Enade 2005	Enade 2008	Enade 2005	Enade 2008
Baixo desempenho (conceitos 1 ou 2)	41,0	42,3	16,3	20,9	59,1	54,0	34,9	41,0	62,6	65,1%
Desempenho mediano (conceito 3)	32,8	29,6	30,6	29,7	38,7	35,5	15,3	29,4	31,3	22,8%
Alto desempenho (conceitos 4 ou 5)	26,1	28,1	53,1	49,4	2,2	10,6	49,8	29,6	6,1	12,1%

Fonte: INEP, Enade 2005 e 2008.
Elaboração dos autores.
Obs.: Os concluintes de cursos sem conceito foram redistribuídos entre os conceitos de 1 a 5, ou seja, na mesma proporção verificada para a distribuição dos concluintes dos cursos com conceito.

As universidades públicas constituem a maioria esmagadora do grupo que oferece cursos de alto desempenho. A tabela 4 mostra, por um lado, que assim foi tanto em 2005 quanto em 2008. Por outro, porém, revela um dado interessante: os cursos oferecidos por instituições privadas de ensino superior aumentaram significativamente sua participação na formação de engenheiros de alto desempenho no Enade. É possível que este dado esteja a refletir uma adaptação de tais IES às exigências da avaliação oficial, mas, mesmo se isto for verdade, não tira o mérito de ter havido melhoria relativa deste tipo de instituição na formação de engenheiros mais qualificados.

TABELA 4
Concluintes de cursos de engenharia com alto desempenho (conceitos Enade 4 ou 5), por tipo de instituição – 2005 e 2008
(Em %)

Tipo de instituição	Enade 2005	Enade 2008
Universidades públicas	85,3	73,7
Universidades privadas	2,7	10,9
Outras IES públicas	6,7	4,8
Outras IES privadas	5,2	10,7

Fonte: INEP, Enade 2005 e 2008.
Elaboração dos autores.

Esses indicadores sugerem que se faz necessário aprofundar o estudo das características dos cursos de engenharias que figuram sistematicamente no estrato denominado de alto desempenho – e que poderão ser um guia mais seguro das políticas de incentivo à expansão e melhoria das formações nesta área. Afinal, conforme o quarto[7] e o quinto[8] ensaios desta edição do boletim *Radar*, não é meramente a quantidade de oferta de diplomados em engenharia o determinante dos chamados gargalos de mão de obra no Brasil nos próximos anos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sempre se tem a pretensão de que, com alguns indicadores bem selecionados, se possa dar uma visão compreensiva e a mais simples e aclaradora possível de realidades que soem ser bastante complexas. É o caso aqui, quando é necessário mobilizar um sistema de educação superior do porte de que dispomos hoje, para dar conta das demandas emergentes – e, diga-se, não tão bem dimensionadas – que se expressam no debate cotidiano sob termos como "escassez", "apagão" e semelhantes.

Os recortes aqui apresentados apontam, não casualmente, para um dos espaços preferenciais na busca de alternativas para uma boa calibragem de oferta e demanda de graduados em engenharias no médio prazo: as universidades públicas de melhor desempenho. E, na sua esteira, para os institutos tecnológicos federais e estaduais, que despontam como outro dos segmentos de educação de qualidade (SANTIAGO *et al.*, 2008).

Este cenário básico geral – que se cinge às graduações – precisa ser complementado, oportunamente, por dois outros: o de estruturas que confiram maior eficácia à difícil transição do mundo escolar ou acadêmico para o mundo do trabalho; e o da formação de agentes de inovação que conectem a produção de conhecimento com o avanço das capacidades tecnológicas e competitivas do sistema produtivo.

REFERÊNCIAS

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). **Doutores 2010:** estudos da demografia da base técnico-científica brasileira. Brasília: CGEE, 2010.

GUSSO, D. A formação de agentes de inovação no Brasil: oportunidades e riscos em políticas públicas. *In:* DENEGRI, J. A.; KUBOTA, L. C. (Org.). **Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), cap. 13, 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censos da Educação Superior de 1999 a 2009.** Brasília: INEP, 1999-2009. Disponível em: <http://www.inep.gov.br>. Acesso em: 31 jan. 2011.

_____. **Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) de 2005 e 2008.** Brasília: INEP, 2005/2008. Disponível em: <http://www.inep.gov.br>. Acesso em: 31 jan. 2011.

7. Pereira e Araújo (2011).

8. Maciente e Araújo (2011).

MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T. C.. A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal. **Radar**, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). **Education at a glance 2010**. Paris: OCDE, 2010.

PEREIRA, R. H. M. P.; ARAÚJO, T. C. Oferta de engenheiros no Brasil: resultados de projeções iniciais para 2020. **Radar**, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.

SANTIAGO, P.; TREMBLAY, K.; BASRI, E.; ARNAL, E. **Tertiary education for the knowledge society.** Paris: OCDE, vol. 2, cap. 7-8, 2008.

STEINER, J. E. **Diferenciação e classificação das instituições de ensino superior no Brasil**. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados (IEA) - Universidade de São Paulo (USP), 2005.

VERHINE, R. E. O novo alfabeto do Sinaes: reflexões sobre o IDD, CPC e IGC. *In:* DALBEN, A. *et al.* (Org.). **Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente**. Belo Horizonte: Autêntica, vol. 5, p. 632-650, 2010.

Oferta de engenheiros e profissionais afins no Brasil: resultados de projeções iniciais para 2020*

Rafael Henrique Moraes Pereira**
Thiago Costa Araújo***

1 INTRODUÇÃO

Construir cenários prospectivos sobre a disponibilidade da força de trabalho ganha especial relevância no atual contexto econômico-demográfico do Brasil, marcado, por um lado, por um acelerado processo de envelhecimento populacional em curso e, por outro, pelo forte ritmo de crescimento da economia observado nos últimos anos.

Segundo os dados oficiais de projeção populacional elaborados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), a população em idade ativa (PIA) – entre 15 e 64 anos – no Brasil deverá atingir seu pico em termos relativos em 2023, quando corresponderá a aproximadamente 71% da população do país. Em termos absolutos, o pico deverá ocorrer por volta do ano 2028, com pouco menos de 151 milhões de pessoas. A partir deste ano, deve então verificar-se o declínio deste grupo populacional, o que terá efeitos relevantes sobre a disponibilidade de mão de obra no mercado de trabalho nacional.

Do ponto de vista econômico, a história brasileira tem apresentado meandros nos últimos trinta anos que, em certa medida, justificam as preocupações e os argumentos externados por empresários e estudiosos, e reverberados na grande mídia nacional, acerca de um iminente "apagão de mão de obra especializada".

De maneira complementar aos ensaios que o precedem e aos que lhe sucedem, este estudo não ambiciona apontar estimativas precisas sobre a questão da oferta de mão de obra qualificada no Brasil.[1] Seu objetivo é lançar luz sobre este debate, qualificando-o com análises empíricas assentadas em métodos e dados que, a despeito de suas próprias imprecisões, consigam ir além de reações instantâneas a desequilíbrios momentâneos que uma economia aquecida fatalmente acarreta a mercados específicos. Em particular, este texto apresenta os resultados preliminares de uma proposta metodológica em construção para projeções da disponibilidade de profissionais especializados – com destaque, neste momento, para a população com diploma em cursos de engenharia.[2]

2 MÉTODO PROPOSTO E DADOS UTILIZADOS

A metodologia proposta concentra-se na produção (*output*) do sistema educacional em termos da formação de indivíduos com habilidades e competências específicas, tanto cognitivas quanto profissionais. Tem-se como foco, portanto, a projeção do volume e da estrutura etária da população disponível no mercado de trabalho que tenha sido formada pelo sistema educacional brasileiro nas áreas de conhecimento de *engenharia, produção* e *construção*.

* Os autores agradecem às contribuições e comentários de Paulo A. Meyer M. Nascimento, Divonzir Arthur Gusso e Aguinaldo Nogueira Maciente, estes da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea, assim como a Marcelo Abi-Ramia Caetano e a Leonardo Monteiro Monasterio, ambos da Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea, a Ana Amélia Camarano, da Diretoria de Estudos e Políticas Sociais (Disoc) do Ipea, e a Gabriel Bastías Silva, da Universidad Católica de Chile. Os erros porventura remanescentes no estudo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Dirur do Ipea.

** Assistente de Pesquisa da Diset do Ipea.

1. Neste trabalho, utiliza-se o termo *oferta* num sentido diferente daquele encontrado na literatura econômica. Aqui, a *oferta* de mão de obra qualificada é entendida de uma maneira mais ampla, que abrange a existência de pessoas com qualificação na área, independentemente de estarem ou não dispostas a exercer suas profissões, qualquer que seja a remuneração.

2. Para os fins deste trabalho, são denominados *profissionais de engenharia* (ou *engenheiros*) todos aqueles indivíduos com formação em cursos de nível superior nas áreas de engenharia, produção e construção. Na classificação utilizada pelo Censo da Educação Superior do Ministério da Educação (MEC), estes cursos compreendem habilitações nas áreas de: arquitetura e urbanismo; eletricidade e energia; eletrônica e automação; engenharia civil e de construção; engenharia mecânica e metalurgia; materiais (madeira, papel, plástico e vidro); mineração e extração; processamento de alimentos; química e engenharia de processos; têxteis, roupas, calçados e couros; veículos a motor, construção naval e aeronáutica; e cursos gerais de engenharia e para profissões de engenharia.

Em linhas gerais, a metodologia parte de uma versão da equação compensadora – também conhecida como equação de equilíbrio populacional – adaptada para entrada e saída da atividade profissional, focando-se a população diplomada na área de formação específica de interesse (figura 1).[3] A informação do número de nascimentos – que exercia papel de entrada na população total na versão original da equação compensadora – é substituída pelo fluxo de egressos de cursos universitários na área de conhecimento considerada. Por sua vez, a informação do número de óbitos – que exercia papel de saída da população total – passa a ser contabilizada considerando tanto aquelas pessoas que deixam o mercado de trabalho por razões de óbito quanto por razões de aposentadoria. A projeção é calculada ano a ano com resultados desagregados por sexo e grupos quinquenais de idade.

FIGURA 1

Modelo visual da equação compensadora para análise da evolução do estoque de força de trabalho em áreas específicas do conhecimento

Fonte: Elaboração dos autores, com base em Bastías *et al.* (2000) e Rodrigues (2008).

Foram utilizadas como população base para projeção as 541.271 pessoas captadas pelo Censo Demográfico brasileiro de 2000 que se declararam com diploma nas áreas de engenharia e que possuíam menos de 70 anos de idade.

Entre 2000 e 2008, o fluxo de egressos universitários é obtido por meio da pesquisa do Censo do Ensino Superior do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP/MEC). Segundo os dados do INEP, 24.148 pessoas concluíram, no ano de 2000, a graduação em algum curso superior nas áreas de engenharia. O número de concluintes a cada ano foi crescente durante todo período inicial de análise, tendo sido registrados 47.061 egressos em 2008. Para os anos posteriores a 2008, foram construídas três projeções distintas. Cada uma delas considera, conforme descrito a seguir, cenários alternativos do ritmo de expansão do número de concluintes em cursos de ensino superior nestas áreas.

- Cenário 1 (inercial): supõe um quadro inercial de expansão do ensino superior nas áreas de engenharias; trata-se de uma extrapolação linear simples da tendência verificada nos anos recentes para o número de concluintes nos cursos de engenharias.
- Cenário 2 (intermediário): foi construído por meio da aplicação de um ajuste polinomial à tendência recente de formação de novos engenheiros, permitindo, com isso, aproximar os números projetados de um ritmo mais intenso de crescimento do número médio anual de egressos dos cursos de engenharia;, não supõe-se, assim, nenhum choque na oferta de vagas dos cursos.
- Cenário 3 (otimista): aplicando-se um ajuste exponencial aos dados, é traçada uma projeção que poderia vir a ser mais palpável na hipótese de, no futuro: *i)* advir uma política mais agressiva de expansão de novas vagas nos cursos de engenharias ou criação de novas instituições de ensino superior;[4] ou *ii)* as engenharias virem a atrair coortes de estudantes mais preparadas e motivadas, de forma a reduzir as taxas de desistência acadêmica, levando a uma redução no tempo médio necessário para se concluir a graduação.

3. Essa adaptação parte dos trabalhos de Goic (1994, 1999), Bastías *et al.* (2000) e Rodrigues (2008). Para uma versão mais detalhada da metodologia aqui apresentada, entrar em contato com os autores ou aguardar a publicação completa deste estudo.

4. Tal como defendem setores influentes da sociedade, cujo ponto de vista pode ser encontrado em documentos como o Inova Engenharia (IEL, 2006), o Educação para a Nova Indústria (CNI, Sesi e Senai, 2007) e o Plano Nacional Pró-Engenharia (Capes, 2010).

A projeção da mortalidade teve como ponto de partida as taxas específicas de mortalidade por grupos quinquenais de idade estimadas por sexo entre os anos de 2000 e 2007.[5] Estas taxas foram calculadas a partir das informações, sobre óbitos, fornecidas pelo Sistema de Informações sobre Mortalidade do banco de dados do Sistema Único de Saúde do Ministério da Saúde (SIM/Datasus/MS), e de população, extraídas das edições da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD/IBGE) e do censo demográfico.[6] Para projeção destas taxas, aplicou-se método análogo ao empregado pelo IBGE em suas projeções oficiais (OLIVEIRA *et al.*, 2004), em que se utiliza uma função logística para interpolar os logaritmos das taxas específicas de mortalidade entre 2000 e 2100 – ano para o qual foram construídas as tábuas limite de mortalidade pelo U. S. Bureau of the Census *(apud* OLIVEIRA *et al.*, 2004).

Depois de estimadas e projetadas, as taxas específicas de mortalidade por grupos quinquenais de idade e por sexo foram convertidas em probabilidades de morte $Q(x, 5)$ entre as duas idades x e x+5, para que se obtivessem as razões de sobrevivência a serem aplicadas na projeção populacional. Para tanto, utilizou-se a função desenvolvida por Reed e Merrell (1939), conforme procedimento adotado por Oliveira *et al.* (2004).

$$Q_{(x,5)} = 1 - e^{-5*M_{(x,5)} - 0{,}008*5^3*M^2_{(x,5)}}$$

Para lidar com a questão da saída de profissionais do mercado de trabalho por motivos de aposentadoria, optou-se, por ora, por trabalhar apenas com uma idade de corte (70 anos) para aposentadorias. Ou seja, o presente estudo considerou que todos os homens e mulheres com nível superior de escolaridade sairão definitivamente do mercado de trabalho a partir de 70 anos. Embora se reconheça não ser tarefa trivial estabelecer uma tal idade de referência, análise dos dados da PNAD 2009 sugere que este seria um ponto de corte razoável. Segundo este dados, apenas 26% dos homens e 11% das mulheres acima de 70 anos de idade com mais de 12 anos de estudo inseriam-se na força de trabalho naquele ano – trabalhando ou procurando trabalho.[7]

Finalmente, deve-se observar que, para os fins deste exercício, as variáveis migratórias foram desconsideradas, visto serem estas uma das maiores fontes de incerteza para projeções demográficas. Em face das perspectivas de se abrirem alguns nichos do mercado de trabalho à maior presença de estrangeiros, é provável que, na continuidade deste estudo, a questão precise ser equacionada – por ora, optou-se por trabalhar com a premissa de que a população seja fechada à migração internacional. As migrações internas, em particular, não são relevantes neste momento, tendo em vista que a metodologia aqui proposta é voltada para projetar a mão de obra qualificada disponível no mercado de trabalho do país como um todo – embora tais migrações decerto entrem na pauta de desdobramentos futuros deste estudo que busquem incorporar a distribuição espacial da força de trabalho disponível.

3 RESULTADOS DAS PROJEÇÕES INICIAIS PARA DISPONIBILIDADE DE ENGENHEIROS NO BRASIL EM 2020

Entre 2000 e 2008, o número de concluintes dos cursos de engenharias (fluxo de engenheiros adicionados anualmente ao mercado de trabalho) cresceu a uma taxa média anual de 8,70%. Nos três cenários construídos, as taxas estimadas entre 2000 e 2020 foram, respectivamente, de 6,53%, 8,46% e 9,49% para cada um dos três cenários apresentados. Caso, por exemplo, o cenário intermediário se confirme, isto significa que o número de concluintes no ano de 2020 será mais do que cinco vezes maior do que o número de alunos formados em 2000 (gráfico 1).

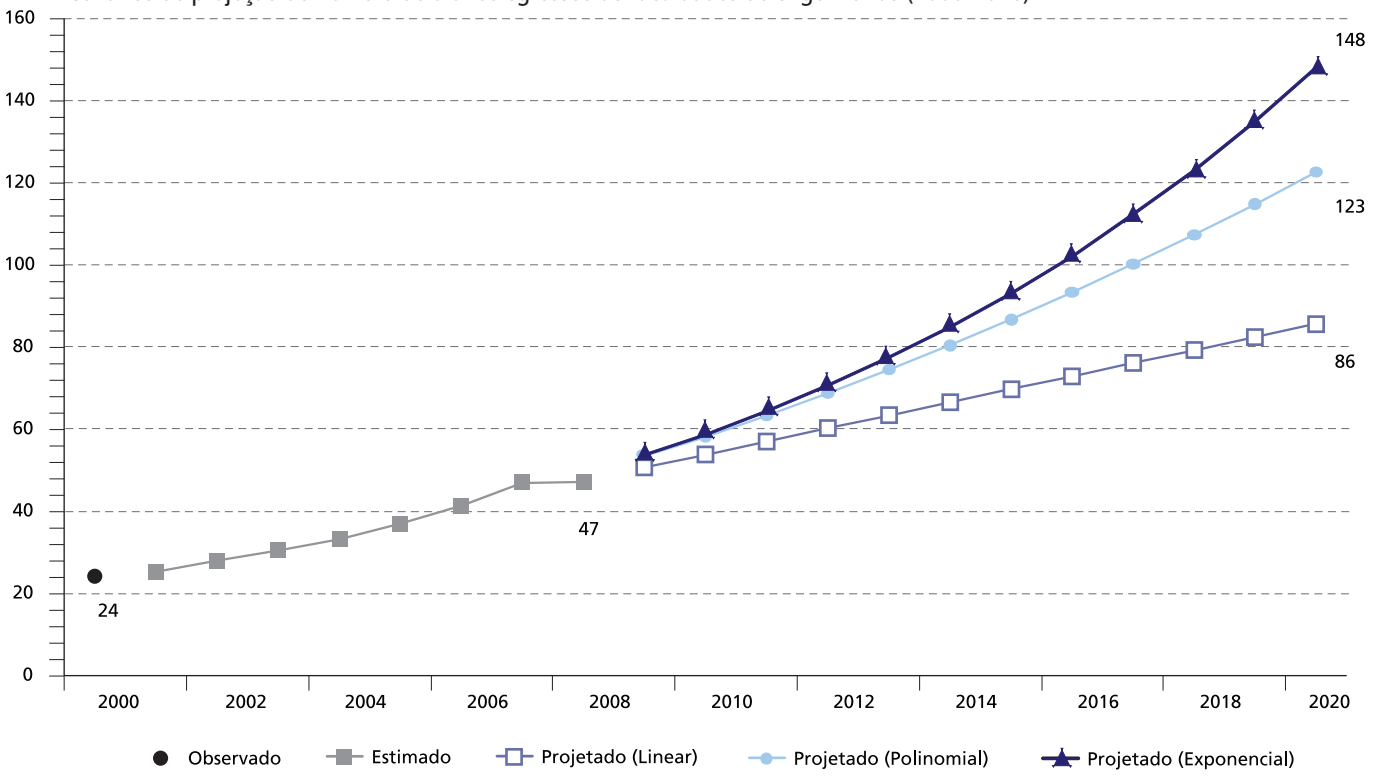
5. Em face da dificuldade de se estimarem as taxas específicas de mortalidade experimentadas pela população com ensino superior, optou-se, neste estudo, por utilizar as informações de mortalidade da população em geral, independentemente de seu grau de escolaridade. Embora esta alternativa oculte as diferenças do perfil da mortalidade entre os grupos, a decisão não altera significativamente os resultados da projeção a que se pretende neste estudo.

6. Para o número de óbitos de um determinado ano, calculou-se a média dos óbitos ocorridos e registrados ao longo dos anos t-1, t e t+1, conforme procedimento adotado em Oliveira *et al.* (2004).

7. Para uma análise detalhada do perfil dos idosos no mercado de trabalho e suas tendências, ver o estudo de Wajnman et al. (2004).

GRÁFICO1

Cenários de projeção do número de alunos egressos de faculdades de engenharias (2000-2020)



Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados do Censo da Educação Superior 2001-2008 (INEP/MEC).

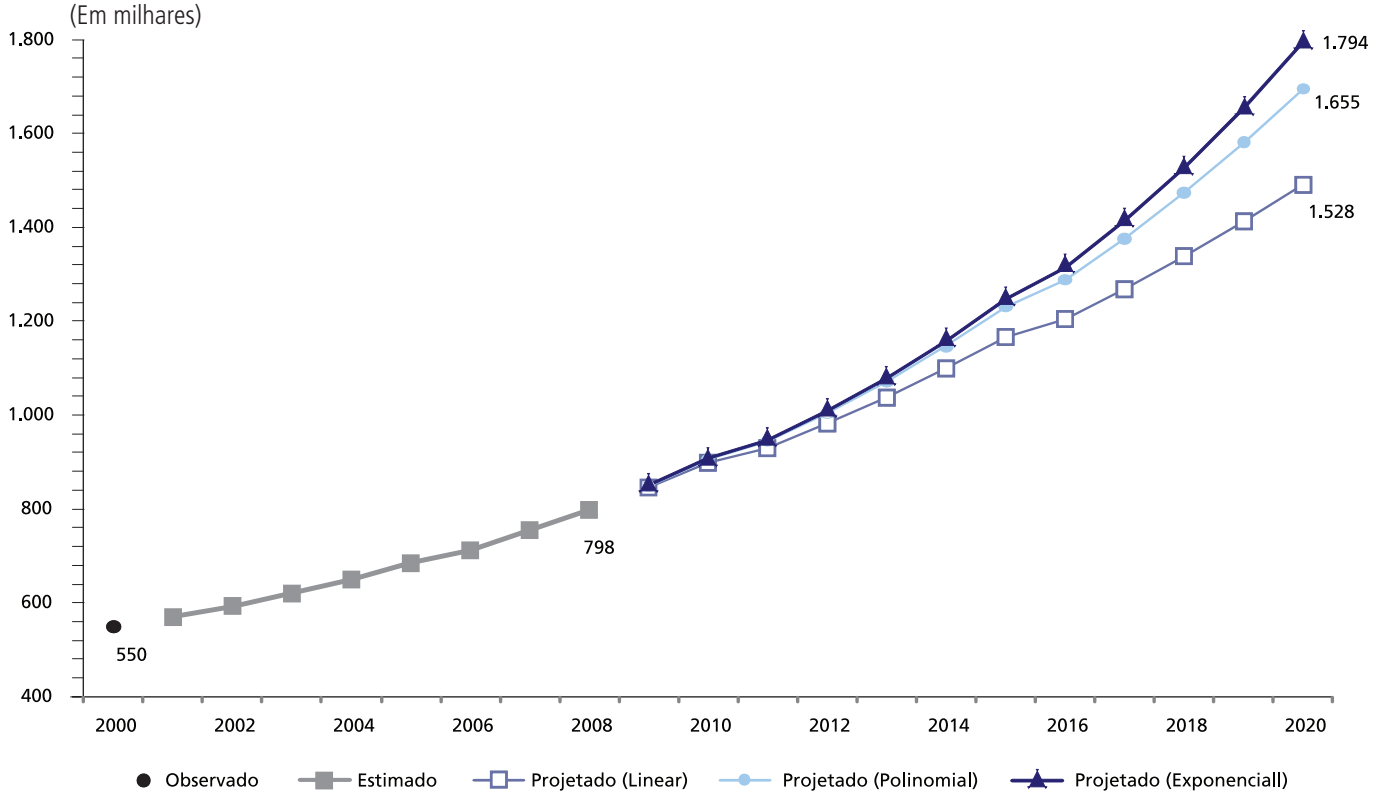
Considerado o estoque inicial de pessoas com diploma em engenharias no ano 2000, estima-se que a disponibilidade de engenheiros no mercado de trabalho brasileiro (o estoque de engenheiros abaixo de 70 anos de idade) tenha crescido a uma taxa geométrica média de 4,78% ao ano entre 2000 e 2008. A depender da evolução dos níveis de mortalidade e, principalmente, do ritmo de expansão de vagas, entre 2000 e 2020 esta oferta deverá crescer a uma taxa entre 5,12%, 5,79% ou 6,10% ao ano, conforme os cenários projetados.

Cabe ainda destacar que o número de pessoas que se formará nos cursos de engenharia entre 2011 e 2016 depende, em larga medida, do número de alunos atualmente matriculados nas instituições de ensino superior. Esta questão deverá ser incorporada num próximo aprimoramento da metodologia, de forma a torná-la mais sensível a alterações de curto prazo. Por ora, esta ponderação evidencia que estas instituições de ensino possuem pouca margem de manobra para alterar significativamente o número de engenheiros que estarão disponíveis no mercado de trabalho brasileiro tendo como horizonte o ano de 2020,.

Ao incorporar paulatinamente esses egressos universitários ao estoque de engenheiros captados pelo Censo Demográfico 2000, e submetendo-os à dinâmica de mortalidade e de aposentadorias, observa-se que, caso as hipóteses traçadas se confirmem, o estoque projetado de engenheiros tenderá a aumentar até 2020. Neste caso, a população com diploma nos cursos de engenharias integrante do mercado de trabalho brasileiro deverá ficar entre 1,5 e 1,8 milhão de pessoas em 2020, a depender do ritmo de expansão do nível superior no país (gráfico 2).

Uma análise da composição demográfica (por sexo e idade) desses engenheiros e sua evolução projetada deverá ser apresentada e discutida numa versão mais avançada deste estudo.

GRÁFICO 2
Cenários de projeção do estoque de engenheiros no mercado de trabalho (2000 a 2020)
(Em milhares)



Fonte: Elaboração dos autores com base nos dados de: Censo Demográfico 2000 (IBGE); PNADs 2001-2008 (IBGE); Censo da Educação Superior 2001-2008 (INEP/MEC); e Sistema de Informações de Mortalidade (SIM) 2000-2008 (DATASUS/MS).

Faz-se necessário advertir que uma parcela dessa população obtida com a projeção poderá vir a se empregar em ocupações outras que não as típicas de sua área de formação, uma vez que não existe uma correspondência unívoca entre a área de formação acadêmica de uma pessoa e o tipo de ocupação que ela irá exercer no mercado de trabalho. No ano de 2001, por exemplo, pôde-se observar que cerca de 69% das pessoas diplomadas nas áreas de engenharia não estavam empregadas em ocupações típicas da área.[8] Esta proporção não deve ser entendida necessariamente como uma taxa de desvio perniciosa. Ainda é natural esperar que tal taxa de desvio ocorra em virtude do ajuste do próprio mercado de trabalho, em termos, por exemplo, da disponibilidade de profissionais e das oportunidades de ocupação e atrativos salariais que o mercado está disposto a pagar. Esta questão também será abordada com maior profundidade em próximo ensaio desta publicação.[9]

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo calculou três projeções sobre a disponibilidade de mão de obra qualificada nas áreas de engenharias no mercado de trabalho brasileiro para o ano de 2020. Os cenários se diferenciam em função dos possíveis ritmos de expansão a serem observados no número de concluintes em cursos de ensino superior nestas áreas. Os resultados apontam que o mercado de trabalho brasileiro poderá contar, em 2020, com um estoque entre 1,5 e 1,8 milhão de pessoas formadas em engenharias – por instituições brasileiras de ensino superior – aptas a atuar em ocupações típicas da área.

8. Para definição das ocupações consideradas como típicas de engenharia utilizou-se o mesmo procedimento adotado por Nascimento et al. (2010).

9.Ver Maciente e Araújo (2011).

Convém ressalvar, entretanto, que não é tarefa simples partir exclusivamente desses dados para analisar uma eventual situação de escassez de mão de obra no futuro. Uma análise com este objetivo envolve alta complexidade e necessita incorporar uma série de condicionantes sobre as possíveis trajetórias do crescimento econômico do país, além de outras questões, muitas delas encontradas nos demais ensaios desta edição do *Radar*.

Além disso, a metodologia aqui proposta necessitaria de futuros aprimoramentos, particularmente no que tange a enfrentar o desafio de se antecipar às possíveis alterações que ocorrerão no regime previdenciário brasileiro, e simular seus efeitos sobre a evolução da dinâmica de aposentadoria da força de trabalho disponível no mercado. A metodologia também carece ainda de um maior refinamento de modo a incorporar também a questão migratória, tendo em vista, especialmente, que a disponibilidade de universidades e da própria atividade econômica (demandante desta força de trabalho) se encontram distribuídas de maneira muito desigual no território brasileiro. Por sua vez, as perspectivas de maior inserção do Brasil na economia internacional, aliada ao possível aumento da demanda por mão de obra nos países em avançado estágio de envelhecimento populacional, dão indícios de que a questão da migração internacional deverá ganhar relevância nas futuras projeções demográficas (RIOS-NETO, 2005; BORGES *et al.* 2006).

Com os devidos cuidados, pode-se afirmar que o estudo surge num momento oportuno, dadas as perspectivas econômicas e demográficas que se apresentam para o país. O avanço desta linha de pesquisa exige constante revisão e refinamento de seus métodos e das hipóteses empregadas. Requer também uma reflexão sobre a questão da qualidade de ensino que tem formado os profissionais brasileiros, assim como sobre a expansão da educação profissional, científica e tecnológica no país. Por ora, espera-se que este trabalho contribua com os debates sobre projeções demográficas aplicadas ao mercado de trabalho e à disponibilidade de mão de obra no Brasil.

REFERÊNCIAS

BASTÍAS S, G.; MARSHALL R. G.; ZUÑIGA P. D.; MENA C. B. Número de médicos en Chile: estimaciones, proyecciones y comparación internacional. **Revista Médica de Chile,** vol. 128, n. 10, 2000.

BORGES, A. S., MARQUES, C. S., BRITO, L. P. G. SILVA, V. R. L., JANNUZZI, P. M., Projeções populacionais no Brasil: subsídios para seu aprimoramento. *In:* **Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais da ABEP.** Caxambu, 2006. Disponível: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_901.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2011.

GOIC, A. Disponibilidad de médicos en Chile y su proyección a mediano plazo. **Revista médica de Chile,** vol. 122, n. 2, p. 141-53, 1994.

_____. Disponibilidad de médicos en Chile y su proyección a mediano plazo: cinco años después. **Revista médica de Chile,** vol. 127, n. 10, p. 1183-1188, 1999.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI); SERVIÇO SOCIAL DA INDÚSTRIA (SESI); SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI). **Educação para a nova indústria:** uma ação para o desenvolvimento sustentável do Brasil. Brasília: CNI, ago. 2007.

COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES). **Plano nacional pró-engenharia**. Brasília: CAPES, 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). **Censos da Educação Superior de 2001 a 2008.** Brasília: INEP, 2001-2008. Disponível em: <http://www.inep.gov.br>. Acesso em: 31 jan. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Projeção da população do Brasil por sexo e idade – 1980-2050:** revisão 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. (Série Estudos e Pesquisas Informação Demográfica e Socioeconômica, n. 24).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Populacional 2000.** Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD) de 2001 a 2009**. Rio de Janeiro: IBGE, 2001-2009.

INSTITUTO EUVALDO LODI (IEL). **Inova engenharia:** propostas para a modernização da educação em engenharia no Brasil. Brasília: IEL-NC/ SENAI-DN, 2006.

MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T. C. a demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal. **Radar**, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) - DATASUS de 1999-2008.** Brasília: Ministério da Saúde, 1999-2008.

NASCIMENTO, P. A. M. M. *et al*. Escassez de engenheiros: realmente um risco? **Radar**, Brasília: Ipea, n. 6, p. 3-8, fev. 2010.

OLIVEIRA, J. C.; ALBUQUERQUE, F. R. P. C.; LINS, I. B. **Projeção da população do Brasil por sexo e idade para o período 1980-2050:** revisão 2004. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2004.

REED, L. J.; MERRELL, M. A short method for constructing an abridged life table. **The American Journal of Hygiene**, vol. 30, n. 2, Sept. 1939.

RIOS-NETO, E. L. G. Questões emergentes na análise demográfica: o caso brasileiro. **Revista Brasileira de Estudos de População,** vol. 22, n. 2, p. 371-408, 2005. ISSN 0102-3098. Online.

RODRIGUES, F. G. **Médicos em Minas Gerais:** projeções para o período 2010-2020. Dissertação (Mestrado), Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional da Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2008.

WAJNMAN, S.; OLIVEIRA, A. M. H. C.; OLIVEIRA, E. L. Os idosos no mercado de trabalho: tendências e consequências. *In:* CAMARANO, A. A. (Org.). **Os novos idosos brasileiros muito além dos 60?** Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), p. 453-480, 2004.

A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal*

Aguinaldo Nogueira Maciente**
Thiago Costa Araújo***

1 INTRODUÇÃO

Graças a um maior crescimento econômico, o emprego formal expandiu-se no Brasil de forma vigorosa nos últimos anos, o que levou a uma maior competição, por parte das empresas, pelos profissionais mais qualificados. Além de refletir aspectos conjunturais, no entanto, a demanda por mão de obra mais qualificada responde à pressão do sistema econômico por uma produtividade cada vez maior das empresas, e ao aumento do peso relativo de alguns setores que demandam qualificações específicas, como os setores de petróleo e gás e de telecomunicações.

Este texto tem o propósito de retomar as questões levantadas por Nascimento *et al.* (2010), que avaliaram as possibilidades de uma escassez relativa de engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho brasileiro nos próximos anos.

O estudo utiliza alterações metodológicas com relação às projeções para a oferta de engenheiros e profissionais afins, abordadas nos demais textos deste boletim. Incorpora também, na projeção da demanda por engenheiros no mercado formal, estimativas diferenciadas para o crescimento da atividade econômica e para a demanda por engenheiros em diferentes setores de atividade.

Nas projeções deste trabalho, leva-se em conta uma gama de ocupações associadas à engenharia e disciplinas correlatas mais ampla que o universo considerado em Nascimento *et al.* (2010). Foram considerados "engenheiros" neste texto todos os profissionais que, segundo a descrição da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), tenham formação superior típica nas áreas de formação correspondentes ao grupo *engenharia, produção e construção*, de acordo com a classificação adotada pelo Censo do Ensino Superior do Ministério da Educação.[1]

As seções a seguir apresentam a metodologia e os resultados das projeções para a demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado formal brasileiro, com base nos dados da Relação Anual de Informações Sociais (Rais), divulgados pelo MTE, e das Contas Nacionais, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Assim como em Nascimento *et al.* (2010), portanto, as projeções têm o objetivo de mensurar o total de engenheiros atuando como assalariados e em ocupações típicas desta formação profissional, o que exclui engenheiros atuando em sua área por conta própria ou em funções gerais no mercado de trabalho que não permitem uma associação entre o profissional e sua área de formação. A seção final compara os resultados das projeções de demanda do mercado formal com as projeções de disponibilidade destes profissionais até 2020 apresentadas por Pereira e Araújo (2011) neste boletim.

* Os autores agradecem as sugestões e comentários de Luiz Ricardo Cavalcante, Paulo A. Meyer M. Nascimento, Rafael H. Moraes Pereira e Divonzir A. Gusso, e dos participantes da discussão interna do IPEA. Os erros porventura remanescentes no estudo são de responsabilidade exclusiva dos autores.

** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

*** Assistente de Pesquisa da Diset do Ipea.

1. A análise detalhada da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) levou à incorporação de profissionais em cargos de direção e gerência de operação e produção, desempenhados tipicamente por engenheiros e profissionais afins. A relação completa de termos da CBO utilizados pode ser obtida com os autores.

2 O CRESCIMENTO DO PIB SETORIAL

Os diversos setores de atividade têm diferentes perspectivas de crescimento nos próximos anos, por conta de tendências particulares para o crescimento de seus mercados interno e externo, e em virtude de diferentes perspectivas de lucratividade setorial e regulação governamental. Em seus textos sobre as perspectivas do investimento para os próximos anos,[2] o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) tem estimado um crescimento relativamente maior do investimento nos setores de petróleo e gás e infraestrutura nos próximos anos, no que concerne ao período 2005-2008. Haverá também uma redução do peso das indústrias de transformação e extrativa mineral (excluindo-se petróleo e gás) no total da formação bruta de capital fixo.

Essas perspectivas estão em consonância com as tendências recentes de crescimento dos diferentes setores econômicos, uma vez que o investimento tende a acompanhar o grau de utilização da capacidade produtiva e as perspectivas de crescimento futuro da demanda. Segundo as Contas Nacionais divulgadas pelo IBGE, o produto interno bruto (PIB) do país cresceu a uma taxa real média de 3,1% ao ano (a.a.) entre 1996 e 2010. Esta taxa média, no entanto, guarda diferenças setoriais consideráveis. Se, por um lado, os serviços de informação, setor de atividade que mais cresceu, expandiram-se a uma taxa real média de 6,6% a.a., e a indústria extrativa cresceu a 5% a.a., por outro lado, a produção e distribuição de energia gás e água cresceu a 2,2% a.a., e a indústria de transformação, setor que menos se expandiu, cresceu a apenas 2% a.a.

TABELA 1
Taxa de crescimento (% a.a.) real médio do PIB setorial

	1996-2010	2003-2010
Intermediação financeira e serviços relacionados	4,6%	8,8%
Comércio	3,1%	5,7%
Indústria extrativa mineral	5,0%	5,4%
Serviços de informação	6,6%	4,9%
Atividades imobiliárias e aluguel	3,1%	4,3%
Produção e distribuição de energia e água	2,2%	4,2%
Construção civil	3,0%	4,2%
Transporte, armazenamento e correio	2,8%	4,2%
Outros serviços	3,2%	3,1%
Agropecuária	3,8%	3,0%
Indústria de transformação	2,0%	3,0%
Administração, saúde e educação pública	2,5%	2,4%
PIB total	**3,1%**	**4,3%**

Fonte: Contas Nacionais Trimestrais (IBGE).
Elaboração dos autores.

Assim, considerando-se as taxas de crescimento setoriais recentes como parâmetro para projeções futuras do PIB setorial, tem-se um crescimento futuro esperado no qual o peso de setores como a indústria de transformação e a distribuição de energia e água – e também a agropecuária e a administração pública, quando considerada a tendência mais recente – cairá em relação ao produto total. Por sua vez, a intermediação financeira, o comércio, a extração mineral e os serviços de informação, setores que mais cresceram no período recente, devem continuar crescendo acima da média da economia, no cenário hipotético utilizado, o que aumentará seu peso no PIB total.

A projeção dos níveis de atividade futura foi realizada com base nas Contas Nacionais divulgadas pelo IBGE, tanto ao nível de 55 setores quanto ao nível de 12 setores de atividade da matriz. Os 55 setores de atividade foram reagrupados em setores cujas demandas por engenheiros possuem características semelhantes, em termos da sua elasticidade em relação à produção, ou cuja atividade econômica esteja relacionada. Os serviços de informação, financeiros e os serviços prestados às empresas foram agrupados em um único grupo, assim como a extração e o refino de petróleo e gás.[3]

2. Ver os textos pertinentes da série *Visão do desenvolvimento*, do BNDES, como Puga e Meirelles (2010), Puga (2010) e Borça Júnior e Quaresma (2010).

3. A relação dos setores incluídos em cada agregação pode ser obtida com os autores.

Para os anos de 2009 e 2010, ainda não há informação desagregada disponível, nas Contas Nacionais, para o valor adicionado dos 55 setores utilizados. Assim, optou-se por utilizar as informações das Contas Nacionais Trimestrais, já disponíveis até o terceiro trimestre de 2010 para o nível de 12 setores mais agregados, que servem como base para a decomposição em 55 setores da matriz de contas nacionais anuais. Dessa forma, o valor dos 55 setores da matriz para 2009 e 2010 foi estimado com base no valor observado destes setores em 2008 e no crescimento dos agregados trimestrais em 2009 e 2010. Supõe-se, assim, que os 55 setores da matriz acompanharam a média dos grupos agregados aos quais pertencem, nos anos de 2009 e 2010.

A partir da série observada entre 2000 e 2008 e dos valores estimados em 2009 e 2010, foram projetados três cenários para o período 2011-2020. Decidiu-se alterar as taxas de crescimento utilizadas em Nascimento *et al.* (2010), que eram de 3%, 5% e 7% a.a. O cenário intermediário adotado replica a simples extrapolação da tendência exponencial da economia entre 2000 e 2010, o que representa um crescimento médio em torno de 4% a.a. O cenário mais otimista representa um crescimento anual médio de 6% a.a., enquanto o cenário mais pessimista simula um crescimento anual médio da ordem de 2,5% a.a. Nos três cenários, o crescimento de cada setor é diferenciado, respeitando-se a proporção do crescimento setorial entre 2000 e 2010. Isto é, parte-se da hipótese de que setores que cresceram mais no período 2000-2010 continuarão a crescer mais que a média da economia no período 2011-2020.

A tabela 2 apresenta as taxas anuais médias de crescimento nos diferentes cenários, bem como a taxa de crescimento do período 2000-2010, para efeito de comparação. O cenário de crescimento de 4% a.a. para a média da economia é o que representa melhor a continuidade da tendência verificada entre 2000 e 2010, tanto do ponto de vista geral quanto do ponto de vista de cada setor.

Cabe ressaltar que os cenários não possuem nenhuma hierarquia, tampouco representam uma expectativa para o crescimento futuro da economia. São apenas instrumentos para a obtenção de valores plausíveis para a demanda futura de engenheiros e profissionais afins. As perspectivas de crescimento dos setores econômicos podem se alterar ao longo da próxima década, relativamente ao que ocorreu entre os anos de 2000 e 2010, o que significaria alterações nas demandas relativas de cada setor por profissionais qualificados. No entanto, estas tendências recentes foram consideradas o marco mais adequado para não subestimar a demanda por engenheiros de setores que vêm crescendo fortemente e que, no momento, mantêm suas perspectivas de crescimento e investimento.

TABELA 2
Crescimento anual médio do valor agregado setorial, para diferentes cenários de crescimento econômico

	2000-2010	2011-2020		
		6% a.a.	4% a.a.	2,5% a.a.
Indústria extrativa mineral	10,6%	13,2%	11,1%	9,5%
Petróleo e gás	8,7%	12,2%	10,1%	8,5%
Serviços de informação, intermediação financeira e serviços prestados a empresas	5,0%	7,0%	5,0%	3,4%
Demais setores	4,2%	6,5%	4,5%	3,0%
Administração pública, saúde e educação	3,7%	5,8%	3,8%	2,3%
Infraestrutura	3,2%	5,4%	3,4%	1,9%
Indústria de transformação	2,6%	4,6%	2,6%	1,1%
Construção residencial	0,9%	3,0%	1,0%	-0,4%
Total	**3,5%**	**6,0%**	**4,0%**	**2,5%**

Fonte: Contas Nacionais Trimestrais (IBGE).
Elaboração dos autores.

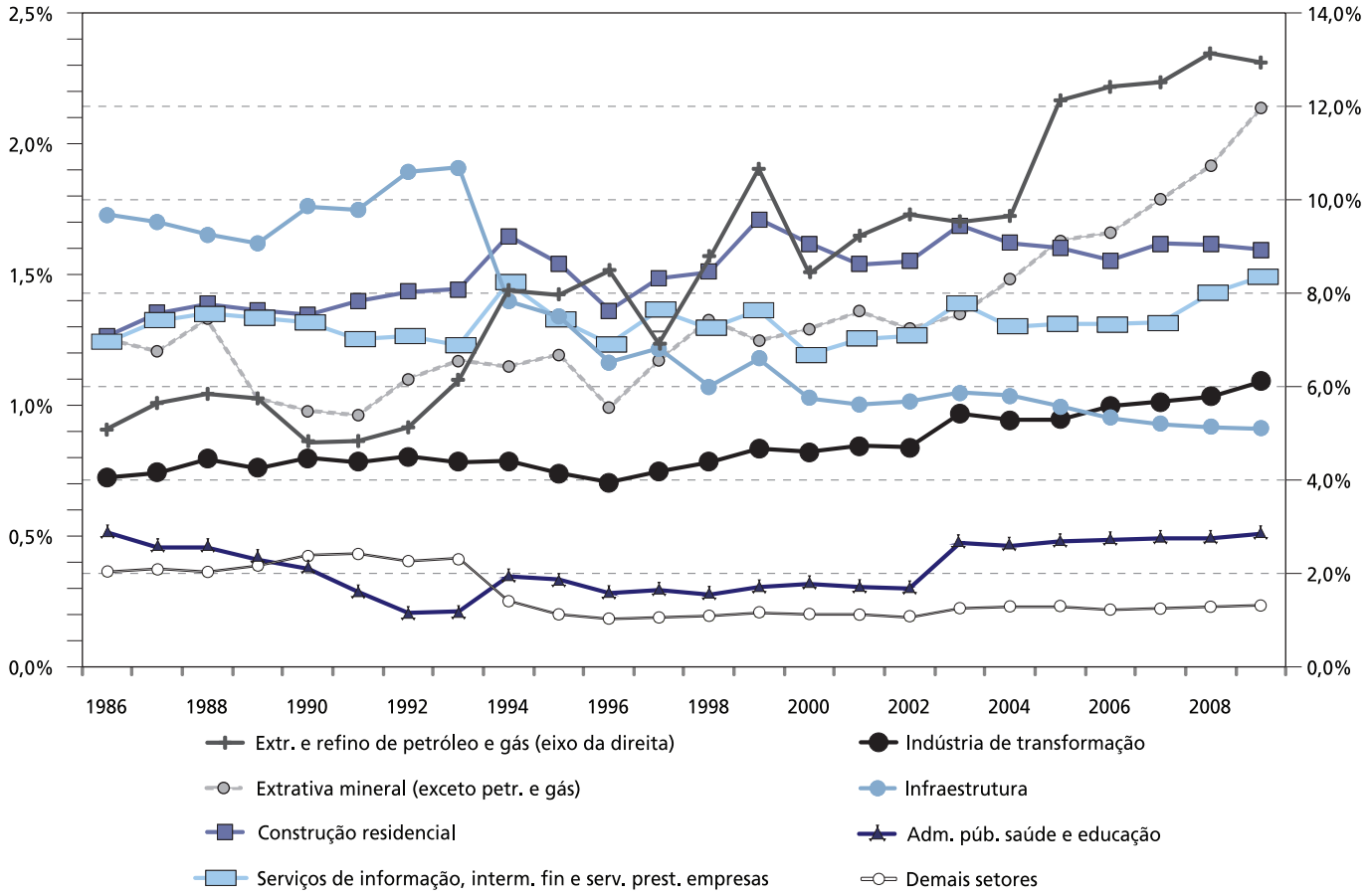
3 O REQUERIMENTO TÉCNICO SETORIAL DE ENGENHEIROS

Além de crescerem a taxas diferentes, cada setor de atividade requer engenheiros e profissionais afins em proporções diferenciadas em relação à sua mão de obra total e em proporções distintas em face de um dado crescimento econômico. Assim, os diferentes setores possuem requerimentos técnicos diferentes no uso de engenheiros, bem como distintas elasticidades engenheiros – produto. Na ausência de indicadores de produção física desagregados para o período em questão, optou-se pelo uso do valor adicionado setorial como variável explicativa do uso de

engenheiros e profissionais afins, conforme procedimento sugerido pela Organização das Nações Unidas (1990), o que implicitamente supõe a estabilidade dos preços relativos entre os grandes setores utilizados.

O gráfico 1 mostra a evolução da porcentagem de engenheiros no total do emprego dos setores de atividade, de acordo com o agrupamento escolhido.

GRÁFICO 1
Porcentagem de engenheiros no emprego setorial (1986-2009)



Fonte: Rais (MTE).
Elaboração dos autores.

O setor que engloba a extração e o refino de petróleo e gás é o mais intensivo no uso de engenheiros e profissionais afins, tendo mais que dobrado a participação destes profissionais no total de sua força de trabalho no período 1986-2009. O setor de infraestrutura – que inclui transportes e armazenagem, além de serviços industriais de utilidade pública como produção e distribuição de energia e água – era o segundo setor mais intensivo no uso de engenheiros na década de 1980. A participação destes profissionais no total da força de trabalho deste setor caiu a partir de meados dos anos 1990, ficando abaixo de outros setores, tais como o restante da indústria extrativa mineral, cujo crescimento de engenheiros na força de trabalho também foi expressivo.

A partir do valor adicionado setorial e dos valores para o emprego de engenheiros nesses diferentes setores, obteve-se uma estimativa da elasticidade do uso de engenheiros frente a uma expansão do valor adicionado setorial. A tabela 3 apresenta os valores obtidos para as elasticidades do emprego de engenheiros relativamente ao valor adicionado, nos diferentes setores. Para todas as regressões, os valores das elasticidades foram estatisticamente significativos. Para o setor de construção residencial, além do valor adicionado, uma tendência linear constante em relação ao tempo também se mostrou significativa.

TABELA 3
Elasticidade do emprego de engenheiros relativamente ao valor adicionado

	Elasticidade
Indústria de transformação	2,84
Administração pública, saúde e educação	2,64
Construção residencial	2,21
Demais setores	1,69
Petróleo e gás (extração e refino)	1,53
Serviços de informação, intermediação financeira e serviços prestados a empresas	1,33
Indústria extrativa mineral (exceto petróleo e gás)	0,92
Infraestrutura	0,89

Fonte: Contas Nacionais (IBGE) e Rais (MTE).
Elaboração dos autores.

Os valores da tabela indicam que o setor correspondente à administração pública, saúde e educação é o que mais expande seu uso de engenheiros relativamente ao valor adicionado. Para cada 1% de aumento do valor adicionado no setor, há um aumento de 2,64% no uso de engenheiros. Apenas os setores de extração mineral (exceto petróleo e gás) e de infraestrutura mostraram um emprego de engenheiros relativamente inelástico à expansão do valor adicionado setorial.

A tabela 4 resume as taxas médias de crescimento tanto do valor adicionado quanto do emprego de engenheiros entre 2000 e 2009.

TABELA 4
Taxa de expansão média entre 2000 e 2009

	Valor adicionado	Emprego de engenheiros
Petróleo e gás (extração e refino)	8,2%	20,6%
Administração pública, saúde e educação	3,8%	10,3%
Indústria extrativa mineral (exceto petróleo e gás)	10,3%	10,1%
Indústria de transformação	1,8%	7,9%
Construção residencial	0,5%	7,7%
Demais setores	3,9%	7,6%
Serviços de informação, intermediação financeira e serviços prestados a empresas	4,9%	7,2%
Infraestrutura	2,6%	3,4%
Todos os setores	3,2%	8,0%

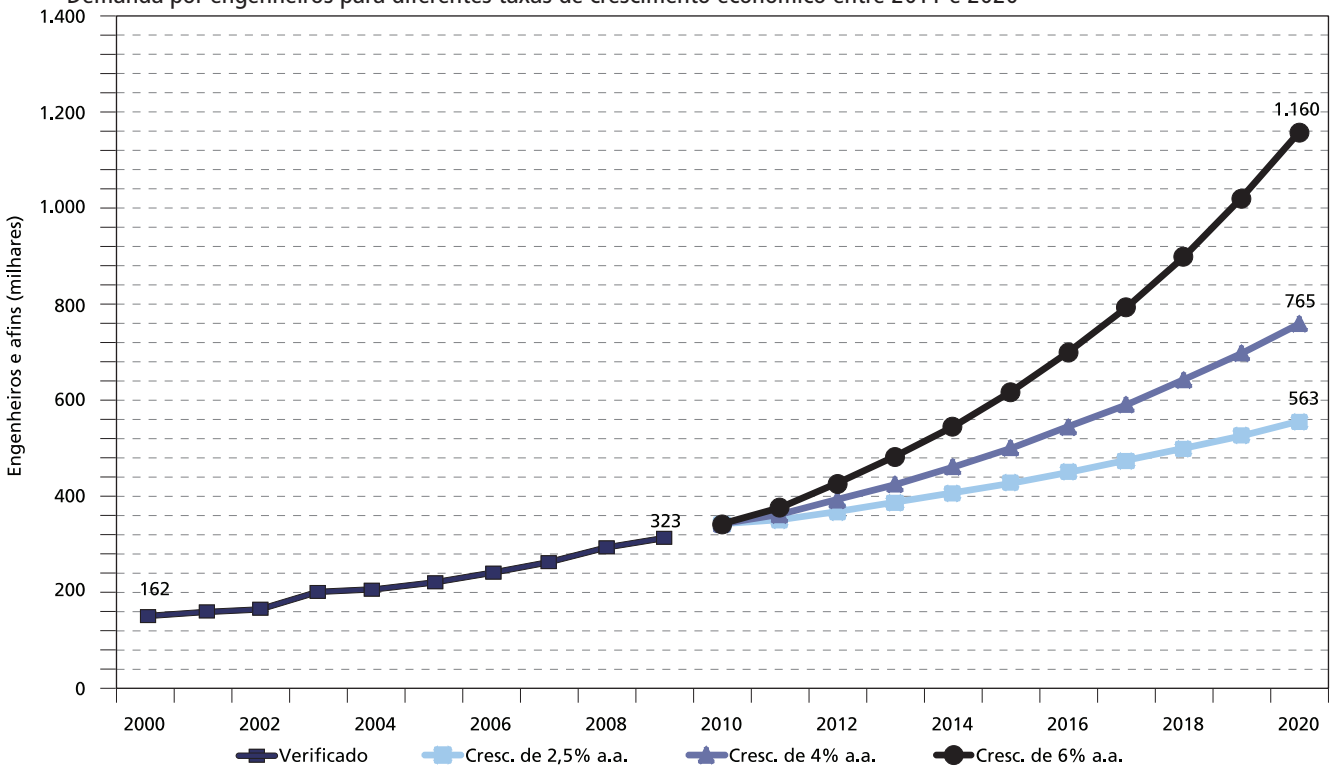
Fonte: Contas Nacionais (IBGE) e Rais (MTE).
Elaboração dos autores.

Houve uma grande expansão recente do nível de atividade e do emprego de engenheiros nos setores de petróleo e gás e no restante da extração mineral. O setor de administração pública, educação e saúde, a despeito de um crescimento mais modesto, apresentou um aumento também expressivo no emprego de engenheiros, inclusive como professores e pesquisadores no setor educacional.

4 A DEMANDA POR ENGENHEIROS NO MERCADO DE TRABALHO EM 2020

Com base nessas elasticidades e nas projeções de valor adicionado setorial, procedeu-se à elaboração de projeções para a demanda futura pelos profissionais de engenharia e áreas afins no mercado de trabalho formal. O gráfico 2 mostra o resultado destas projeções, indicando o número de engenheiros presentes no mercado formal em ocupações típicas de sua formação, para os diferentes cenários de crescimento econômico. O número de engenheiros requeridos pelo mercado de trabalho formal, a depender do cenário de crescimento da economia, pode estar entre 600 mil e 1,15 milhão de profissionais, o que demonstra a importância do crescimento econômico sustentado sobre a configuração de longo prazo do mercado de trabalho.

GRÁFICO 2
Demanda por engenheiros para diferentes taxas de crescimento econômico entre 2011 e 2020



Fonte: Contas Nacionais (IBGE) e Rais (MTE).
Elaboração dos autores.

Os valores do gráfico correspondem à soma das demandas individuais dos setores, que crescem a ritmos diferentes, devido às diferentes taxas de crescimento setorial e às diferentes elasticidades de cada setor no uso de engenheiros. A tabela 5 mostra as taxas de crescimento anuais médias, para cada setor, resultantes de cada cenário de crescimento da economia. Estes valores correspondem, portanto, à aplicação das elasticidades setoriais do uso de engenheiros aos números projetados para o crescimento de cada setor, descritos anteriormente na tabela 2.

TABELA 5
Crescimento anual médio setorial do emprego de engenheiros, para diferentes cenários de crescimento econômico

	2000-2010	2011-2020		
		6% a.a.	4% a.a.	2,5% a.a.
Petróleo e gás	17,6%	19,3%	15,9%	13,3%
Administração pública, saúde e educação	11,0%	16,0%	10,3%	6,2%
Indústria extrativa mineral	10,3%	12,1%	10,1%	8,7%
Construção residencial	8,4%	13,4%	8,7%	5,3%
Indústria de transformação	8,4%	13,5%	7,5%	3,2%
Demais setores	7,9%	11,3%	7,7%	5,1%
Serviços de informação, intermediação financeira e serviços prestados a empresas	6,3%	9,4%	6,7%	4,6%
Infraestrutura	3,1%	4,8%	3,0%	1,7%
Todos os setores	8,1%	13,0%	8,4%	5,1%

Fonte: Contas Nacionais (IBGE) e Rais (MTE).
Elaboração dos autores.

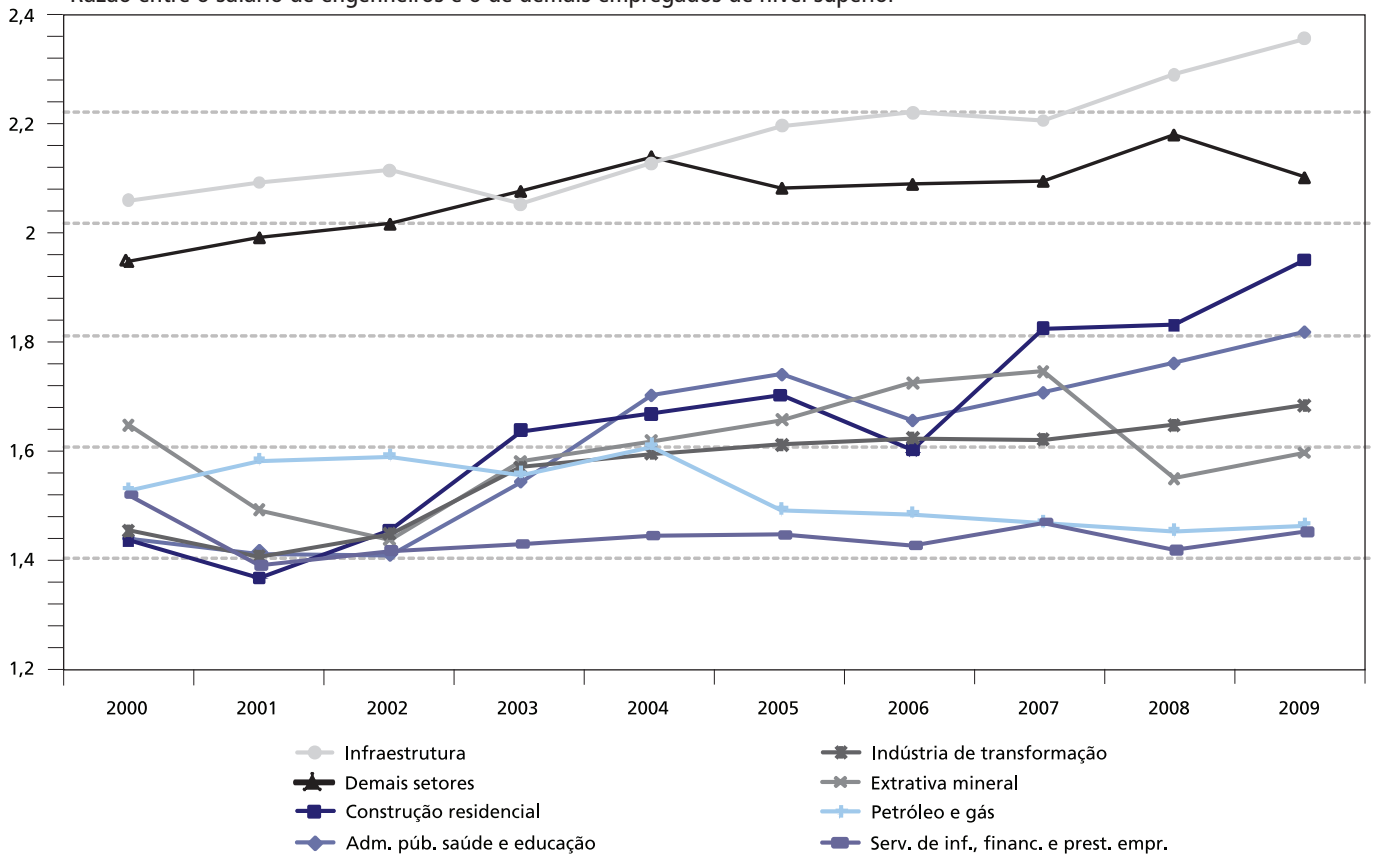
O crescimento econômico projetado, nos três cenários utilizados, segue as tendências de crescimento verificadas entre 2000 e 2010. Como resultado, nota-se a continuidade da tendência de forte crescimento da demanda por engenheiros e profissionais afins. O setor de petróleo e gás (incluindo-se extração e refino) seguirá expandindo sua demanda por estes profissionais a taxas entre 13% e 19% a.a. Também a administração pública e a educação e a saúde (tanto públicas quanto privadas) seguirão demandando estes profissionais em um ritmo consideravelmente acima do crescimento médio da economia.

Conforme já salientado em Nascimento *et al.* (2010), tais resultados indicam a possibilidade de escassez relativa desses profissionais, sobretudo em áreas específicas de formação e de experiência. A escassez relativa não significa uma falta, em números absolutos, de engenheiros disponíveis no mercado, mas uma possível pressão salarial que torne suas ocupações típicas atrativas relativamente às demais oportunidades ocupacionais destes profissionais.

O gráfico 3 mostra a evolução do salário médio dos engenheiros relativamente aos outros profissionais com educação de nível superior, em cada um dos setores de atividades já descritos.

GRÁFICO 3

Razão entre o salário de engenheiros e o de demais empregados de nível superior



Fonte: Rais (MTE).

Elaboração dos autores.

Os engenheiros e profissionais afins recebem salários sistematicamente acima dos demais empregados com escolaridade superior. Isto é particularmente verdade no setor de infraestrutura e no conjunto denominado "demais setores", que inclui alguns serviços e a agroindústria. Nos setores de construção e administração pública, educação e saúde, nota-se uma tendência recente de forte alta do salário relativo destes profissionais, assim como no próprio setor de infraestrutura.

Apesar de menos pronunciada, há também uma alta constante dos salários desses profissionais na indústria de transformação, que é importante no total de engenheiros empregados na economia. No setor de extração mineral, excluída a extração de petróleo e gás, os salários relativos vinham crescendo fortemente até 2007. A crise internacional de 2008 parece ter afetado negativamente os salários relativos de engenheiros neste setor, mas a tendência de alta parece ter sido retomada em 2009.

Tomando-se os 55 setores mais desagregados da matriz de contas nacionais, os setores que mais apresentaram elevação do salário de engenheiros, relativamente aos demais funcionários de nível superior entre 2000 e 2009, foram os de cimento, álcool, artefatos de couro e calçados, serviços imobiliários e aluguel, e construção. Entre estes setores, os de construção e cimento parecem ser os que mais demandam engenheiros específicos, e as tendências de alta nos salários podem significar necessidades mais pronunciadas de crescimento futuro da disponibilidade de profissionais.

Os tipos específicos de engenheiros e profissionais afins cujos salários mais se elevaram nos últimos anos podem ser identificados na tabela 6. A tabela apresenta as ocupações em ordem decrescente da tendência de aumento dos salários verificada entre 2004 e 2009. Nota-se a presença de profissionais típicos da administração pública (pesquisador em metrologia) e outros típicos das indústrias extrativa, de construção e química.

TABELA 6
Engenheiros e profissionais afins com maiores aumentos salariais entre 2004 e 2009

Família ocupacional[1]	Número médio de empregados em 2009	Crescimento médio do emprego entre 2004 e 2009 (% a.a.)	Crescimento médio do salário real entre 2004 e 2009 (% a.a.)
Profissionais da biotecnologia	1.905	35,5	24,4
Profissionais da metrologia	791	27,2	12,8
Geólogos e geofísicos	298	43,1	10,9
Gerentes de obras em empresa de construção	4.307	16,7	5,7
Engenheiros de minas e afins	3.053	11,8	4,6
Engenheiros agrimensores e engenheiros cartógrafos	930	9,3	4,1
Engenheiros químicos	11.267	6,4	4,0
Engenheiros mecânicos	28.568	7,0	3,8
Engenheiros civis e afins	71.282	8,1	3,8
Engenheiros agrossilvipecuários	22.556	4,0	3,7
Engenheiros mecatrônicos	427	24,9	3,5
Analistas de sistemas computacionais	17.971	11,9	3,5
Engenheiros metalurgistas e de materiais	4.304	3,6	3,4
Arquitetos	15.516	11,6	2,7

Fonte: Rais (MTE).

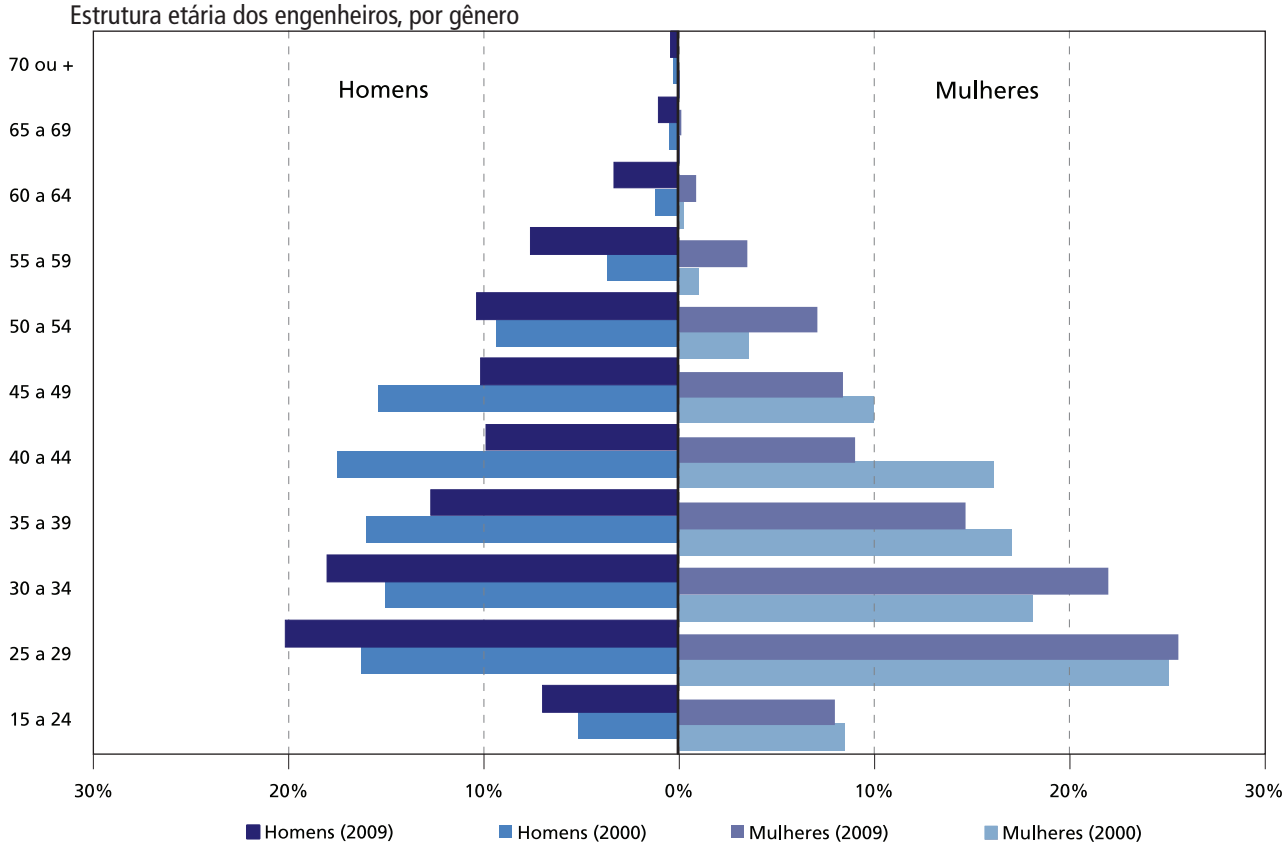
Elaboração dos autores.

Nota: [1] Foram incluídas apenas as ocupações consideradas pelos autores como típicas de engenheiros e profissionais afins.

Na maior parte das ocupações listadas, o aumento salarial recente parece ter como base a especificidade da formação dos profissionais da área, o que pode indicar carências localizadas. Há, também, como no caso dos profissionais de metrologia, uma possível demanda do setor público – com salários crescentes –, a qual não necessariamente decorre de uma pressão de mercado. Adicionalmente, a elevação salarial de algumas ocupações de gerência, como no caso da construção, parece indicar uma possível escassez relativa de profissionais com maior grau de experiência.

A falta de experiência profissional dos profissionais disponíveis no mercado é um argumento recorrente na atual conjuntura do país. Um possível indicativo deste fenômeno é a pirâmide etária dos engenheiros contratados no mercado de trabalho. O gráfico 4 mostra a estrutura etária dos engenheiros, por gênero, nos anos de 2000 e 2009. Neste período, a porcentagem de profissionais com idade abaixo de 35 anos ou acima de 50 anos subiu relativamente ao total, ao passo que a participação dos profissionais com idade entre 35 e 49 anos caiu de forma expressiva.

GRÁFICO 4
Estrutura etária dos engenheiros, por gênero



Fonte: Rais (MTE).
Elaboração dos autores.

Isso pode significar apenas a crescente incorporação do contingente de jovens profissionais formados que têm ingressado ao mercado de trabalho, mas também pode denotar uma relativa escassez de profissionais de idade intermediária e níveis de experiência mais elevados. Neste caso, o aumento da porcentagem de jovens e trabalhadores de mais idade gera custos crescentes de treinamento de novos profissionais e custos adicionais para a retenção de profissionais experientes em idade próxima ou superior à da aposentadoria.

5 COMPARAÇÃO ENTRE A OFERTA DE ENGENHEIROS E A DEMANDA NO MERCADO DE TRABALHO FORMAL

Cabe realizar uma comparação entre, de um lado, as tendências projetadas de demanda, no mercado formal, por engenheiros atuantes em funções típicas de sua formação, e, de outro, a oferta de profissionais diplomados nas áreas de engenharia, produção e construção, segundo a denominação de cursos utilizada pelo Censo da Educação Superior.

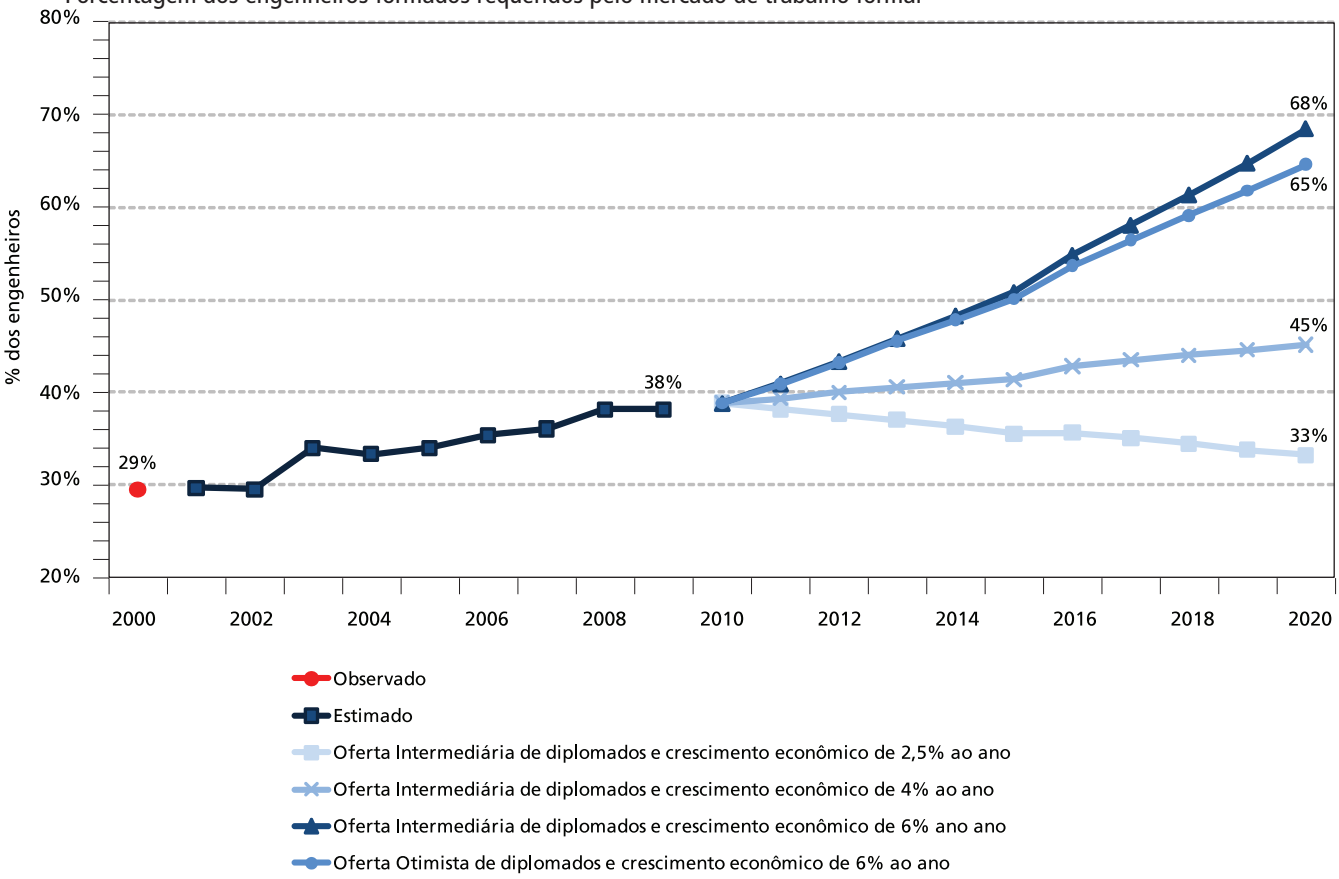
São utilizadas as projeções para a oferta desses profissionais estimadas nesta edição do boletim por Pereira e Araújo (2011). Os autores utilizaram três cenários para o crescimento do número de profissionais formados nas áreas de engenharia. Estes cenários refletem diferentes graus de expansão do número de concluintes do ensino superior nas áreas de engenharia.

O gráfico 5 mostra a comparação entre os cenários de crescimento do número de formados em engenharias e os diferentes cenários de crescimento da economia descritos anteriormente, além de mostrar a evolução da porcentagem dos profissionais com diploma em engenharia que trabalham como empregados assalariados.

Comparando-se os dados do censo populacional e da Rais do ano de 2000, estima-se que 30% dos residentes no país com diploma em engenharia estavam ocupados como assalariados formais em profissões típicas de sua área. Ao longo da década de 2000, esta porcentagem se elevou gradativamente, até alcançar o patamar de 38% em 2009, último ano para o qual há dados consolidados da Rais.

GRÁFICO 5

Porcentagem dos engenheiros formados requeridos pelo mercado de trabalho formal



Fonte: Pereira e Araújo (2011).
Elaboração dos autores.

Admitindo-se o quadro de crescimento médio da economia em torno de 4% a.a. entre 2011 e 2020, com expansão média do número de concluintes de cursos de engenharia, cerca de 45% dos engenheiros do país serão requeridos pelo mercado de trabalho assalariado em 2020.

Assim, porcentagens crescentes dos profissionais formados em engenharia serão demandadas pelo mercado de trabalho para atividades específicas de sua formação. Este fato por si somente não configura uma escassez de profissionais no mercado, pois em cenários de maior crescimento é natural que os trabalhadores tenham suas competências específicas valorizadas pelo mercado.

O Brasil viveu décadas de intenso crescimento no passado, o qual, devido às crises de endividamento do Estado e à hiperinflação, foi interrompido. Durante os períodos de maior estagnação e menores taxas de investimento, profissionais com qualificações como as de engenharia não obtinham retornos adequados em suas áreas de atuação, passando a atuar em outras ocupações ou por conta própria.

A continuidade das taxas moderadas de crescimento verificadas na última década pode significar a volta a uma situação de maior normalidade para o mercado de trabalho de profissionais de engenharia, cuja formação relativamente demorada e dispendiosa justifica seu emprego nas atividades especializadas para as quais são treinados.

No entanto, como mostra o gráfico 5, em um cenário de maior crescimento econômico, mesmo uma expansão bastante elevada do número de engenheiros formados, acima dos padrões atuais de expansão, pode mostrar-se insuficiente para atender à demanda do mercado por estes profissionais.

Por fim, caso o país experimente um cenário de crescimento mais modesto da economia, em torno de 2,5% a.a., mesmo uma expansão média do número de profissionais de engenharia pode significar a volta aos padrões anteriores à retomada do crescimento econômico. Isto significaria um novo ciclo de desvalorização de profissionais com qualificações específicas como as de engenheiros e profissionais afins.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dadas as incertezas inerentes ao sistema econômico, o ritmo de expansão dos profissionais formados parece estar acompanhando adequadamente, pelo menos do ponto de vista quantitativo e mais geral, as tendências do mercado de trabalho.

Não se pode esperar que a oferta de profissionais especializados se antecipe, por si só, às necessidades de mercado, uma vez que as decisões de jovens sobre a área de formação – e, posteriormente, sobre sua área de atuação – dependem de sinais emitidos pelo mercado quanto à valorização dos salários e carreiras a serem escolhidas. É natural, portanto, que haja certa defasagem entre os sinais de mercado e o ajuste da oferta de profissionais, que leva tempo para se concretizar.

As recomendações de política devem estar centradas em aspectos mais complexos que a simples expansão de vagas, mesmo porque a oferta de profissionais em engenharia e em outras profissões com maior grau de especialização depende também da qualificação adequada dos ingressantes no ensino superior.

Para garantir uma oferta continuamente ampliada de engenheiros, que parece ser requerida se o crescimento econômico se concretizar, será necessário melhorar significativamente as competências básicas dos alunos de ensino médio, para que mais candidatos tenham condições de ingressar nos cursos mais especializados, como os de engenharia, e concluí-los com sucesso. O desempenho brasileiro no Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa, na sigla em inglês), discutido por Soares e Nascimento (2011) neste *Radar*, permite vislumbrar uma progressiva melhora das capacidades cognitivas dos alunos, mas ainda em um nível insuficiente para as necessidades do país.

Os números apresentados por Gusso e Nascimento (2011), também nesta edição, mostram que a expansão das vagas e dos diplomados em engenharias impõe desafios em relação à qualidade dos cursos, tanto nos sistemas públicos quanto nos sistemas privados de educação superior. Ademais, há a importante questão da defasagem temporal entre medidas e políticas de ensino e seus efeitos sobre o mercado de trabalho.

Finalmente, necessidades específicas de setores cujo ritmo de crescimento permaneça elevado parecem requerer esforços adicionais. A julgar pelos dados apresentados, a situação parece mais crítica, no caso específico das engenharias e áreas afins, nos setores de extração mineral (incluindo petróleo e gás), construção e infraestrutura. Ademais, sob taxas médias anuais de crescimento em torno de 6%, o mercado de trabalho tenderá a requerer, em 2020, o dobro da proporção de engenheiros hoje ocupada em funções típicas. Tal situação representa um potencial gargalo, principalmente ao se levar em consideração que profissionais com esta formação deverão continuar a ser demandados também em outras ocupações.

REFERÊNCIAS

BORÇA JÚNIOR, G.; QUARESMA, P. Perspectivas de investimento na infraestrutura 2010-2013. **Visão do Desenvolvimento,** BNDES, n. 77, 22 fev. 2010.

GUSSO, D. A.; NASCIMENTO, P. A. M. M.. Contexto e dimensionamento da formação de pessoal técnico-científico e de engenheiros. **Radar**, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Contas Nacionais Trimestrais, 2000 a 2010**. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/. Acesso em: jan. 2011.

_____. **Sistema de contas nacionais, Tabelas de recursos e usos, 2008**. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/. Acesso em: jan. 2011.

MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). **Relação Anual Informações Sociais (Rais) de 1986 a 2009**. Brasília: MTE, 1986-2009.

NASCIMENTO, P. A. M. M.; MACIENTE, A. N.; GUSSO, D. A.; ARAÚJO, T. C.; SILVA, A. P. T. Escassez de engenheiros: realmente um risco? **Radar,** Brasília: Ipea, n. 6, fev. 2010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Projection methods for integrating population variables into development planning:** methods of preparing school enrolment, labour force and employment projections. Cap. 7, 1990.

PEREIRA, R. H. M.; ARAÚJO, T. C. Oferta de engenheiros e profissionais afins no Brasil: resultados de projeções iniciais para 2020. **Radar**, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.

PUGA, F. Investimentos em perspectiva já são superiores a valores pré-crise. **Visão do Desenvolvimento,** BNDES, n. 81, 21 maio 2010.

PUGA, F.; MEIRELLES, B. Perspectivas de investimento na indústria em 2010-2013. **Visão do Desenvolvimento,** BNDES, n. 79, 15 mar. 2010.

SOARES, S. S. D.; NASCIMENTO, P. A. M. M.. Evolução do desempenho cognitivo do Brasil de 2000 a 2009 face aos demais países. **Radar**, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – ipea 2011

EDITORIAL

Coordenação
Cláudio Passos de Oliveira

Supervisão
Marco Aurélio Dias Pires
Everson da Silva Moura

Revisão
Luciana Dias Jabbour
Reginaldo da Silva Domingos
Andressa Vieira Bueno (estagiária)
Leonardo Moreira de Souza (estagiário)

Editoração Eletrônica
Bernar José Vieira
Cláudia Mattosinhos Cordeiro
Luís Cláudio Cardoso da Silva
Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Capa
Luís Cláudio Cardoso da Silva

Projeto Gráfico
Renato Rodrigues Bueno

Livraria do Ipea
SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.
70076-900 – Brasília – DF
Fone: (61) 3315-5336
Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

ISSN 2177-1855

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS
PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA