

Projeções de mão de obra qualificada no Brasil: cenários para a disponibilidade de engenheiros até 2020*

Rafael Henrique Moraes Pereira**

Paulo A. Meyer M. Nascimento***

Thiago Costa Araújo****

Este estudo apresenta um método de projeção populacional capaz de estimar, para o Brasil, a oferta de mão de obra qualificada com nível superior de escolaridade em áreas específicas do conhecimento. Para tanto, emprega-se uma metodologia que utiliza um conjunto de bases de dados públicos (SIM/Datasus, Censo Demográfico, Censo da Educação Superior e PNADs). Ao combinar a equação compensadora com um modelo simplificado das entradas e saídas no mercado de trabalho, a metodologia proposta permite calcular a projeção ano a ano com resultados desagregados por sexo e grupos quinquenais de idade. O estudo apresenta também os resultados da aplicação dessa metodologia na simulação de cenários sobre a disponibilidade de profissionais com formação em cursos de engenharia, produção e construção, no mercado de trabalho brasileiro até 2020. Os cenários se diferenciam em função dos possíveis ritmos de expansão a serem observados no número de ingressantes e concluintes em cursos de ensino superior nessas áreas. Caso as tendências recentes se concretizarem, o mercado de trabalho brasileiro poderá contar, em 2020, com um estoque entre 1,9 e 2,3 milhões de pessoas formadas em engenharias por instituições brasileiras de ensino superior. Os resultados apontam ainda que serão observadas duas alterações relevantes: a feminização e o rejuvenescimento da força de trabalho com diploma nas áreas de engenharia.

Palavras-chave: Projeção demográfica. Ensino superior. Mão de obra qualificada. Engenharia.

* Os autores agradecem os comentários de pesquisadores do Ipea, como Divonzir Gusso, Fabiano Pompermayer, Sergei Soares, Aguinaldo Maciente, Marcelo Caetano, Leonardo Monasterio e Ana Amélia Camarano, e também os comentários de Vanderli Fava de Oliveira (UFJF), Gabriel Bastias Silva (Universidad Católica de Chile) e Roberto Lobo. Os erros porventura remanescentes no estudo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

** University of Oxford, Oxford, United Kingdom e Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea, Brasília-DF (rafael.pereira@ipea.gov.br).

*** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea, Brasília-DF Brasil (paulo.nascimento@ipea.gov.br).

**** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea, Brasília-DF, Brasil (thiago.araujo@ipea.gov.br).

Introdução

Dado o nível de amadurecimento do campo de estudos sobre projeções e estimativas populacionais no Brasil, o uso de projeções demográficas pode trazer importantes contribuições para o planejamento de atividades dos setores privado e público no país. O cálculo dessas projeções pode ser extremamente útil, por exemplo, para estimar o volume e a estrutura de uma população num momento futuro, informações importantes para se antecipar às demandas por serviços ou para estimar o público-alvo de políticas públicas.

Entretanto, quando se trata de projetar um grupo populacional muito específico, como as pessoas com determinada formação acadêmica/profissional, há ainda amplo espaço para aprimoramentos metodológicos. O presente estudo objetiva contribuir nesse sentido, ao apresentar uma proposta metodológica de projeção populacional com vistas a estimar, para determinado momento futuro, a disponibilidade de mão de obra qualificada (isto é, com formação de nível superior em áreas específicas do conhecimento) no mercado de trabalho brasileiro.

Construir cenários prospectivos sobre a disponibilidade da força de trabalho ganha especial relevância no atual contexto econômico-demográfico do Brasil, marcado, por um lado, pelo 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 projeções populacionais elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008), no Brasil, a População em Idade Ativa (PIA) – entre 15 e 65 anos – deverá atingir seu pico, em termos relativos, em 2023, quando corresponderá a aproximadamente 71% da população do país e, em termos absolutos, por volta de 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, o Brasil vem experimentando um desempenho mais vigoroso nos últimos anos. Embora possa parecer um paradoxo, este ritmo de crescimento tem acentuado as preocupações de empresários e estudiosos acerca de um possível “apagão de mão de obra especializada”.

Para colaborar com esse debate, o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) iniciou, em 2010, um projeto de pesquisa sobre o tema visando compreender as perspectivas da demanda e da oferta de mão de obra qualificada no Brasil nas próximas décadas.¹ Como parte desse esforço, o presente estudo traz uma proposta metodológica para projeção demográfica da disponibilidade de profissionais especializados – com destaque, neste momento, para a população com ensino superior em cursos de engenharia. 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

¹ Para um estudo preliminar do projeto, ver Pompermayer et al. (2011).

e construção, conforme classificação oficial adotada pelo Censo da Educação Superior do Ministério da Educação (MEC).²

A metodologia proposta utiliza um conjunto de bases públicas de dados, envolvendo o Censo da Educação Superior (divulgado pelo Ministério da Educação – MEC), as Pesquisas Nacionais por Amostra de Domicílios (PNAD) e o Censo Demográfico (ambos do IBGE), além de dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/Datasus) do Ministério da Saúde (MS).

A seguir é feita uma breve revisão de literatura sobre projeções populacionais e de força de trabalho. Posteriormente, apresentam-se a metodologia e os resultados obtidos com a aplicação do método na simulação de cenários sobre a disponibilidade no mercado de trabalho brasileiro, até 2020, da população com diploma nas áreas de engenharias. Por fim, são tecidas algumas reflexões e recomendações para estudos futuros.

Revisão de literatura – projeções demográficas e de força de trabalho

O campo de estudos demográficos tem longa tradição em discussão dos métodos e técnicas de projeção populacional (ONU, 1956). Particularmente ao longo das últimas décadas no Brasil, podem ser encontrados avanços nas diversas metodologias de projeções populacionais em estudos como os de Beltrão et al. (2000), Arriaga (2001), O'Neill et al. (2001), Jannuzzi (2007) e Oliveira, Albuquerque e Lins (2004), além das projeções demográficas oficiais realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002; 2008).

O trabalho de O'Neill et al. (2001) faz uma síntese dos diversos métodos alternativos para se calcularem projeções populacionais. É importante observar que não existe um método que seja o melhor em todas as situações, mas sim métodos que são mais adequados para cada contexto de disponibilidade de dados e de qualidade das informações. No entanto, o método das componentes demográficas (*cohort-component method*) costuma ser apontado como o mais consagrado para projeção populacional (ARRIAGA, 2001; O'NEILL et al., 2001; ONU, 1956), tendo como vantagem de se projetar, isoladamente, o comportamento de cada uma das três variáveis demográficas (fecundidade, mortalidade e migrações).

Em linhas gerais, a projeção de populações por sexo e idade, a partir do método das componentes demográficas, consiste na aplicação das taxas projetadas (fecundidade, mortalidade e migrações) por idade para cada coorte de pessoas em cada ano do período de projeção. A interação entre níveis e padrões de cada uma destas componentes fornece os resultados desagregados por sexo e grupos etários do número de óbitos, do saldo migratório e do número de nascimentos estimados a cada ano.

A partir dessas informações projetadas, utiliza-se a equação compensadora (também conhecida como equação de equilíbrio populacional) para se estimar a população no

² Para a relação completa dos cursos incluídos nessa classificação, ver o *site* do Inep no *link*: <http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela_OCDE_2009.pdf>.

momento seguinte. Trata-se de uma equação de fácil intuição, na qual a população final de determinado território no momento $t+n$ equivale à sua população inicial no momento t , acrescida de seu crescimento vegetativo (n° de nascimentos menos n° de óbitos por idade nesse período) e de seu saldo migratório (n° de imigrantes menos n° de emigrantes durante esse mesmo período).

Sua expressão analítica é representada na seguinte fórmula:

$$P_{(t+n)} = P_{(t)} + B_{(t, t+n)} - D_{(t, t+n)} + I_{(t, t+n)} - E_{(t, t+n)} \quad (1)$$

Onde:

$P_{(t+n)}$ = população no ano $t+n$;

$P_{(t)}$ = população no ano t ;

$B_{(t, t+n)}$ = nascimentos ocorridos entre o período t e $t+n$;

$E_{(t, t+n)}$ = emigrantes entre o período t e $t+n$;

$D_{(t, t+n)}$ = óbitos ocorridos entre o período t e $t+n$;

$I_{(t, t+n)}$ = imigrantes entre o período t e $t+n$;

t = momento inicial da projeção;

n = intervalo projetado.

Por meio desse método, apresentado aqui de maneira muito sucinta, é possível simular o crescimento e a composição que determinada população vivenciará caso se concretizem as suposições assumidas quanto ao comportamento futuro de cada uma das componentes demográficas em termos de seus níveis e padrões por sexo e idade (CEPAL, 2009). A construção de cenários acerca das perspectivas futuras dessas variáveis, em si, constitui uma das mais delicadas etapas da projeção populacional, na medida em que a formulação de hipóteses necessita, ao mesmo tempo, manter a coerência com as informações disponíveis observadas nas tendências passadas e lidar com a sensibilidade na alteração dos resultados da projeção diante das trajetórias estimadas.

Projeções de força de trabalho e de mão de obra qualificada

Projeções demográficas também podem fornecer importantes contribuições em questões ligadas ao contexto econômico de um país e às suas políticas educacionais e de formação profissional. Estimativas populacionais dessa natureza permitem, por exemplo, avaliar situações futuras de maior ou menor disponibilidade de profissionais com determinadas formações acadêmicas no mercado de trabalho, sinalizando sobre eventuais necessidades de ajustes em programas de formação profissional (JANNUZZI, 2000; NEUGART; SCHÖMANN, 2002; JANNUZZI; VANETI, 2010).

No Brasil, desde a década de 1980, existe uma trajetória de estudos prospectivos sobre a disponibilidade de força de trabalho na economia do país, entre os quais podem ser destacados os de Henriques (1985), Camarano (1986), Neupert, Calheiros e Theodoro (1989), Januzzi (2000), Wajnman e Rios Neto (1999; 2000) e Ipea (2006). Essa linha de pesquisa tem por foco as projeções da População Economicamente Ativa (PEA) do país,

a partir das quais é possível estimar o tamanho, a estrutura e o ritmo de crescimento da população disponível para o trabalho. Na bibliografia internacional, merecem destaque as experiências consolidadas dos Estados Unidos (BLS, 2010) e do Canadá (HRSDC, 2008), com suas pesquisas periódicas sobre o tema. O trabalho de Bijak et al. (2007) também traz importante contribuição ao construir projeções da PEA para 27 países europeus, incorporando reflexões sobre questões como migração internacional e envelhecimento populacional.

Em linhas gerais, tais projeções são realizadas a partir da estimação dos futuros níveis das taxas específicas de atividade (TEA), que representam a proporção de uma população tida como “economicamente ativa”, por sexo, em cada grupo etário. Assim, a projeção da PEA seria resultado da aplicação dessas taxas específicas de atividade estimadas sobre uma projeção populacional desagregada por sexo e idade.³

Apesar de a literatura citada avançar nas projeções de força de trabalho no Brasil, o cálculo de projeções de pessoas com determinada formação acadêmica/profissional não parece tão disseminado no país. Eijis (1994) destaca que, mesmo em nível internacional, projeções do lado da oferta do mercado de trabalho constituem elemento relativamente pouco explorado em projeções de força de trabalho. Normalmente, apenas uma projeção do total da disponibilidade de força de trabalho é feita, sem nenhuma segmentação que as remeta ao tipo de formação desses profissionais. Segundo Eijis (1994, p. 17), os métodos mais comumente utilizados para projetar disponibilidades futuras de mão de obra são dois:

- *Método por contabilidade de estoque* (em inglês, *stock accounting method*) – equivalente à projeção da PEA, parte de estimativas das taxas de participação de subgrupos específicos (tais como por idade, gênero e/ou etnia) no mercado de trabalho, a fim de projetar o crescimento populacional desses subgrupos, tendo por foco descrever a População Economicamente Ativa em termos de perfis etário, étnico e de gênero, entre outros;
- *Método do fluxo de entrada e saída* – utiliza estimativas da evolução do fluxo de entrada e de saída no mercado de trabalho, em geral por gênero e faixa etária, para obter projeções da composição da força de trabalho.

Eijis (1994) enumera quatro institutos que liderariam, no mundo ocidental, a aplicação de métodos de projeção de força de trabalho: o norte-americano *Bureau of Labor Statistics* (BLS); o alemão *Institute of Employment Research* (IAB, na sigla original); o britânico *Institute for Employment Research* (IER); e o holandês *Research Centre for Education and the Labour Market* (ROA, na sigla original). No que diz respeito a projeções do lado da oferta, o autor assevera que a prática adotada por esses quatro institutos varia entre um e outro dos métodos mencionados anteriormente, inclusive utilizando aspectos de ambos.

Em publicação mais recente, organizada por Neugart e Schömann (2003), é fornecida uma visão geral de projeções feitas em uma gama maior de institutos de pesquisa, que

³ A projeção dessas taxas específicas de atividade enfrenta uma série de desafios envolvendo incertezas futuras com as eventuais alterações na estrutura produtiva, nível e tipo de industrialização, avanços tecnológicos que afetem a produtividade marginal do trabalho, o nível de participação feminina no mercado de trabalho, etc. Para uma abordagem mais detalhada das metodologias disponíveis para projeção das TEAs e seus desafios metodológicos, ver os trabalhos de Neupert, Calheiros e Theodoro (1989) e Januzzi (2000). Para outros métodos de projeção da PEA, ver a publicação da Organização das Nações Unidas (ONU, 1971, 1990).

abrangem Alemanha, Áustria, Canadá, Espanha, Estados Unidos, França, Holanda, Irlanda, Japão e Reino Unido. Cada um dos estudos realizados nesses países adapta os métodos de *stock accounting* e de fluxos de entrada e saída às especificidades da formação e do mercado de trabalho em seus países, bem como à disponibilidade de dados. Buscando desenvolver uma metodologia global capaz de realizar comparações entre países, KC et al. (2010) apresentam uma compreensiva pesquisa em que são construídas projeções demográficas por nível educacional (o que os autores chamam de *education-specific population projections*) para 120 países (abrangendo 93% da população mundial em 2005), com resultados desagregados por sexo, grupos etários e nível de escolaridade.

Um grande desafio de projeções de força de trabalho, contudo, é associar o tipo de qualificação obtida nos bancos escolares à função desempenhada no mercado de trabalho. Neugart e Schömann (2002), assim como Freeman (2007), argumentam que o alcance de tal objetivo enriquece o nível de informação que se toma como referência para formulação e planejamento de políticas educacionais mediadas pelas perspectivas da evolução do mercado de trabalho.

Não obstante, convém ressaltar que, via de regra, não existe uma correspondência exata entre a área de formação acadêmica de uma pessoa e o tipo de ocupação que ela irá exercer no mercado de trabalho. Modelos que assumem uma relação unívoca entre ocupação e qualificação acadêmica pecam por desconsiderar os mecanismos de ajuste que operam no mercado de trabalho, em especial a substituição comumente observada entre concluintes de variados cursos técnicos e superiores nas diversas ocupações (BLAUG, 1967 apud CÖRVERS; HEIJKE, 2004).

Assim, para a construção de projeções sobre a disponibilidade de um perfil profissional específico, devem ser considerados: requerimento técnico suficientemente especializado para o exercício de tal função (por exemplo, gerenciamento de obras é uma função típica do engenheiro civil em razão de especificidades técnicas); delimitação legal acerca das qualificações que habilitam para determinada ocupação (por exemplo, atualmente, professores de educação básica precisam ser licenciados na área que ensinam); e agregação dos dados de áreas de formação e/ou de ocupações até o limite em que se incorporem a contento as diversas qualificações e funções substituíveis entre si. Nesse caso, dependendo do nível de agregação que se faça necessário, a agregação tende a aproximar a projeção de estimativas da disponibilidade futura da PEA, e não de um tipo de profissional específico.

Focado no setor elétrico e preocupado com as perspectivas de envelhecimento populacional no país, o Departamento de Energia dos Estados Unidos preparou um relatório para o Congresso norte-americano acerca da oferta e demanda, até 2015, de engenheiros de energia e de profissionais instaladores e reparadores de linhas elétricas aéreas (UNITED STATES, 2006). Nesse relatório, o método empregado para projetar o número de engenheiros que se formariam até 2015 tomou como base a projeção global do número de concluintes universitários, realizada pelo Instituto de Educação e Ciências (IES) norte-americano. Considerando a proporção desses diplomas que foram conferidos nos cursos de engenharia

elétrica em relação ao total, o estudo assumiu como constante para todo o período projetado a proporção observada em 2002 (um pouco acima de 1%). Em termos metodológicos, no entanto, o relatório não apresenta em detalhes o método utilizado na consideração de questões como a migração, aposentadoria ou mortalidade desses profissionais.

Na América Latina, podem ser destacados os estudos de Goic (1994; 1999) durante a década de 1990. No primeiro trabalho, o autor calculou uma estimativa da disponibilidade de médicos no Chile, para 1994, e a projetou para 1998 e 2003, enquanto, no segundo, atualizou os resultados para o ano de 2008.⁴ O método aplicado pelo autor parte de um modelo simplificado de entrada e saída da atividade profissional, em que o número de médicos num ano $t+1$ depende do estoque já existente desses profissionais no ano t , bem como do número de concluintes em cursos de nível superior nesse período e daqueles médicos que deixarão a atividade profissional por razões de falecimento ou de aposentadoria no mesmo período. A metodologia utilizada fornece resultados sem desagregação por sexo ou idade, tratando apenas do contingente total de médicos ativos no Chile.

O número de médicos que saem das universidades e ingressam na carreira foi projetado com base nos dados de contingente de ingressos e egressos nas universidades entre 1977 e 1992 (considerando uma mortalidade acadêmica de 20%). O autor não especifica, contudo, o método de projeção aplicado. Para estimar as saídas do mercado de trabalho, Goic (1994; 1999) estimou os óbitos dos médicos levando em conta uma taxa de mortalidade de cinco por mil (ligeiramente inferior àquela observada para a população chilena em geral). A saída por motivos de aposentadoria foi estimada aplicando-se uma taxa de aposentadoria anual de 0,5% (definida *ad hoc*) e uma idade de corte de 70 anos, a partir da qual todos os médicos eram considerados aposentados. Nas projeções, o autor incorporou a imigração dos médicos que se graduaram no exterior habilitados para exercer a profissão no país, sem, contudo, especificar o método de projeção ou tecer considerações sobre a emigração de médicos chilenos.

Um dos poucos estudos brasileiros com foco na projeção de profissionais com formação específica é a dissertação de mestrado de Rodrigues (2008). Nesse trabalho, a autora projeta o número de médicos que deverão estar em exercício no Estado de Minas Gerais, para 2010, 2015 e 2020, dando importante contribuição para os estudos de projeções de profissionais no Brasil, ao sistematizar a literatura e trazer reflexões sobre o tema.

Em linhas gerais, o método empregado pela autora baseia-se numa combinação da equação compensadora com o modelo simplificado das entradas e saídas no mercado de trabalho utilizado por Goic (1994, 1999), posteriormente sistematizado por Bastías et al. (2000). A ideia central subjacente a essa metodologia foi incorporada ao presente estudo e será apresentada com mais detalhes a seguir.

⁴ Simoens e Hurst (2006) fazem um apanhado de longa bibliografia sobre a disponibilidade de médicos em países da OCDE. Apesar de sumarizar algumas questões centrais abordadas nesses estudos, os autores não entram, contudo, em detalhes acerca das metodologias empregadas na construção das projeções.

Em termos dos dados empregados, o trabalho de Rodrigues utiliza algumas fontes públicas, como as Tábuas de Vida, do IBGE, calculadas para o Estado de Minas Gerais, e informações sobre ensino superior do Ministério da Educação (MEC). No entanto, a projeção elaborada pela autora toma como principal fonte de dados uma série de informações obtidas no Sistema Integrado de Entidades Médicas (Siem), que constitui um registro administrativo ligado ao Conselho Federal de Medicina (CFM) – não sendo, portanto, uma fonte pública de dados, o que dificulta eventuais replicações futuras do modelo por ela desenvolvido.

Além disso, o tratamento dos dados teve de considerar algumas particularidades próprias à profissão médica (regulamentação e o papel desempenhado pelos conselhos estadual e federal da profissão), bem como a disponibilidade de dados sobre a profissão. A estimativa do número de profissionais que se formaram e ingressam na carreira, por exemplo, foi feita com base na relação entre o número de novas inscrições no Conselho Regional de Medicina de Minas Gerais (CRM/MG) num ano t e o número de vagas ofertadas pelas universidades no ano $t-6$ (mantendo essa razão constante para todo período da projeção). As taxas líquidas de migração (TLM) projetadas até 2020 supuseram constantes as TLMs registradas pelo Siem/CRM/MG em 2007.⁵

Dadas essas particulares enfrentadas por Rodrigues (2008), pode ser extremamente difícil, e em alguns casos até inviável, replicar a metodologia da autora para outras categorias profissionais sem que sejam feitas algumas adaptações no método e nas fontes de dados envolvidas.

Metodologia

A metodologia utilizada neste estudo 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.⁶

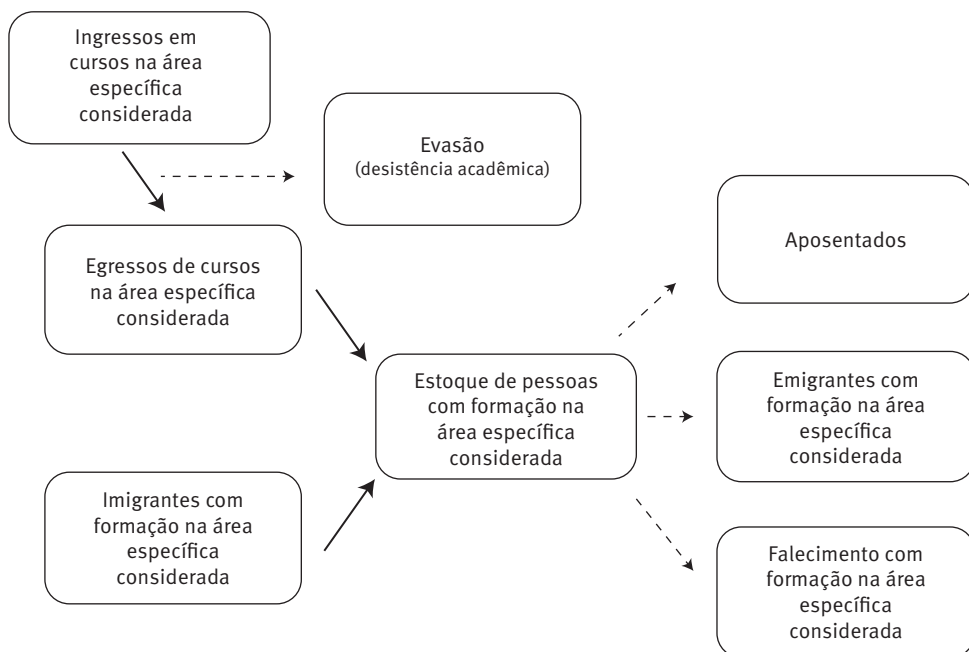
A abordagem é a mesma adotada pelos estudos de Goic (1994; 1999), Bastías et al. (2000) e Rodrigues (2008). Em linhas gerais, o método baseia-se numa combinação da equação compensadora com o modelo simplificado das entradas e saídas no mercado de trabalho utilizado por esses autores. Essa combinação contribui com um importante ponto de partida para projeções do estoque de força de trabalho com nível superior de escolaridade, ao adaptar a equação de equilíbrio populacional tradicional com variáveis mais adequadas para se analisar a entrada e saída de profissionais no mercado de trabalho, de forma a considerar sua composição demográfica.

⁵ Na ausência de informações precisas sobre a mortalidade dos médicos em Minas Gerais, a autora utilizou a mesma sobrevivência da população do Estado. A aposentadoria foi estimada com uma idade de corte de 70 anos, como aplicado por Goic (1994; 1999) e Bastías et al. (2000).

⁶ Para uma metodologia visando a projeção de demanda por engenheiros e o cruzamento dos resultados de tais projeções com os resultados a serem apresentados na próxima seção, consultar Maciente e Araújo (2011) e Maciente e Nascimento (no prelo).

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 contabilizar aquelas pessoas que deixam o mercado de trabalho por razões tanto de óbito quanto de aposentadoria. A projeção pode ser calculada ano a ano com resultados desagregados por sexo e grupos quinquenais de idade. A Figura 1 apresenta um esquema do modelo.

FIGURA 1
Modelo visual da equação compensadora para análise da evolução do estoque de força de trabalho em áreas específicas do conhecimento



Fonte: Goic (1994; 1999), Bastías et al. (2000) e Rodrigues (2008).

A lógica por trás da equação compensadora em sua versão original é mantida. Ou seja, o tamanho da população com diploma em uma área específica de formação dentro de determinado território no momento $t+n$ equivale ao seu estoque inicial de pessoas formadas naquela área no momento t , acrescido do número de egressos do sistema educacional naquela área durante esse período, subtraindo-se o número de pessoas com tal diploma que saíram do mercado de trabalho no período (por razões de aposentadoria ou óbito) e acrescentando-se o saldo migratório desse território (n° de imigrantes menos n° de emigrantes no mesmo período, considerados apenas aqueles com formação na especialidade em questão).

Com base nesse método, será possível simular – a partir dos pressupostos assumidos para o comportamento futuro das componentes de mortalidade e migração (variáveis de natureza demográfica) e das componentes de aposentadorias e egressos do sistema de ensino

superior (variáveis com naturezas mais política e econômica) – o ritmo de crescimento, a composição etária e o tamanho da população que estará disponível no mercado de trabalho brasileiro com determinada formação educacional.

As subseções a seguir apresentam os procedimentos metodológicos e as fontes de dados tomados como base para aplicação da metodologia no estudo de caso dos profissionais formados em cursos de nível superior classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.⁷

Dado que estão incluídos nessa mesma categoria cursos com grau tanto de bacharelado como tecnólogo, que possuem diferentes dinâmicas de funcionamento e expansão, as etapas de projeção descritas a seguir foram realizadas considerando-se separadamente esses tipos de curso. A apresentação dos resultados, contudo, será feita para o agregado dos profissionais de engenharia.

População no ano base

Na presente metodologia, a população no ano base equivale ao estoque inicial de pessoas com determinada credencial – isto é, com formação específica em uma área do conhecimento. No caso, a credencial de interesse é o diploma de nível superior em cursos da área de engenharia, produção e construção. A população detentora dessa credencial no ano base pode ser obtida no Censo Demográfico 2000, do IBGE (variável v4355 – Código do curso mais elevado concluído). A forma de organização dos dados permite fácil acesso a essa informação, de forma desagregada por sexo e grupos quinquenais de idade. A data de referência do Censo é 1^o de agosto de 2000.

Conforme afirmado anteriormente, não existe uma correspondência exata entre a área de formação acadêmica de uma pessoa e o tipo de ocupação que essa pessoa irá exercer no mercado de trabalho. Assim, é necessário reconhecer que uma parcela dessa população obtida para o ano base da projeção encontra-se empregada em ocupações outras que não as típicas de sua área de formação.

No caso do presente trabalho, foi possível observar que, em 2000, 24% das pessoas empregadas em ocupações típicas de engenharia não possuíam diploma nas áreas relacionadas à engenharia.⁸ Da mesma maneira, verificou-se que 69% dos diplomados nas áreas de engenharia não estavam empregados em ocupações típicas da área, naquele ano. Nesses casos, pode-se esperar encontrá-los numa das seguintes situações: inseridos em outras ocupações; desempregados; exercendo atividades como profissionais não assalariados; emigrantes para outros países; ou simplesmente fora do mercado de trabalho.

⁷ Para ver um retrospecto sobre a formação de nível superior dessas áreas no Brasil, ver o estudo de Oliveira (2010).

⁸ Para definição das ocupações consideradas típicas de engenharia, utilizou-se o mesmo procedimento adotado por Maciente e Nascimento (no prelo). Selecionaram-se, assim, aquelas ocupações designadas na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) que abrangem profissionais tanto de engenharias como de áreas relacionadas a eletromecânica, biotecnologia, metrologia, pesquisas em engenharias e tecnologia e docência em engenharia, geofísica, geologia e arquitetura e urbanismo.

Nos Estados Unidos, por exemplo, a porcentagem de engenheiros trabalhando fora de suas ocupações típicas, em 1999, era de aproximadamente 68% (NSF, 2003, p. 250). Essa proporcionalidade pode ser entendida como uma taxa de desvio e ocorre em função do ajuste do próprio mercado de trabalho, em termos do que as oportunidades de emprego exigem dos profissionais disponíveis, bem como das ofertas salariais que esses profissionais recebem em cada tipo de ocupação.

Em princípio, essas taxas de desvio não comprometem os resultados da presente metodologia. Isso porque a metodologia se presta a projetar a quantidade de pessoas disponíveis no mercado de trabalho com uma formação universitária específica, ou seja, aquelas pessoas que receberam uma formação voltada para determinadas habilidades e competências cognitivas e profissionais específicas para exercer determinado grupo de ocupações. A proporção da população projetada que efetivamente se “desviará” (e acabará por atuar em ocupações diferentes daquelas próprias à sua área de formação) dependerá do futuro ajuste do mercado de trabalho em função dos atrativos salariais que estarão vigentes dentro e fora do ramo de atividade.

A entrada no mercado de trabalho como função fecundidade

As informações sobre os egressos universitários podem ser obtidas no Censo da Educação Superior, realizado anualmente pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep) do Ministério da Educação (MEC), cujos dados estão disponíveis para o período de 1995 a 2009. Por meio deste Censo, é possível obter informações acerca do número de vagas, inscrições, matrículas, ingressantes e concluintes dos cursos de nível superior autorizados pelo MEC e oferecidos por instituições de ensino superior (IES) de todo o país. Para fins deste trabalho, serão utilizados os dados referentes aos ingressantes e concluintes dos cursos de bacharelado e de tecnologia nas áreas de engenharias.

Volume de concluintes do ensino superior

A informação sobre volume do fluxo de concluintes do ensino superior para o período de 2000 a 2009 foi obtida a partir dos registros do Censo da Educação Superior (Inep/MEC). Para os anos posteriores a 2009, o método utilizado consistiu em estimar a taxa de sucesso acadêmico geral do curso e aplicá-la sobre o número de ingressantes entre 2005 e 2009 e sobre os ingressantes projetados para o período de 2010 a 2015.

As estimativas do índice de titulação (que seria o complemento da taxa de evasão) têm papel importante para o presente estudo, por se tratar de uma variável diretamente relacionada à quantidade de alunos que se formam nas instituições de ensino superior e, conseqüentemente, à quantidade de profissionais que estarão futuramente disponíveis no mercado de trabalho. Além disso, trata-se de uma questão passível de ser objeto de política pública que, se bem desenhada e implementada, pode modificar significativamente o fluxo de concluintes no médio prazo.

Estudando a evasão no ensino superior brasileiro, Silva Filho et al. (2007) definem a evasão total de um curso como a porcentagem de alunos que, tendo entrado no ano t , não obtiveram o diploma ao final de determinado número de anos. O complemento dessa taxa é que os autores definem como o “índice de titulação”. Tomando como base os dados disponibilizados no Censo da Educação Superior, este índice seria calculado como a proporção do número de formados em certo ano em relação ao número de ingressantes quatro anos antes.

No presente estudo, entende-se que o índice de titulação deve ser calculado tendo-se como referência o número de anos que um aluno levaria, em média, para se formar no curso analisado. Dessa forma, sua fórmula de cálculo seria:

$$T_{it} = \frac{C_{(it+n)}}{I_{it}} \quad (2)$$

Onde:

T é o índice de titulação do curso;

i refere-se ao curso analisado;

t corresponde ao ano de ingresso dos alunos de referência;

C é o número de alunos que concluíram o curso;

n refere-se ao número médio de anos que um aluno levaria para se formar no curso;

I é o número de alunos ingressantes.

Como reconhecem Silva Filho et al. (2007), essa forma de cálculo da titulação do curso apresenta algumas limitações, em especial por utilizar uma análise de período que mistura alunos concluintes provenientes de diferentes anos de ingresso. Em termos ideais, esse índice deveria ser calculado a partir de uma análise longitudinal que acompanharia a evolução de uma coorte de estudantes desde seu ingresso no curso até a sua saída. Contudo, os dados disponíveis no Censo da Educação Superior até a sua edição de 2008 não permitem esse tipo de análise por estarem agregados ao nível do curso e não do aluno. A partir de 2009, o Censo da Educação Superior passou a dispor de uma identificação de cada estudante matriculado, o que permitirá, no futuro, estimar de forma mais precisa as taxas de evasão e de titulação para aqueles que tenham ingressado a partir de 2009.

Considerando o período de 2000 a 2009, utilizou-se a equação (2) para calcular o índice de titulação dos alunos, por sexo, dos cursos de bacharelado e de tecnologia nas áreas de engenharia, produção e construção. O tempo médio de graduação desses alunos foi estimado com base na diferença média entre o ano de ingresso e o de conclusão de todos os alunos que foram considerados concluintes no Censo da Educação Superior em 2009. Dessa forma, n assumiu valores de quatro anos para os cursos de tecnologia e de seis para os de bacharelado.

Como o número de observações não permitiria identificar uma tendência consistente desses índices de titulação, optou-se por aplicar índices fixos para todo o período da

projeção. Dessa forma, os índices de titulação utilizados nas projeções foram calculados por meio de regressão linear simples por mínimos quadrados ordinários, em que o número de alunos concluintes no ano $t+n-1$ é considerado variável dependente, enquanto o número de estudantes que ingressaram no ano t é considerado variável explicativa. Para a utilização do método dos mínimos quadrados, empregou-se o seguinte modelo:

$$C_{(i,t+n-1)} = \beta_i I_{(i,t)} + \epsilon \quad (3)$$

Onde:

C é o número de concluintes;

I corresponde ao número de ingressantes;

i refere-se ao tipo de curso (bacharelado ou curso superior de tecnologia);

t refere-se ao ano em que é contado o número de concluintes;

n é o número de anos que se assume terem levado os ingressantes do ano t para finalizar seu curso, sendo $n=6$ quando i =bacharelado e $n=4$ quando i =curso superior de tecnologia.

Neste caso, interessa-nos o índice de titulação dado pela estimativa obtida para o parâmetro β_i na equação (3). A partir do número de alunos ingressantes e concluintes a cada ano entre 2000 e 2009, o método é aplicado separadamente para o curso de bacharelado e o superior de tecnologia. Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1
Síntese do resultado da regressão linear simples para a estimação do índice de titulação dos cursos de engenharia, produção e construção, segundo sexo dos alunos e tipo de curso
Brasil – 2000-2009

Tipo de curso e sexo		Nº obs.	R ²	Beta	P-Valor
Tecnólogo	Homens	7	0,9816	0,52258	<0,0001
	Mulheres	7	0,9806	0,66901	<0,0001
Bacharel	Homens	5	0,9975	0,41909	<0,0001
	Mulheres	5	0,9982	0,49026	<0,0001

Fonte: Censo da Educação Superior (Inep/MEC).

Os índices de titulação β_i foram aplicados sobre o número de ingressantes registrado nos Censos da Educação Superior de 2005 até 2009 para projetar o volume de concluintes no intervalo de 2010 até 2014. Para os anos posteriores a 2014, as mesmas taxas foram mantidas constantes e aplicadas ao número de ingressantes projetado de acordo com diferentes cenários.

A projeção desse volume do fluxo de concluintes pode ser realizada utilizando-se distintos conjuntos de hipóteses com diferentes tendências para o comportamento da expansão do ensino superior no país. A depender do objetivo perseguido, por exemplo, podem ser calculadas projeções que comparem a dinâmica da formação de recursos humanos nas intuições públicas e nas privadas. A construção de cenários dessa natureza pode ser útil

para simulação dos possíveis resultados que seriam obtidos diante de eventuais alterações na política educacional brasileira.

No presente estudo, cada cenário foi construído supondo diferentes ritmos de expansão do número de ingressantes nos cursos de engenharia, produção e construção.

- Cenário 1 (congelamento): a título de ilustração, esse cenário assume que haveria um congelamento na expansão dos alunos ingressantes nos cursos de engenharia. Assim, até 2020, o número de ingressantes a cada ano seria igual àquele observado em 2009. Embora seja um cenário irrealista, sua trajetória pode servir de referencial analítico para uma situação extremamente dramática em que não haveria expansão do ensino superior nessas áreas.

1º cenário:

$$P_t = P_{2009}$$

- Cenário 2 (esfriamento): tomou-se como hipótese que o ensino superior nas áreas de engenharia repetiria, entre 2010 e 2020, o menor ritmo de expansão no número de alunos ingressantes observado em cinco anos consecutivos registrados de 2000 a 2009.

2º cenário:

$$P_t = \text{Menor taxa observada em cinco anos consecutivos} * P_{t-1}$$

- Cenário 3 (manutenção): o cenário intermediário foi construído supondo-se que a expansão dos ensinos em engenharia conseguiria manter, entre 2010 e 2020, o mesmo ritmo de expansão observado de 2000 a 2009. Partiu-se, portanto, da taxa média de crescimento geométrico observada em todo o período, que foi de aproximadamente 10% para os cursos de bacharelado e 17% para os de tecnólogo.

3º cenário:

$$P_t = \text{Taxa média} * P_{t-1} \text{ (para } 2010 < t < 2015 \text{)}$$

- Cenário 4 (aquecimento): tomou-se como hipótese que o ensino superior nas áreas de engenharia repetiria, entre 2010 e 2020, o mesmo ritmo de expansão recorde no número de alunos ingressantes observado em cinco anos consecutivos registrados de 2000 a 2009.

4º cenário:

$$P_t = \text{Maior taxa observada em cinco anos consecutivos} * P_{t-1} \text{ (para } 2010 < t < 2015 \text{)}$$

Composição por sexo e idade do fluxo de concluintes do ensino superior

O nível de desagregação dos dados do Censo da Educação Superior permite identificar a composição demográfica (em termos de sexo e estrutura etária por grupos quinquenais) apenas dos alunos que ingressaram nas IES entre 2000 e 2009. A única informação sobre o perfil dos alunos concluintes é a sua composição por sexo. Para estimar a estrutura etária dos egressos em um ano t , assumiu-se que sua composição etária seria igual àquela observada no grupo de ingressantes no ano $t-5$ somados seis anos de diferença, no caso dos cursos de bacharelado, e no ano $t-2$ somados três anos de diferença, para os cursos de tecnólogo. Este procedimento, portanto, assume como pressuposto que o tempo médio para um aluno se formar seria de seis anos para bacharéis e três anos para tecnólogos, além de considerar que a idade não afetaria as taxas de evasão ao longo do curso.

No caso dos alunos de bacharelado, por exemplo, a estrutura etária daqueles que concluem o curso superior entre 2005 e 2014 diz respeito aos ingressantes registrados

entre 2000 e 2009. Para os alunos que o concluíram antes de 2005, contudo, foi necessário adotar um procedimento alternativo, já que não existem informações sobre a estrutura etária dos estudantes que ingressaram nas IES antes de 2000. Nesses casos, foi atribuída a esses egressos a estrutura etária média dos alunos que ingressaram em 2000 e 2001.

A composição etária do quantitativo esperado de concluintes para o período de 2015 a 2020 dependeria da estrutura etária observada para os ingressantes entre 2010 e 2015. Como ainda não existe observação disponível para esses anos, procedeu-se de forma análoga à descrita no parágrafo anterior: aos ingressantes entre 2010 e 2015 foi atribuída a estrutura etária média dos dois últimos anos para os quais há observações disponíveis, ou seja, 2008 e 2009, para o caso do ano de 2010 e assim sucessivamente.

A saída do mercado de trabalho como função mortalidade

Como a metodologia ora descrita destina-se à análise e projeção da disponibilidade de força de trabalho com formação em áreas específicas do conhecimento, a função mortalidade da equação compensadora passa a ser calculada em termos da saída do mercado de trabalho por razões tanto de óbito como de aposentadoria. Para os fins do presente trabalho, são desconsideradas as saídas temporárias do mercado de trabalho, uma vez que estas pouco impactam o estoque geral da força de trabalho disponível (BASTÍAS et al., 2000).⁹

Mortalidade

Uma ampla bibliografia discute os diferenciais de morbidade e mortalidade entre grupos populacionais segundo suas características socioeconômicas (CORDEIRO; SILVA, 2001; MESSIAS, 2003; MULLER, 2002; PÉREZ; TURRA, 2008; SILVA; PAIM; COSTA, 1999). Apesar das dificuldades para realização de estudos conclusivos, as evidências empíricas disponíveis tendem a apontar que indivíduos com maiores níveis de escolaridade tenderiam a apresentar nível da mortalidade inferior à média do total da população em geral. Isso ocorreria na medida em que seu nível educacional estaria relacionado com menores chances de esses indivíduos passarem por privações de condições econômicas e materiais, estarem expostos a riscos de acidentes de trabalho e adotarem comportamentos de risco relacionados a alimentação, acompanhamento médico, etc. (MULLER, 2002; PÉREZ; TURRA, 2008).

Um desafio inicial para se projetar a mortalidade das pessoas com ensino superior no Brasil é justamente encontrar as informações que sejam as mais fidedignas possíveis ao perfil de mortalidade desse grupo. Uma primeira alternativa seria utilizar como *proxy* as informações de óbito das pessoas que possuem pelo menos 12 ou mais anos de estudo (o que seria equivalente à pessoa ter cursado pelo menos o primeiro ano da faculdade)

⁹ É importante reconhecer, contudo, que saídas temporárias do mercado de trabalho estão relacionadas ao aumento de doenças crônicas que também impactam a saída precoce em caráter definitivo da atividade econômica. Sobre essa questão, ver o trabalho de Camarano e Pasinato (2008), que busca apontar o impacto de determinadas doenças sobre o afastamento da população da força de trabalho no Brasil.

registradas pelo Ministério da Saúde por meio do seu Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/Datasus).

Contudo, os problemas na qualidade de registro da informação de escolaridade nas declarações de óbito poderiam comprometer a fidedignidade do dado ao incorrer em sub-registro dos óbitos nos diferentes níveis de escolaridade. Em 2000, por exemplo, pelo menos 44,1% das declarações de óbito registradas pelo Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM) não apresentavam informação sobre a escolaridade da pessoa falecida. Embora venha diminuindo, esta proporção ainda se mantém elevada, chegando a pelo menos 35,6% em 2008.

Em face da dificuldade de se estimarem as taxas específicas de mortalidade experimentadas pela população com ensino superior, optou-se, nesse estudo, por utilizar as informações de mortalidade da população do Distrito Federal, independentemente do seu grau de escolaridade. Tal opção deve-se ao fato de o Distrito Federal (DF) ser a Unidade da Federação com a maior expectativa de vida do país. Em 2008, por exemplo, a esperança de vida ao nascer no DF era de 75,8 anos de idade, enquanto para o total do Brasil correspondia a 73 anos (BRASIL, 2009).

A título de comparação, a presente projeção também foi realizada utilizando-se as taxas de mortalidade da população brasileira em geral. O resultado obtido para 2020 no cenário médio da projeção se diferencia em cerca de 1% (menos de 22 mil pessoas) dos resultados encontrados pela projeção que partiu das informações da mortalidade do Distrito Federal. Além disso, como destacado por Patarra (1996) e Camarano e Kanso (2009), a componente demográfica que desempenha papel mais importante para fins de projeção populacional é a fecundidade (que teria aqui equivalência no fluxo de novos profissionais advindos do sistema de ensino). A mortalidade apresenta impacto menor sobre os resultados.

A projeção da mortalidade teve como ponto de partida as taxas específicas de mortalidade por grupos quinquenais de idade estimadas por sexo entre 2000 e 2007. Estas taxas foram calculadas e posteriormente suavizadas (médias móveis) 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. Para o número de óbitos de determinado ano, calculou-se a média dos óbitos ocorridos e registrados ao longo dos anos $t-1$, t e $t+1$, conforme procedimento adotado por Oliveira, Albuquerque e Lins (2004).

Para projeção destas taxas, aplicou-se método análogo ao empregado pelo IBGE em suas projeções oficiais (OLIVEIRA; ALBUQUERQUE; LINS, 2004), em que se utiliza uma função logística para interpolar os logaritmos das taxas específicas de mortalidade entre 2000 e 2020.¹⁰ Para tanto, foram tomadas como base a tendência observada entre 2000 e 2007 e a tábua limite de mortalidade de 2100 construída pelo *U. S. Bureau of the Census* (apud OLIVEIRA; ALBUQUERQUE; LINS, 2004).

¹⁰ Para auxiliar nessas projeções logísticas, tomou-se como base a planilha "Logistic" desenvolvida pelo U.S. Bureau Of The Census no seu conjunto de planilha de análises populacionais (PAS – Population Analysis Spreadsheets), disponível em: <<http://www.census.gov/ipc/www/pas.html>>.

Depois de estimadas e projetadas, as taxas específicas de mortalidade por sexo e por grupos quinquenais de idade 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, tomou-se como base o estudo de Reed e Merrell (1939), conforme procedimento adotado por Oliveira, Albuquerque e Lins (2004).

Aposentadoria

Um dos desafios dessa proposta metodológica é incorporar a dinâmica das aposentadorias como um fator adicional para saída do mercado de trabalho. Isso ocorre por dois motivos: primeiro, a aposentadoria não significa necessariamente a retirada definitiva do mercado de trabalho; e, segundo, existe uma série de fatores que influenciam a idade de entrada e saída do mercado de trabalho, como níveis de “educação, renda, condição no domicílio, composição das famílias, sistema de previdência social, legislação, ciclos econômicos, grau de urbanização, mortalidade e, particularmente, para as mulheres, estado conjugal e fecundidade” (IPEA, 2006, p. 85).¹¹

Para lidar com essa questão em suas projeções, diferentes estudos aplicam uma idade de corte a partir da qual a população projetada passa a ser considerada aposentada e, portanto, excluída da força de trabalho (BASTÍAS et al., 2000; RODRIGUES, 2008). Para o caso chileno, Goic (1994; 1999) utiliza uma idade de corte combinada com taxas de aposentadoria (*tasa de retiro*) por idade. A construção dessas taxas específicas de aposentadoria no Brasil exige lidar com uma série de questões metodológicas, e sua incorporação na presente metodologia ficará reservada para um momento futuro.

Por ora, optou-se por trabalhar apenas com uma idade de corte de 70 anos para aposentadorias, procedimento adotado também nos estudos de Goic (1994; 1999), Bastías et al. (2000) e Rodrigues (2008). Assim, considerou-se que todos os homens e mulheres com nível superior de escolaridade sairão definitivamente do mercado de trabalho a partir dessa idade. Tal suposição parece consistente, visto que, segundo os dados de 2009 captados pela PNAD (IBGE), 99,2% da população economicamente ativa com nível superior de escolaridade, no Brasil, tinha menos de 70 anos de idade.¹²

Migração

Finalmente, deve-se observar que, para os fins deste exercício, as variáveis migratórias foram desconsideradas. Trabalhar aqui com a premissa de que a população seja fechada à migração internacional não deve afetar os resultados gerais encontrados pelo presente

¹¹ Para um estudo acerca dos fatores que afetam a participação dos idosos no mercado de trabalho, ver o trabalho de Perez, Wajnman e Oliveira (2006).

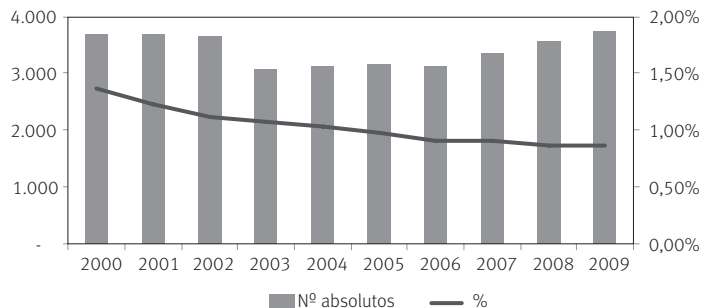
¹² Deve-se reconhecer, contudo, que a definição *ad hoc* desse recorte não é nada trivial, uma vez que implica discutir uma série de aspectos legais envolvendo o sistema previdenciário e a Política Nacional do Idoso (Lei n. 8.842/1994), além de questões como a participação do idoso no mercado de trabalho. Para uma análise detalhada desse último ponto, ver o estudo de Wajnman, Oliveira e Oliveira (2004).

estudo, visto que o peso quantitativo da mão de obra estrangeira no estoque de profissionais ocupados no Brasil nas áreas de engenharias é pouco expressivo (Gráfico 1).

Embora se observe um aumento, em termos absolutos, do número de estrangeiros trabalhando com carteira assinada em ocupações de engenharia, produção e construção no Brasil, esse contingente de estrangeiros nunca ultrapassou 3.800 pessoas entre 2000 e 2009. Em termos absolutos, houve um crescimento de 21% do número de estrangeiros trabalhando com carteira nessas ocupações entre 2003 (3.071) e 2009 (3.725), o que ocorreu, em particular, nos setores de infraestrutura, administração pública, saúde e educação, construção residencial e, principalmente, petróleo e gás.

Em termos relativos, contudo, a participação desses estrangeiros nas ocupações de engenharias vem caindo no país em todos os setores econômicos, desde 2000, atingindo 0,9%, em 2009, para o agregado da economia brasileira. A baixa expressividade da participação dos estrangeiros com carteira assinada em ocupações nas áreas de engenharia, produção e construção (seja para o agregado da economia, seja dentro de cada setor de atividade) reforça que os resultados do presente estudo não ficariam comprometidos ao se ignorar a imigração internacional.

GRÁFICO 1
Número e participação de estrangeiros trabalhando com carteira assinada em ocupações de engenharia, produção e construção Brasil – 2000-2009



Fonte: Relação Anual de Informações Sociais (Rais) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

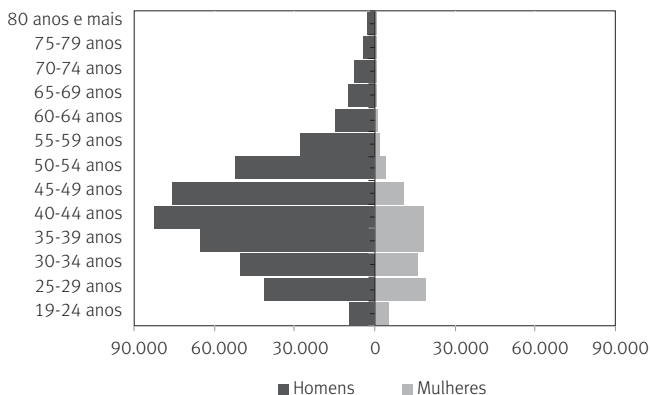
As migrações internas, por sua vez, não são relevantes nesse momento, tendo em vista que a metodologia aqui proposta é voltada para projetar a mão de obra qualificada disponível no mercado de trabalho do país.

Projeções de profissionais com graduação em engenharia, produção e construção no Brasil entre 2010 e 2020

Foram consideradas população base para projeção as 525.390 pessoas captadas pelo Censo Demográfico brasileiro de 2000 que se declararam com diploma nas áreas de engenharia (incluindo tecnólogos e bacharéis) e tinham menos de 70 anos de idade.

O Gráfico 2 mostra a estrutura etária dos engenheiros, por sexo, em 2000. Além da visível predominância de profissionais do sexo masculino nessas áreas, chama a atenção o fato de que, em 2000, mais da metade (51%) dos diplomados nas áreas de engenharias, no país, eram homens entre 35 e 55 anos de idade.

GRÁFICO 2
Distribuição da população com diploma de nível superior em cursos de engenharia, produção e construção, por sexo, segundo faixa etária
Brasil – 2000



Fonte: Censo Demográfico (IBGE).

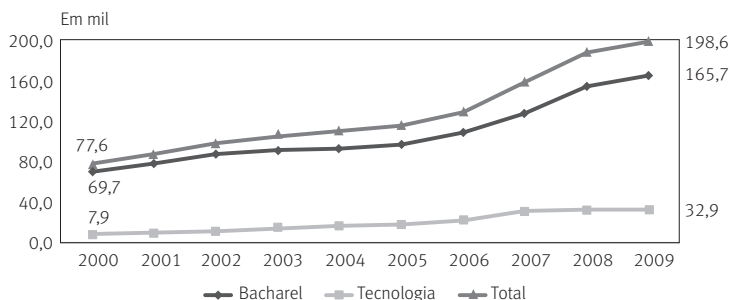
Projeção dos ingressos e egressos dos cursos de engenharia, produção e construção

Alunos ingressantes

Segundo os dados do Censo da Educação Superior (INEP/MEC), 77.633 pessoas ingressaram na graduação em algum curso superior nas áreas de engenharia, produção e construção, em 2000. O número de ingressantes a cada ano foi crescente durante todo o período inicial de análise, tendo sido registrados 198.593 novos alunos em 2009, com uma taxa média geométrica de crescimento anual de 11,0%. O Gráfico 3 apresenta a evolução entre 2000 e 2009 do número desses ingressantes, segundo tipos de curso (bacharelado e tecnologia). Observa-se que, embora os cursos de bacharelado respondam pela maior parcela dos alunos ingressantes nas áreas de engenharia, produção e construção, foram os de tecnólogo que tiveram o maior crescimento relativo na década, chegando a responder por 16,6% de todos os alunos ingressantes na área.

Conforme a metodologia apresentada anteriormente, foram construídos quatro cenários supondo-se diferentes ritmos de expansão do número de ingressantes em cursos de nível superior nas áreas de engenharias. Os cenários variam entre uma perspectiva extremamente pessimista – marcada por um congelamento do número de ingressantes a partir de 2009 – e outra extremamente otimista – assumindo que o ensino superior nas áreas de engenharias repetiria, para a década de 2010-2020, o mesmo ritmo de expansão recorde observado em cinco anos consecutivos registrados dentro da década de 2000-2009.

GRÁFICO 3
Número de alunos ingressantes em engenharia, produção e construção,
segundo tipos de curso
Brasil – 2000-2009

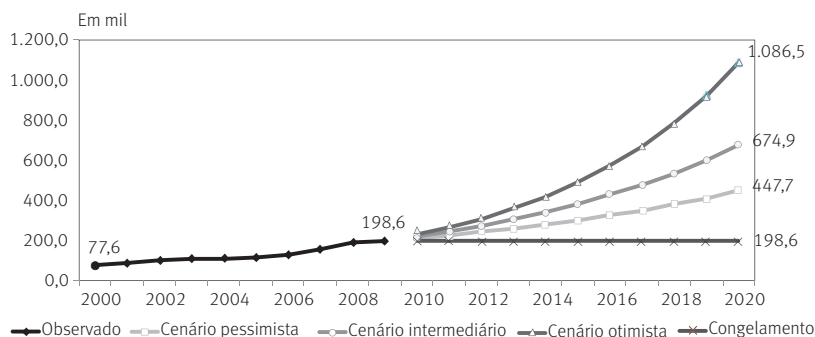


Fonte: Censo da Educação Superior (Inep/MEC).

A partir dos cenários 2 a 4, as taxas estimadas de expansão do número de ingressantes nos cursos de engenharia, produção e construção entre 2010 e 2020 seriam, respectivamente, de 7,7%, 11,8% e 16,8%. Caso o cenário intermediário se confirme, por exemplo, isto significa que o número de alunos ingressantes nos cursos de engenharias, em 2020, será 3,4 vezes maior do que o daqueles que ingressaram em 2009, e 8,7 vezes superior ao dos que entraram em 2000 (Gráfico 4).

Aqui cabe lembrar que as etapas metodológicas de projeção foram realizadas separadamente para os cursos de bacharelado e de tecnólogo, considerando as diferentes tendências recentes de suas respectivas redes de ensino. Os resultados apresentados, contudo, referem-se ao agregado dos profissionais de engenharia.

GRÁFICO 4
Cenários de projeção do número de alunos ingressantes em cursos de engenharia, produção e construção
Brasil – 2000-2020



Fonte: Para 2000-2009, Censo da Educação Superior (Inep/MEC) e projeção.

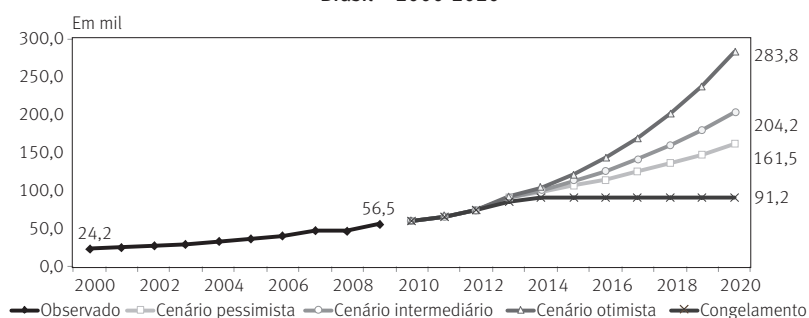
Alunos concluintes

Quanto ao número de concluintes, observa-se que houve um importante incremento, ainda que menos intenso quando comparado ao dos ingressantes. O número de alunos que

se diplomaram nessas áreas passou de 24.148, em 2000, para 56.537 em 2009 (Gráfico 5). Assim, o número de concluintes dos cursos de engenharia, produção e construção (fluxo de engenheiros adicionados anualmente ao mercado de trabalho) cresceu a uma taxa geométrica média de 9,9% ao ano, entre 2000 e 2009.

Nos três cenários construídos, as taxas estimadas entre 2000 e 2020 foram, respectivamente, de 10,0%, 11,3% e 13,1%. Caso, por exemplo, o cenário intermediário se confirme, isto significa que o número de concluintes, em 2020, será 3,6 vezes maior do que o de formados em 2009 e 8,4 superior ao daqueles formados em 2000.

GRÁFICO 5
Cenários de projeção do número de alunos concluintes de cursos de engenharia, produção e construção
Brasil – 2000-2020



Fonte: Para 2000-2009, Censo da Educação Superior (Inep/MEC) e projeção.

Aqui cabe destacar que o número de pessoas que se formarão nos cursos de engenharias entre 2011 e 2016 depende, em larga medida, do número de alunos que já estão atualmente matriculados nas instituições de ensino superior. Esta ponderação evidencia que existe pouca ou nenhuma 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. Uma das poucas alternativas que se poderia fazer no curto prazo para alcançar resultados mais imediatos na expansão quantitativa do número de concluintes do ensino superior seria por meio de políticas destinadas a reduzir a taxa de evasão acadêmica. Desenhar uma política voltada para essa questão, contudo, exigiria uma análise aprofundada sobre os fatores que levam à evasão acadêmica – o que não é objeto de estudo do presente trabalho.

Projeção das taxas específicas de mortalidade

As estimativas das probabilidades de morte obtidas conforme a metodologia apresentada anteriormente podem ser consultadas nas Tabelas 1 e 2 do Anexo.

Resultados gerais das projeções da disponibilidade de engenheiros no mercado de trabalho brasileiro até 2020

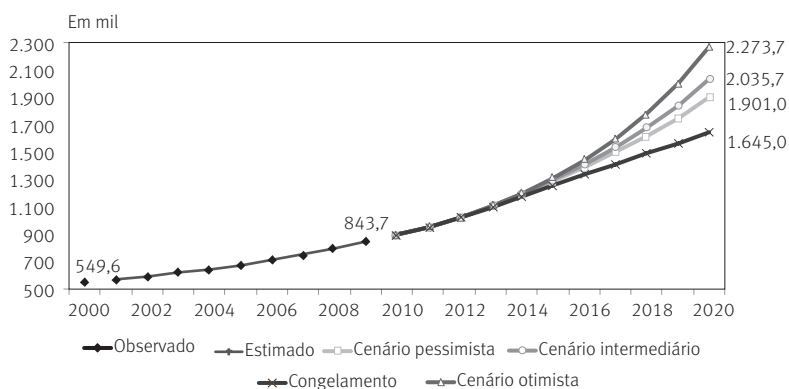
Ao incorporar paulatinamente os concluintes universitários ao estoque de engenheiros captados pelo Censo Demográfico 2000, submetendo-os à dinâmica de mortalidade e de

aposentadorias, observa-se que, caso as hipóteses traçadas se confirmem, o estoque projetado de engenheiros tenderá a aumentar expressivamente até 2020. Considerando o estoque inicial, em 2000, de pessoas com diploma em engenharias, 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 4,9% ao ano entre 2000 e 2009.

A depender da evolução dos níveis de mortalidade e, principalmente, do ritmo de expansão de vagas e concluintes no ensino superior entre 2010 e 2015, a oferta de engenheiros no mercado de trabalho brasileiro no período de 2010 a 2020 poderá crescer a uma taxa de 7,8%, 8,5% ou 9,7% ao ano, respectivamente, conforme os cenários projetados. Neste caso, o tamanho da população com diploma nos cursos de engenharias no mercado de trabalho brasileiro deverá se situar entre 1,9 e 2,3 milhões de pessoas em 2020 (Gráfico 6). Nota-se que, mesmo em um cenário irrealista de congelamento da expansão de matrículas para novos alunos de engenharias a partir de 2009, o estoque de engenheiros disponível no mercado de trabalho em 2020 seria quase o dobro do estimado para 2009.

Ao confrontar o volume de engenheiros aqui estimados com o valor registrado no Censo Demográfico de 2010, observa-se uma diferença consideravelmente pequena. O Censo 2010 registrou no Brasil um total de 897.447 engenheiros com menos de 70 anos de idade. Segundo a estimativa do presente estudo, esse número foi estimado em 897.015, o que significa um “erro” de 0,0481% (432 pessoas). Trata-se de um resultado satisfatório, pois sugere que as estimativas utilizadas de taxas de mortalidade e de evasão acadêmica estariam coerentes. Por um lado, é mesmo esperado que o “tamanho do erro” seja menor nos anos iniciais da projeção e que esse erro cresça conforme se amplie o seu horizonte temporal. Por outro, esse erro inicial pareceu satisfatoriamente pequeno, sugerindo consistência da metodologia.

GRÁFICO 6
Cenários de projeção do estoque de engenheiros no mercado de trabalho
Brasil – 2000-2020



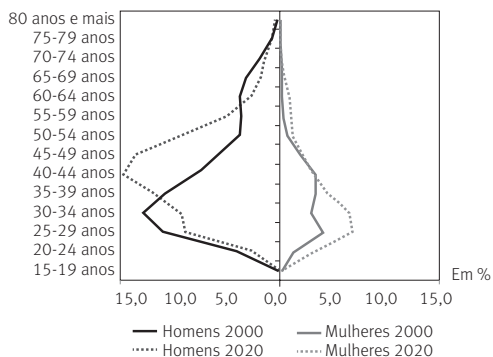
Fonte: Para 2000-2008, Censo Demográfico e PNAD (IBGE), Censo da Educação Superior (Inep/MEC) e SIM (Datatus/MS); projeção.

O Gráfico 7 apresenta a pirâmide populacional que se observa no estoque de engenheiros captados em 2000 pelo Censo Demográfico (IBGE) e a pirâmide populacional estimada do

estoque de engenheiros projetados para 2020, caso o cenário intermediário se confirme. Uma primeira alteração que se observará, caso as tendências recentes incorporadas no cenário se concretizarem, é um aumento na participação relativa das mulheres na oferta da força de trabalho qualificada com diploma nas áreas de engenharia. Outra alteração significativa ocorrerá no perfil etário dos engenheiros brasileiros, que apresentará uma estrutura etária mais rejuvenescida.

Esta mudança, em particular, decorrerá em função dos novos engenheiros egressos das instituições de ensino superior que deverão ser adicionados ao mercado de trabalho. O ritmo de formação desses profissionais e seu perfil etário, mais jovem em relação ao estoque de engenheiros que já se encontram no mercado de trabalho, deverão levar a um rejuvenescimento relativo da oferta geral de mão de obra nas engenharias no país.

GRÁFICO 7
Distribuição da população com diploma de nível superior em cursos de engenharia, produção e construção, por sexo, segundo faixa etária
Brasil – 2000-2020



Fonte: Para 2000-2008, Censo Demográfico e PNAD (IBGE), Censo da Educação Superior (Inep/MEC) e SIM (Datasus/MS); projeção.

Faz-se necessário advertir, novamente, que uma parcela dessa população estimada com a projeção poderá vir a se empregar em outras ocupações que não possuem relação com 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. Em 2000, por exemplo, observou-se que 69% das pessoas diplomadas nas áreas de engenharia não estavam empregadas em ocupações típicas da área. Esta proporção não deve ser entendida, necessariamente, como uma taxa de desvio pernicioso. Ainda é natural esperar que tal 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.

Considerações finais

Este estudo estimou três projeções sobre a disponibilidade de mão de obra qualificada nas áreas de engenharia no mercado de trabalho brasileiro até o ano de 2020. Os cenários

se diferenciam em função dos possíveis ritmos de expansão a serem observados no número ingressantes e concluintes em cursos de ensino superior nestas áreas. Caso as tendências recentes incorporadas nos cenários se concretizarem, o mercado de trabalho brasileiro poderá contar, em 2020, com um estoque entre 1,9 e 2,3 milhões de pessoas formadas em engenharias por instituições brasileiras de ensino superior.

Os resultados apontam ainda que, durante a próxima década, será possível observar duas tendências relevantes na formação da mão de obra qualificada nas áreas de engenharia no país: o rejuvenescimento e a feminização dessa força de trabalho, que passará a ter maior participação relativa de profissionais mais jovens e do sexo feminino.

O método proposto apresenta alguns pontos interessantes para se projetar a disponibilidade no mercado de trabalho brasileiro de mão de obra qualificada com ensino superior em áreas específicas do conhecimento. O primeiro refere-se ao fato de serem utilizadas apenas bases de dados de uso público. Além disso, seu desenho permite fácil replicação da análise para quaisquer áreas de formação de ensino superior no Brasil. A metodologia permite ainda a construção de cenários alternativos que simulem diferentes políticas de expansão ou restrição de vagas em instituições de ensino superior, apresentando resultados consistentes para horizontes de curto e médio prazos (de 5 a 10 anos).

Numa futura agenda de pesquisa, a metodologia aqui proposta necessitará de novos refinamentos, 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. Poderá ainda contribuir para o avanço dessa linha de pesquisa a incorporação de um modelo profluxo (também conhecido como modelo profluxo escolar) para o ensino de nível superior, nos moldes dos modelos utilizados por Klein (2003) e Golgher (2004).

A metodologia também carece de um maior refinamento, a fim de incorporar a questão migratória, tendo em vista que as disponibilidades de universidades e da própria atividade econômica (demandante de força de trabalho) encontram-se distribuídas de maneira muito desigual no território brasileiro. Por sua vez, as perspectivas de maior inserção do Brasil na economia internacional, aliadas ao possível aumento da demanda por mão de obra nos países em avançado estágio de envelhecimento populacional, sugerem que a questão da migração internacional poderá ganhar relevância no médio e no longo prazos (RIOS-NETO, 2005). Outros aprimoramentos poderão ser realizados de forma a incorporar métodos probabilísticos de projeção do número de alunos ingressantes e a partir de uma modelagem mais sensível das taxas de evasão acadêmica.

Para além do aprimoramento da presente metodologia, vislumbram-se diversas outras perspectivas de pesquisa relacionadas ao tema. Uma delas diz respeito à aplicação da presente metodologia para outras formações acadêmica/profissionais estratégicas, como os profissionais de medicina, por exemplo. Outros desdobramentos poderiam incluir ainda uma revisão da metodologia, de forma a adaptá-la para a formação de profissionais de nível técnico, bem como profissionais com mestrado e doutorado.

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 do ensino superior 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 estudo contribua com os debates sobre projeções demográficas aplicadas ao mercado de trabalho e à disponibilidade de mão de obra qualificada no Brasil.

Referências

- ARRIAGA, E. E. **El análisis de la población con microcomputadoras**. Tesis (Doctorado) – Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina, 2001.
- ATKINSON, R. C. Supply and demand for scientists and engineers: a national crisis in the making. **Science**, v. 248, n. 4.954, p. 425-432, 1990.
- BASTÍAS, G. et al. Número de médicos en Chile: estimaciones, proyecciones y comparación internacional. **Revista Médica de Chile**, v. 128, n. 10, p. 1.167-1.176, 2000.
- BELTRÃO, K. I. et al. **MAPS**: uma versão amigável do Modelo Demográfico-Atuarial de Projeções e Simulações de Reformas Previdenciárias do IPEA/IBGE. Rio de Janeiro: Ipea, 2000 (Texto para discussão, n. 774). Disponível em: <http://desafios.ipea.gov.br/pub/td/2000/td_0774.pdf>. Acesso em: 20 maio 2011.
- BIJAK, J. et al. Population and labour force projections for 27 European countries, 2002-2052: impact of international migration on population ageing. **European Journal of Population / Revue Européenne de Démographie**, v. 23, n. 1, p. 1-31, 2007.
- BLS – Bureau of Labor Statistics. Employment projections. **BLS Handbook of Methods**. Washington: BLS Publishing, cap. 3, 2010.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de Informações sobre Mortalidade**. Datasus – TABNET. Indicadores e dados básicos. Brasília, 2009. Disponível em: <www.datasus.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2011.
- CAMARANO, A. A. **Dinâmica demográfica e crescimento da força de trabalho no Brasil 1980/2000**. Recife: Editora Massangana, 1986.
- CAMARANO, A. A.; KANSO, S. **Perspectivas de crescimento para a população brasileira**: velhos e novos resultados. Rio de Janeiro: Ipea, 2009 (Texto para discussão, n. 1.426). Disponível em: <http://desafios.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/tds/td_1426.pdf>. Acesso em: 20 maio 2011.
- CAMARANO, A. A.; PASINATO, M. T. **Envelhecimento funcional e suas implicações para a oferta da força de trabalho brasileira**. Rio de Janeiro: Ipea, 2008 (Texto para discussão, n. 1.326). Disponível em: <http://desafios2.ipea.gov.br/sites/000/2/publicacoes/tds/td_1326.pdf>. Acesso em: 20 maio 2008.
- CEPAL – Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. Proyección de población (preparado por Guiomar Bay). América Latina y el Caribe. **Observatório Demográfico**, Santiago de Chile, ano 4, n. 7, abr. 2009. Disponível em: <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/7/38297/OD7_Proyeccion_Poblacion.pdf>. Acesso em: 20 maio 2011.
- CORDEIRO, R.; SILVA, E. A. Desigualdade da sobrevivência de trabalhadores de Botucatu, São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 17, n. 4, p. 925-931, 2001.
- CÖRVERS, F.; HEIJKE, H. **Forecasting the labour market by occupation and education**: some key issues. Atenas: Employment Observatory Research Informatics, 2004.
- EIJS, P. **Manpower forecasting in the western world**: the current state of the art. Maastricht: Maastricht University, 1994.

FREEMAN, R. B. Is a great labor shortage coming? Replacement demand in the global economy. In: HOLZER, H. J.; NIGHTINGALE, D. S. **Reshaping the American workforce in a changing economy**. Washington: The Urban Institute, 2007, p. 3-24.

GOIC, A. Disponibilidade de médicos em Chile y su proyección a mediano plazo. **Revista Médica de Chile**, v. 122, n. 2, p. 141-53, 1994.

_____. Disponibilidade de médicos em Chile y su proyección a mediano plazo: cinco años después. **Revista Médica de Chile**, v. 127, n. 10, out. 1999.

GOLGHER, A. B. O modelo Profluxo e indicadores derivados. In: RIANI, J.; RIOS-NETO, E. (Orgs.). **Introdução à demografia da educação**. Campinas: Abep, 2004.

HENRIQUES, M. H. F. T. **Projeções da população total, urbano-rural e economicamente ativa segundo algumas alternativas de crescimento demográfico**. Rio de Janeiro: Ipea, 1985 (Texto para discussão, n. 70).

HRSDC – Human Resources and Skills Development Canada. **Looking ahead: a 10-year outlook for the Canadian labour market (2008-2017)**. Canadian Occupational Projection System, Gatineau, Quebec: HRSDC, 2008. Disponível em: <<http://www23.hrsdc.gc.ca/l.3bd.2t.1l1shtml@-eng.jsp?lid=1&fid=1&lang=en>>. Acesso em: 20 maio 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas populacionais do Brasil, grandes regiões, unidades da federação e municípios – Metodologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

_____. **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).

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. A oferta de força de trabalho brasileira: tendências e perspectivas. **Brasil, o Estado de uma nação: mercado de trabalho, emprego e informalidade**. Rio de Janeiro: Ipea, 2006, p. 69-118.

JANNUZZI, P. M. Cenários futuros e projeções populacionais para pequenas áreas: método e aplicação para distritos paulistanos 2000-2010. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 24, n. 1, p. 109-137, 2007.

_____. Modelo alternativo para projeção de força de trabalho: dos condicionantes econômicos às taxas de atividade. Método e resultados para a Grande São Paulo em 2005. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 17, n. 1-2, p. 141-162, 2000.

JANNUZZI, P. M.; VANETI, V. C. Projeções de oferta de empregos e de ocupações: aspectos epistemológicos e subsídios metodológicos para conformação de campo de estudos aplicados no Brasil. In: XVII ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS. **Anais...** Campinas: Abep, 2010. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2010/docs_pdf/eixo_2/abep2010_2445.pdf>. Acesso em: 20 maio 2011.

KC, S. et al. Projection of populations by level of educational attainment, age, and sex for 120 countries for 2005-2050. **Demographic Research**, v. 22, n. 15, p. 383-472, 2010.

KLEIN, R. Produção e utilização de indicadores educacionais: metodologia de cálculo de indicadores de fluxo escolar da educação básica. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 84, n. 206-208, p. 107-157, 2003. Disponível em: <<http://www.rbep.inep.gov.br/index.php/RBEP/article/view/107/474>>. Acesso em: 20 maio 2011.

MACIENTE, A. N.; NASCIMENTO, P. A. M. M. **A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal**. Brasília: Ipea, no prelo (Texto para discussão).

MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T. C. Requerimento técnico por engenheiros no Brasil até 2020. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 12, p. 43-54, fev. 2011.

MESSIAS, E. Income inequality, illiteracy rate, and life expectancy in Brazil. **American Journal of Public Health**, v. 93, n. 8, p. 1.294, 2003.

MULLER, A. Education, income inequality, and mortality: a multiple regression analysis. **BMJ**, v. 324, n. 7.328, p. 23, 2002.

NEUGART, M.; SCHÖMANN, K. (Orgs.). **Forecasting labour markets in OECD countries: measuring and tackling mismatches**. Cheltenham: Edward Elgar, 2003. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=V8A7e1ywaegC&oi=fnd&pg=PR11&dq=Forecasting+Labour+Markets+in+Oecd+Countries&ots=yKNbSNOvds&sig=0phTtQZbM7Kt9b8lJN-lwrNGpAM#v=onepage&q=&f=false>>. Acesso em: 20 maio 2011.

_____. **Employment outlooks: why forecast the labour market and for whom**. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), 2002 (WZB discussion paper, FS I 02-206).

NEUPERT, R.; CALHEIROS, S. M. G.; THEODORO, M. **Evolução da população economicamente ativa no Brasil até o ano 2010**. Brasília: Iplan; Ipea, 1989 (Texto para discussão Iplan/Ipea, n. 12).

NSF – National Science Foundation. **Women, minorities and persons with disabilities in science and engineering: 2002**. Arlington: NSF, Division of Science, 2003. Disponível em: <<http://www.nsf.gov/statistics/nsf03312/>>. Acesso em: 20 maio 2011.

O'NEILL, B. C. et al. A guide to global population projections. **Demographic Research**, v. 4, n. 8, p. 203-288, 2001.

OLIVEIRA, V. F. (Org.). **Trajatória e estado da arte da formação em Engenharia, Arquitetura e Agronomia** – volume I: Engenharias. Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Conselho Federal de Engenharia, Arquitetura e Agronomia, 2010.

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

ONU – Organização das Nações Unidas (United Nations). **Manual III: Methods for population projections by sex and age**. New York: ONU, 1956.

_____. **Manual V: Methods of projecting the economically active population**. New York: ONU, 1971.

_____. **Projection methods for integrating population variables into development planning: methods for preparing school enrolment, labour force and employment projections**. New York: ONU, 1990.

PATARRA, N. L. Projeções demográficas: velhos desafios, novas necessidades. **São Paulo em Perspectiva**, v. 10, n. 2, 1996.

PÉREZ, E. R.; WAJNMAN, S.; OLIVEIRA, A. Análise dos determinantes da participação no mercado de trabalho dos idosos em São Paulo. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 23, p. 269-286, 2006.

PÉREZ, E. R.; TURRA, C. M. Desigualdade social na mortalidade no Brasil: diferenciais por escolaridade entre mulheres adultas. In: XVI ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS. **Anais...** Caxambu: Abep, 2008.

POMPERMAYER, F. M. et al. Potenciais gargalos e prováveis caminhos de ajustes no mundo do trabalho no Brasil nos próximos anos. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 12, p. 7-14, fev. 2011.

REED, L. J.; MERRELL, M. A short method for constructing an abridged life table. **American Journal of Epidemiology**, v. 30, n. 2, p. 33, 1939.

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

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, 2008.

SILVA FILHO, R. L. L. et al. A evasão no ensino superior brasileiro. **Cadernos de Pesquisa**, v. 37, n. 132, p. 641-659, 2007.

SILVA, L. M. V.; PAIM, J. S.; COSTA, M. C. N. Desigualdades na mortalidade, espaço e estratos sociais. **Revista de Saúde Pública**, v. 33, n. 2, p. 187-197, 1999.

SIMOENS, S.; HURST, J. **The supply of physician services in OECD countries**. **OECD Health**. Paris: OECD, 2006 (OECD working paper, n. 21). Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/27/22/35987490.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2011.

UNITED STATES. Department of Energy. **Workforce trends in the electric utility industry: a report to the United States Congress pursuant to Section 1101 of the Energy Policy Act of 2005**. Washington, 2006. Disponível em: <http://www.oe.energy.gov/DocumentsandMedia/Workforce_Trends_Report_090706_FINAL.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2011.

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

WAJNMAN, S.; RIOS-NETO, E. L. G. Projeção de oferta de trabalho no Brasil. **Mercado de Trabalho: conjuntura e análise**, Brasília, v. 9, p. 1-5, 1999.

_____. Women's participation in the labor market in Brazil: elements for projecting levels and trends. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 2, p. 41-54, 2000.

Autores

Rafael Henrique Moraes Pereira é mestre em Demografia pela Universidade Estadual de Campinas – Unicamp e sociólogo pela Universidade de Brasília – UnB e está cursando o doutorado em Geografia na Universidade de Oxford – UK.

Paulo A. Meyer M. Nascimento é mestre em Economia da Educação pela Universidade de Londres e economista pela Universidade Federal da Bahia (UFBA) e pela Middlesex University.

Thiago Costa Araújo é mestre e bacharel em estatística pela Universidade de Brasília – UnB.

Abstract

Projections of skilled labor supply in Brazil: scenarios for the availability of engineers until 2020

This paper presents a method to project degree-holding workforces in specific areas of knowledge in Brazil. The method uses a set of bases of public data (SIM/Datasus, Demographic Censuses, Higher Education Censuses, and Household Surveys). By combining a compensating equation with a simplified model of entries into and departures from the labor market, the methodology enables year-by-year projections with unbundled by sex and by five-year age groups. The study also shows the results of applying this methodology to the simulation of scenarios on the availability of professionals with college degrees in engineering, production and construction, for the Brazilian labor market until 2020. The scenarios are different in function of possible periods of growth to be seen in the number of persons entering and concluding college-level courses in these areas. If recent trends solidify, the Brazilian

workforce may have between 1.6 and 2.3 million persons who have earned degrees in engineering in Brazil in 2020. The results also indicate two major changes in this area in coming years: feminization and rejuvenation.

Keywords: Population projection. Higher education. Engineering workforce. Skilled workforce. Labor supply.

Resumen

Proyecciones de mano de obra calificada en Brasil: escenarios para la disponibilidad de ingenieros hasta 2020

Este estudio presenta un método de proyección poblacional capaz de estimar, para Brasil, la oferta de mano de obra calificada con nivel superior de escolaridad en áreas específicas del conocimiento. Para ello se emplea una metodología que utiliza un conjunto de bases de datos públicos (SIM/Datasus, Censo Demográfico, Censo de la Educación Superior y PNADs). Combinando la ecuación compensadora con un modelo simplificado de los ingresos y egresos en el mercado de trabajo, la metodología propuesta permite calcular la proyección año tras año con resultados desagregados por sexo y grupos quinquenales de edad. El estudio presenta asimismo los resultados de la aplicación de esta metodología en la simulación de escenarios sobre la disponibilidad de profesionales con formación en cursos de ingeniería, producción y construcción, en el mercado laboral brasileño hasta el 2020. Los escenarios se diferencian en función de los posibles ritmos de expansión a observar en el número de ingresantes y egresados en cursos de educación superior en dichas áreas. Si las recientes tendencias se concretan, el mercado laboral brasileño podrá contar, en 2020, con un stock que varía entre 1,9 y 2,3 millones de personas graduadas en ingenierías por instituciones brasileñas de nivel superior. Los resultados también señalan que se observarán dos cambios importantes: la feminización y el rejuvenecimiento de la fuerza de trabajo con diploma en el área de ingeniería.

Palabras clave: Proyección demográfica. Educación superior. Mano de obra calificada. Ingeniería.

Recebido para publicação em 20/01/2012

Aceito para publicação em 08/03/2012

Anexo

TABELA 1
Probabilidades de morte entre as idades exatas X e X+ 5 da população
masculina acima de 15 anos
Brasil – 2000-2020

Idades x	Anos (1)					
	2000	2005	2010	2015	2020	2100
15 anos	0,01088	0,00859	0,00702	0,00570	0,00476	0,00030
20 anos	0,01394	0,01176	0,01138	0,01002	0,00890	0,00055
25 anos	0,01339	0,01193	0,01162	0,01082	0,01010	0,00075
30 anos	0,01660	0,01366	0,01169	0,01021	0,00899	0,00100
35 anos	0,01952	0,01846	0,01515	0,01361	0,01232	0,00170
40 anos	0,02319	0,01962	0,01605	0,01348	0,01160	0,00310
45 anos	0,03228	0,02903	0,02602	0,02380	0,02193	0,00544
50 anos	0,04382	0,03608	0,02854	0,02424	0,02155	0,00926
55 anos	0,06728	0,05148	0,04340	0,03770	0,03422	0,01484
60 anos	0,09398	0,08814	0,06559	0,05722	0,05202	0,02347
65 anos	0,14960	0,15464	0,11367	0,10178	0,09321	0,03854
70 anos	0,18964	0,17041	0,14894	0,13596	0,12845	0,06511
75 anos	0,30983	0,22178	0,20433	0,19555	0,19358	0,11285
80 anos e mais	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Fonte: Ministério da Saúde. Departamento de Análise da Situação de Saúde (Dasis) da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), Sistema de Informação sobre Mortalidade – SIM; IBGE. Censo Demográfico e PNAD; Oliveira, Albuquerque e Lins (2004).

(1) Valores estimados para 2000 e 2005; valores projetados para 2010, 2015 e 2020; valores de 2100 elaborados pelo U. S. Bureau of the Census (apud OLIVEIRA; ALBUQUERQUE; LINS, 2004).

TABELA 2
Probabilidades de morte entre as idades exatas X e X+ 5 da população
feminina acima de 15 anos
Brasil – 2000-2020

Idades x	Ano (1)					
	2000	2005	2010	2015	2020	2100
15 anos	0,00246	0,00162	0,00133	0,00101	0,00081	0,00030
20 anos	0,00264	0,00241	0,00241	0,00228	0,00216	0,00055
25 anos	0,00335	0,00326	0,00289	0,00285	0,00281	0,00075
30 anos	0,00520	0,00376	0,00314	0,00261	0,00223	0,00100
35 anos	0,00656	0,00610	0,00511	0,00451	0,00404	0,00170
40 anos	0,01098	0,00921	0,00762	0,00666	0,00593	0,00310
45 anos	0,01612	0,01287	0,01092	0,00929	0,00818	0,00544
50 anos	0,02521	0,01838	0,01544	0,01314	0,01175	0,00926
55 anos	0,03845	0,03413	0,02923	0,02665	0,02458	0,01484
60 anos	0,06154	0,05543	0,04069	0,03587	0,03250	0,02347
65 anos	0,08789	0,06731	0,05881	0,05072	0,04599	0,03854
70 anos	0,14650	0,11334	0,09307	0,08167	0,07505	0,06511
75 anos	0,20468	0,17933	0,17505	0,16106	0,15033	0,11285
80 anos e mais	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000	1,00000

Fonte: Ministério da Saúde. Departamento de Análise da Situação de Saúde (Dasis) da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), Sistema de Informação sobre Mortalidade – SIM; IBGE. Censo Demográfico e PNAD; Oliveira, Albuquerque e Lins (2004).

(1) Valores estimados para 2000 e 2005; valores projetados para 2010, 2015 e 2020; valores de 2100 elaborados pelo U. S. Bureau of the Census (apud OLIVEIRA; ALBUQUERQUE; LINS, 2004).