

# 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.<sup>1</sup> 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.<sup>2</sup>

## 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 Bastias 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.

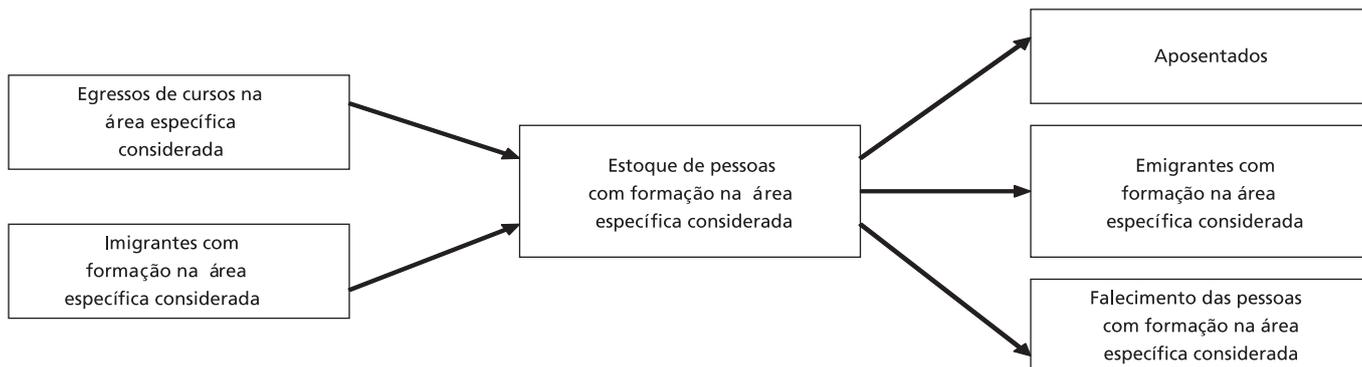
1. Neste trabalho, utiliza-se o termo *oferta* num sentido diferente daquele encontrado na literatura econômica. Aqui, a *oferta* de mão de obra qualificada é entendida de uma maneira mais ampla, que abrange a existência de pessoas com qualificação na área, independentemente de estarem ou não dispostas 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).<sup>3</sup> 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;<sup>4</sup> 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.<sup>5</sup> 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.<sup>6</sup> 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).

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

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 estes 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.<sup>7</sup>

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).

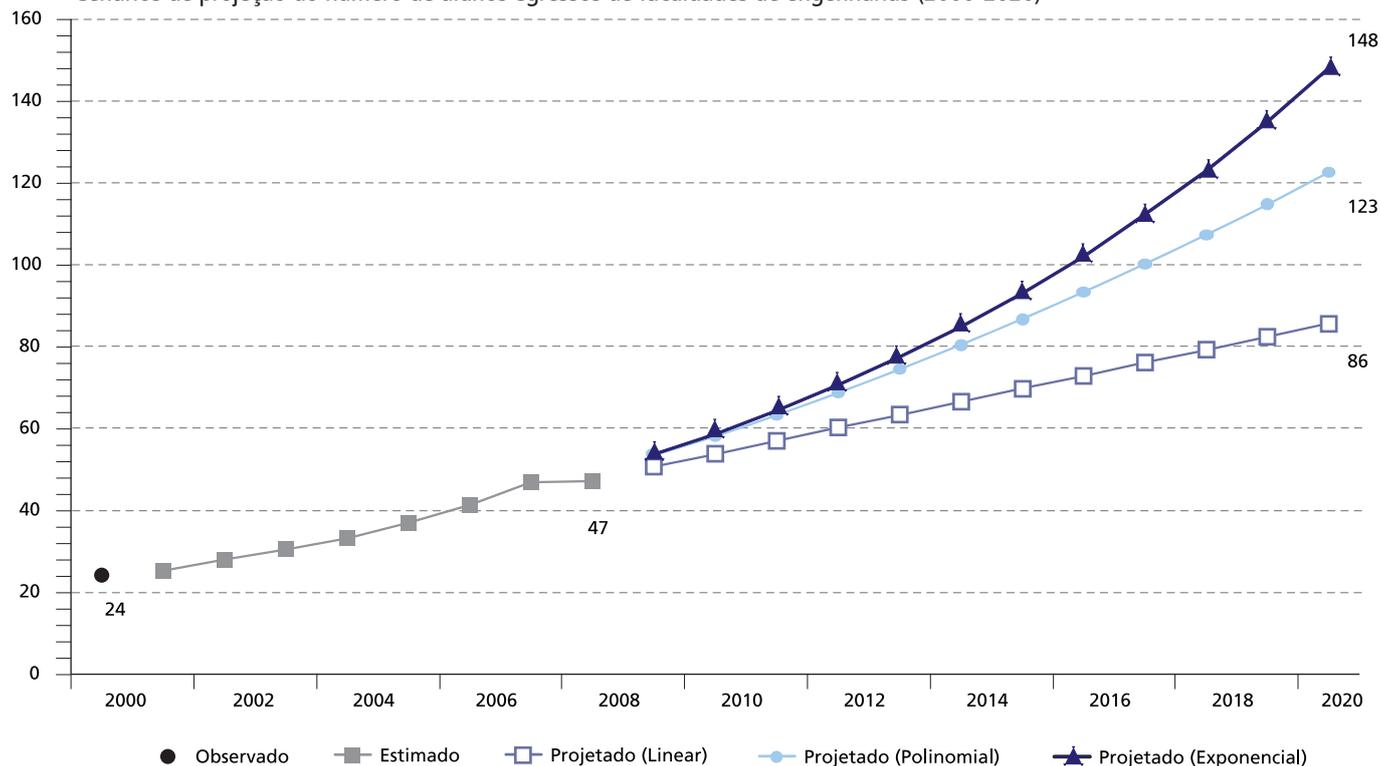
5. Em face da dificuldade de se estimarem as taxas específicas de mortalidade experimentadas pela população com ensino superior, optou-se, neste estudo, por utilizar as informações de mortalidade da população em geral, independentemente de seu grau de escolaridade. Embora esta alternativa oculte as diferenças 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).

## GRÁFICO 1

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,.

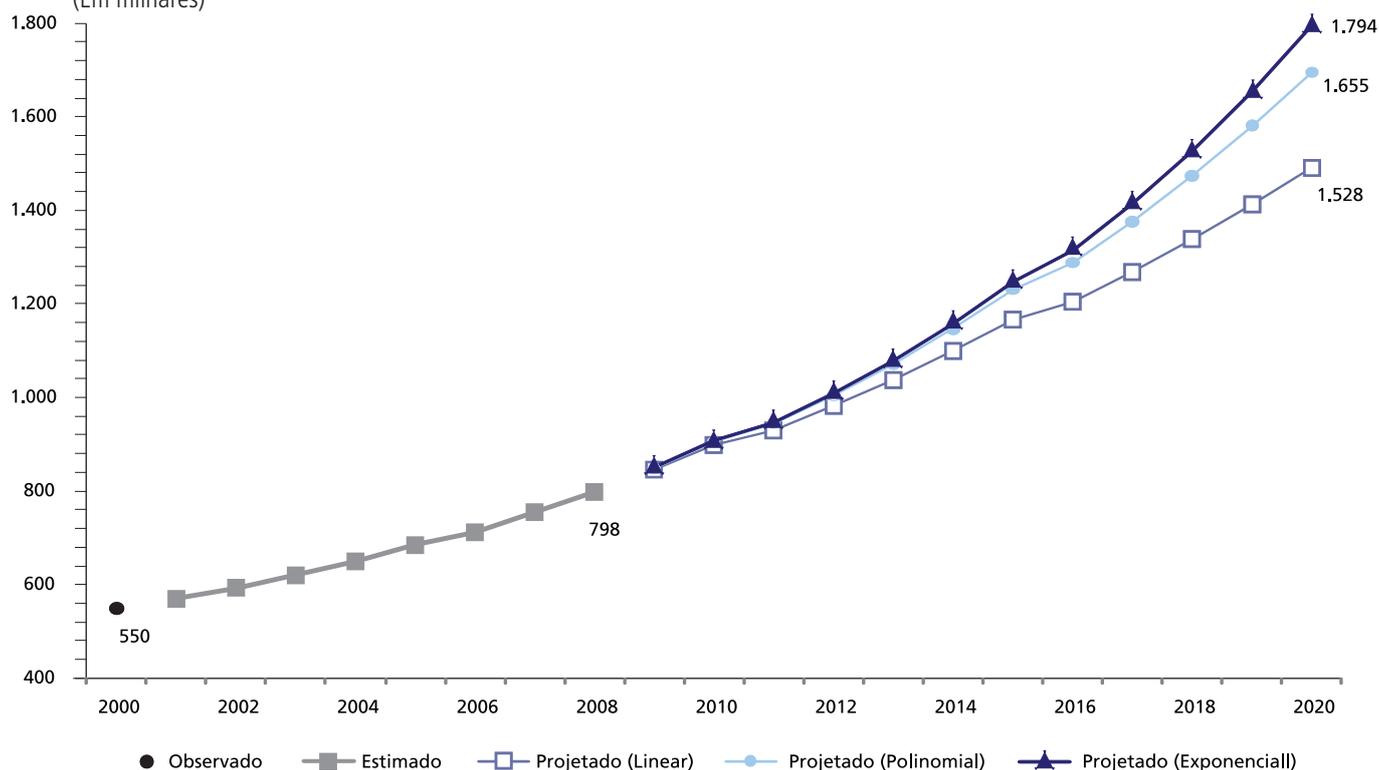
Ao incorporar paulatinamente esses egressos universitários ao estoque de engenheiros captados pelo Censo Demográfico 2000, e submetendo-os à dinâmica de mortalidade e de aposentadorias, observa-se que, caso as hipóteses traçadas se confirmem, o estoque projetado de engenheiros tenderá a aumentar até 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.<sup>8</sup> Esta proporção não deve ser entendida necessariamente como uma taxa de desvio pernicioso. 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.<sup>9</sup>

## 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 ressaltar, 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](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.