

Pereira, Rafael Henrique Moraes; Nascimento, Paulo A. Meyer M.; Araújo, Thiago Costa

**Working Paper**

## Projeções de mão de obra qualificada no Brasil: Uma proposta inicial com cenários para a disponibilidade de engenheiros até 2020

Texto para Discussão, No. 1663

**Provided in Cooperation with:**

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

*Suggested Citation:* Pereira, Rafael Henrique Moraes; Nascimento, Paulo A. Meyer M.; Araújo, Thiago Costa (2011) : Projeções de mão de obra qualificada no Brasil: Uma proposta inicial com cenários para a disponibilidade de engenheiros até 2020, Texto para Discussão, No. 1663, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/91091>

**Standard-Nutzungsbedingungen:**

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

**Terms of use:**

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*

# 1663

TEXTO PARA DISCUSSÃO

**PROJEÇÕES DE MÃO DE  
OBRA QUALIFICADA NO BRASIL:  
UMA PROPOSTA INICIAL COM  
CENÁRIOS PARA A DISPONIBILIDADE  
DE ENGENHEIROS ATÉ 2020**

**Rafael Henrique Moraes Pereira  
Paulo A. Meyer M. Nascimento  
Thiago Costa Araújo**

**Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada**

## PROJEÇÕES DE MÃO DE OBRA QUALIFICADA NO BRASIL: UMA PROPOSTA INICIAL COM CENÁRIOS PARA A DISPONIBILIDADE DE ENGENHEIROS ATÉ 2020\*

Rafael Henrique Moraes Pereira\*\*  
Paulo A. Meyer M. Nascimento\*\*\*  
Thiago Costa Araújo\*\*\*\*

---

\*Os autores agradecem as contribuições e comentários de colegas pesquisadores do Ipea como Divonzir Arthur Gusso, Fabiano Mezadre Pompermyer, Sergei Suarez Dillon Soares, Aguinaldo Nogueira Maciente, Marcelo Abi-Ramia Caetano, Leonardo Monteiro Monastério e Ana Amélia Camarano. Os autores agradecem também as contribuições e comentários de Vanderli Fava de Oliveira, professor da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), de Gabriel Bastías Silva (Universidad Católica de Chile) e de Roberto Leal Lobo e Silva Filho (Lobo & Associados Consultoria). Os erros porventura remanescentes no estudo são de responsabilidade exclusiva de seus autores.

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

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

\*\*\*\* Assistente de Pesquisa da Diset do Ipea.

## Governo Federal

Secretaria de Assuntos Estratégicos da  
Presidência da República

Ministro Wellington Moreira Franco

**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

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

### Presidente

Marcio Pochmann

### Diretor de Desenvolvimento Institucional

Geová Parente Farias

### Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais, Substituto

Marcos Antonio Macedo Cintra

### Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia

Alexandre de Ávila Gomide

### Diretora de Estudos e Políticas Macroeconômicas

Vanessa Petrelli de Correa

### Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais

Francisco de Assis Costa

### Diretor de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura, Substituto

Carlos Eduardo Fernandez da Silveira

### Diretor de Estudos e Políticas Sociais

Jorge Abrahão de Castro

### Chefe de Gabinete

Fabio de Sá e Silva

### Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação

Daniel Castro

URL: <http://www.ipea.gov.br>

Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

## Texto para Discussão

Publicação cujo objetivo é divulgar resultados de estudos direta ou indiretamente desenvolvidos pelo Ipea, os quais, por sua relevância, levam informações para profissionais especializados e estabelecem um espaço para sugestões.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

ISSN 1415-4765

JEL: J-11; J-22; J-82

# SUMÁRIO

---

SINOPSE

ABSTRACT

|  |    |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO.....  | 7  |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA – PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS E DE FORÇA DE TRABALHO.....                                     | 8  |
| 3 METODOLOGIA.....   | 16 |
| 4 PROJEÇÕES DE PROFISSIONAIS COM GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA, PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO NO BRASIL ENTRE 2010 E 2020..... | 31 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....  | 42 |
| REFERÊNCIAS .....  | 44 |
| ANEXO .....  | 49 |



## SINOPSE

O campo de estudos sobre projeções e estimativas populacionais apresenta razoável nível de amadurecimento de suas metodologias e discussões. Entretanto, quando se trata de projetar um grupo populacional muito específico, como as pessoas com uma determinada formação acadêmica/profissional, existe ainda amplo espaço para aprimoramentos metodológicos. A contribuição do presente estudo vem no sentido de refinar os métodos de projeção populacional com vistas a estimar, para o Brasil, a oferta de mão de obra qualificada com nível superior em áreas específicas do conhecimento. Para tanto, apresenta-se uma metodologia que se utiliza de um conjunto de bases de dados públicos (SIM/Datasus, Censo Demográfico, Censo da Educação Superior e PNAD). O estudo apresenta também os resultados da aplicação desta metodologia na simulação de cenários sobre a disponibilidade, até 2020, de profissionais com formação em cursos de engenharia, produção e construção e áreas afins no mercado de trabalho brasileiro.

## ABSTRACT<sup>i</sup>

Research on population projections and estimates are well-developed worldwide. Nonetheless, methodological advances are still required when it comes to education-specific population projections. This paper aims to contribute in this matter presenting a method to project specialised workforce in Brazil. The proposed method conjugates four different public databases which are easily accessible and can be used to project professionals with different higher education qualifications by sex and age. Moreover, the method is applied to estimate engineering workforce availability in Brazil up to 2020.

---

i. As versões em língua inglesa das sinopses desta coleção não são objeto de revisão pelo Editorial do Ipea. *The versions in English of the abstracts of this series have not been edited by Ipea's editorial department.*





## 1 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 do setor privado e do setor público no país. O cálculo destas projeções pode ser extremamente útil, por exemplo, para prever o volume e a estrutura de uma população, 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 uma determinada formação acadêmica ou profissional, há ainda amplo espaço para aprimoramentos metodológicos. Este estudo visa contribuir nesse sentido ao apresentar uma proposta metodológica de projeção populacional com vistas a estimar, para um 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, por um acelerado processo de envelhecimento populacional 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. Em termos absolutos, o pico deverá ocorrer por volta de 2028, com pouco menos de 151 milhões de pessoas. A partir deste ano, será possível verificar 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 contraditório, este ritmo de crescimento tem agudizado as preocupações de empresários e estudiosos em torno de um possível “apagão de mão de obra especializada”.

Para colaborar com esse debate, o 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 até 2020.<sup>1</sup> Como parte deste projeto de pesquisa, este texto apresenta os resultados preliminares de uma proposta metodológica em construção que objetiva projetar a disponibilidade de profissionais especializados – com destaque, neste momento, para a população com ensino superior em cursos de engenharia.<sup>2</sup>

A metodologia proposta utiliza-se de 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 (PNADs) e o Censo Demográfico (ambos do IBGE), além de dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/Datasus) do Ministério da Saúde (MS).

A metodologia é apresentada na seção 3, após uma breve revisão de literatura feita na seção 2, sobre projeções populacionais e de força de trabalho. A seção 4 apresentará os resultados obtidos com a aplicação da metodologia na simulação de cenários sobre a disponibilidade de profissionais com diploma nas áreas de engenharia, no mercado de trabalho brasileiro, até 2020. Por fim, a quinta e última seção traz algumas reflexões e recomendações para estudos futuros.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA – PROJEÇÕES DEMOGRÁFICAS E DE FORÇA DE TRABALHO**

O campo de estudos demográficos tem apresentado importantes contribuições para o aprimoramento dos métodos e técnicas de projeção populacional (ONU, 1956). Particularmente ao longo das últimas décadas, os avanços realizados nas diversas metodologias de projeções populacionais podem ser encontrados nos estudos de Arriaga (2001) e O'Neill *et al.* (2001).

---

1. O projeto de pesquisa iniciado em 2010 tem por título *Análise da oferta e demanda de mão de obra qualificada no setor produtivo brasileiro*. No Plano de Trabalho do Ipea para 2011, aparece com a denominação de *Cenários para o mercado de trabalho brasileiro*. Para um estudo preliminar do projeto, ver Nascimento *et al.* (2010). Relatórios de etapas subsequentes do projeto foram publicados em Pomper Mayer *et al.* (2011), Soares e Nascimento (2011), Gusso e Nascimento (2011), Pereira e Araújo (2011) e Maciente e Araújo (2011).

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, conforme classificação oficial adotada pelo Censo da Educação Superior do Ministério da Educação (MEC). Para a relação completa dos cursos incluídos nesta classificação, ver o anexo deste trabalho.

A demografia brasileira também apresenta avançado nível de amadurecimento de suas metodologias e discussões no país. Além das tradicionais projeções demográficas oficiais realizadas pelo IBGE (2002; 2008), o país conta com uma série de publicações que se debruçam sobre o tema revendo projeções realizadas anteriormente, calculando novas projeções e discutindo seus limites e avanços metodológicos (BELTRÃO *et al.*, 2000; BORGES *et al.*, 2006; CAMARANO e KANSO, 2009; COSTA, 1988; JANNUZZI, 2007; OLIVEIRA, ALBUQUERQUE e LINS, 2004; PATARRA, 1996).

O trabalho de O'Neill *et al.* (2001) faz uma síntese dos diversos métodos alternativos para se calcular projeções populacionais. É importante observar que não existe um método que seja o melhor, mas 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 método mais consagrado para projeção populacional (ARRIAGA, 2001; O'NEILL *et al.*, 2001; ONU, 1956).

Esse método tem como vantagem permitir que se projete 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 utilizando-se 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 momento seguinte. Trata-se de uma equação de fácil intuição, na qual a população final de um determinado território no momento  $t+n$  equivale à sua população inicial no momento  $t$ , acrescida de seu crescimento vegetativo (número de nascimentos menos número de óbitos por idade nesse período) e de seu saldo migratório (número de imigrantes menos número de emigrantes durante este mesmo período).

Sua expressão analítica está expressa na fórmula 1.

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

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; e

$n$  = intervalo projetado.

A partir desse método, apresentado aqui de maneira muito sucinta, é possível simular o crescimento e a composição que uma determinada população vivenciará caso se concretizem as suposições quanto ao comportamento futuro de cada uma das componentes demográficas em termos de seus níveis e padrões por sexo e idade (BORGES *et al.*, 2006; CEPAL, 2009). A construção de cenários acerca das perspectivas futuras destas variáveis, em si, constitui-se numa 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.

## 2.1 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 desta natureza permitem, por exemplo, avaliar situações futuras de maior ou menor disponibilidade de profissionais com determinadas formações acadêmicas no mercado de trabalho, sinalizando sobre possíveis necessidades de ajustes em programas de formação profissional (JANNUZZI, 2000; JANNUZZI e VANETI, 2010; NEUGART e SCHÖMANN, 2002).

No Brasil, desde a década de 1980, existe uma trajetória de estudos prospectivos sobre a disponibilidade de força de trabalho disponíveis na economia do país, entre os quais podem ser destacados os trabalhos de Henriques (1985), Camarano (1986), Neupert, Calheiros e Theodoro (1989), Januzzi (2000), Wajnman e Rios Neto (1999; 2000) e Ipea (2006). Esta 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.<sup>3</sup>

Em linhas gerais, tais projeções são realizadas a partir da estimação dos futuros níveis das taxas específicas de atividade (TEA), que indicam a proporção da população masculina e feminina que se encontra economicamente ativa em cada grupo etário. Assim, a projeção da PEA seria resultado da aplicação destas taxas específicas de atividade estimadas sobre uma projeção populacional desagregada por sexo e idade.<sup>4</sup>

Apesar de a literatura citada avançar nas projeções de força de trabalho no Brasil, o cálculo de projeções de pessoas com determinada formação acadêmica ou profissional não parece tão disseminado no país. Eijs (1994) destaca que, mesmo em nível internacional, projeções do lado da oferta do mercado de trabalho são um 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 remeta às ocupações e ao tipo de formação. Segundo o autor (*op. cit.*, p. 17), dois são os métodos mais comumente utilizados para projetar disponibilidades futuras de mão de obra:

- *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 (como idade, gênero e/ou etnia) no mercado de trabalho, a fim de projetar o crescimento populacional destes subgrupos, tendo por foco descrever a população economicamente ativa em termos de perfis etários, étnicos e de gênero, entre outros; e
- *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.

3. 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. A pesquisa 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.

4. 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, 1990), que apresenta ainda outros métodos de projeção utilizando: suposto de taxa constante da mudança da produtividade do trabalho; funções de emprego-valor agregado (*employment-value added functions*); ou inversas das funções de produção Cobb-Douglas (*inverse cobb-douglas production functions*).

Eijs (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 estes quatro institutos varia entre um e outro dos métodos mencionados anteriormente, inclusive utilizando aspectos de ambos.

Em publicação mais recente, editada por Neugart e Schömann (2003), é fornecida uma visão geral de projeções feitas em uma gama maior de institutos de pesquisa, que abrangem Alemanha, Áustria, Canadá, Espanha, Estados Unidos, França, Holanda, Irlanda, Japão e Reino Unido. Cada um dos estudos realizados nestes 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 abrangente pesquisa em que são construídas projeções demográficas por nível educacional (o que os autores chamam de *education-specific population projections*) para 120 países (contendo 93% da população mundial em 2005) com resultados desagregados por sexo, grupos etários e nível de escolaridade.<sup>5</sup>

Um grande desafio de projeções de força de trabalho 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 supõem uma relação unívoca entre ocupação e qualificação acadêmica desconsideram os mecanismos de ajuste que operam no mercado de trabalho, em especial a substituíbilidade comumente observada entre

---

5. Os autores trabalham com os seguintes níveis de escolaridade: sem educação formal, educação primária, secundária e superior.

concluintes de variados cursos técnicos e superiores nas diversas ocupações (BLAUG, 1967, *apud* CÖRVERS e HEIJKE, 2004).<sup>6</sup>

Assim sendo, para a construção de projeções sobre a disponibilidade de um perfil profissional específico, é preciso que: *i*) o requerimento técnico para tal função seja suficientemente especializado (por exemplo, gerenciamento de obras é uma função típica do engenheiro civil em razão de especificidades técnicas); *ii*) haja delimitação legal acerca das qualificações que habilitam para uma determinada ocupação (por exemplo, atualmente, professores de educação básica precisam ser licenciados na área que ensinam); e *iii*) sejam agregados os dados de áreas de formação e/ou de ocupações até um ponto em que se incorporem a contento as diversas qualificações e funções substituíveis entre si.<sup>7</sup>

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).<sup>8</sup>

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 realizado pelo Instituto de Educação e Ciências (IES) americano. Considerando a proporção destes diplomas que foram conferidos nos cursos de engenharia elétrica em relação ao total, o estudo supôs 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 destes profissionais.

6. Blaug, M. Approaches to educational planning. *Economic Journal*, n. 77, p. 262-87, June 1967.

7. Nesse caso, a depender 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.

8. Alertando sobre as perspectivas de envelhecimento dos *baby boomers* nos EUA, Atkinson (1990) faz uma síntese de diversas considerações que indicam como é antiga a preocupação sobre a formação de profissionais nas áreas de engenharia e ciências nos Estados Unidos. O autor, contudo, não se aprofunda no aspecto metodológico da projeção desses profissionais.

Na América Latina, podem ser destacados os estudos de Goic durante a década de 1990 (GOIC, 1994; 1999). No primeiro estudo, o autor calculou uma estimativa da disponibilidade de médicos no Chile para o ano de 1994 e a projetou para os anos de 1998 e 2003, enquanto, no segundo estudo, atualizou os resultados para o ano de 2008. 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 destes 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 descrição da metodologia e dos resultados não é apresentada de forma desagregada por sexo e 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-se uma mortalidade acadêmica de 20%). Não se especifica, contudo, o método de projeção aplicado. Para estimar as saídas do mercado de trabalho, o autor estimou os óbitos dos médicos considerando uma taxa de mortalidade de cinco por mil (que seria ligeiramente inferior à taxa 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 de idade, a partir da qual todos os médicos eram considerados aposentados. As projeções de Goic incorporam a imigração dos médicos que se graduaram no exterior habilitados para exercer a profissão no país. No entanto, o estudo não especifica o método de projeção, tampouco tece considerações sobre a emigração de médicos chilenos.<sup>9</sup>

Um dos poucos estudos brasileiros com foco na projeção de profissionais com uma formação específica é a dissertação de mestrado de Rodrigues (2008). Neste trabalho, a autora projeta o número de médicos que deverá estar em exercício no estado de Minas Gerais nos anos de 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.

---

9. Simoens e Hurst (2006) fazem um apanhado de longa bibliografia sobre a disponibilidade de médicos em países da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Apesar de sumarizarem algumas questões centrais abordadas nestes estudos, os autores não entram em detalhes acerca das metodologias empregadas na construção das projeções.



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 (GOIC, 1994; 1999), posteriormente sistematizado por Bastías *et al.* (2000). A ideia central subjacente a esta metodologia foi incorporada ao presente estudo e será apresentada com mais detalhes a seguir.

Em termos dos dados empregados, o trabalho de Rodrigues utiliza algumas fontes de dados públicas como as Tábuas de Vida, do IBGE, calculadas para o estado de Minas Gerais, e algumas 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), 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, tais como a regulamentação e o papel desempenhado pelos conselhos estaduais e federal da 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 esta razão constante para todo o período da projeção). As taxas líquidas de migração (TLM) projetadas até 2020 supuseram constantes as TLMs registradas pelo Siem em 2007.<sup>10</sup>

Dadas essas particulares da profissão médica (de regulamentação da profissão e da disponibilidade de dados), a replicação dessa metodologia empregada por Rodrigues (2008) para a projeção de outras categorias profissionais poderia ser inviável sem que fossem feitas algumas adaptações.

Este texto apresenta, na próxima seção, uma proposta metodológica em construção para se projetar a disponibilidade de mão de obra qualificada (isto é, com formação de

10. 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).

nível superior em áreas específicas do conhecimento) no mercado de trabalho brasileiro. Na seção subsequente, são apresentados os resultados obtidos a partir da aplicação desta metodologia para a população com ensino superior completo nas áreas de engenharia, produção e construção.

### 3 METODOLOGIA

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, a projeção do volume e da estrutura etária da população disponível no mercado de trabalho formada pelo sistema educacional brasileiro.<sup>11</sup>

A abordagem aqui proposta 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 estes autores. Esta 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.

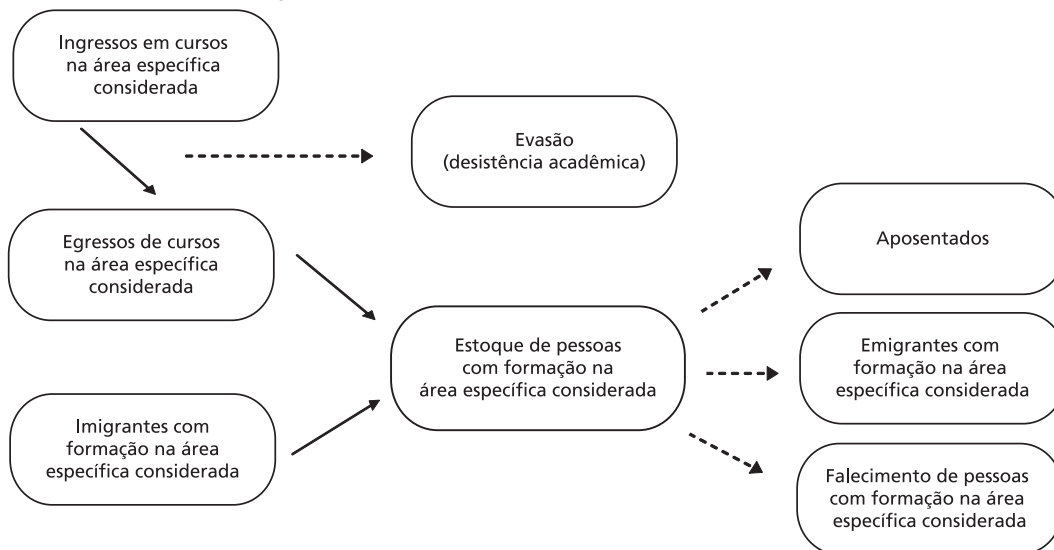
A informação do número de nascimentos – que exercia papel de entrada na população total na versão original da equação compensadora – é substituída pelo fluxo de egressos de cursos universitários na área de conhecimento considerada. Por sua vez, a informação do número de óbitos – que exercia papel de saída da população total – passa a ser contabilizada considerando-se tanto aquelas pessoas que deixam o mercado de trabalho por razões de óbito quanto por razões 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.

---

11. Trata-se de uma abordagem que trata do lado da oferta de mão de obra qualificada para o mercado de trabalho. 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 seção 4 deste texto, consultar Maciente (no prelo).

FIGURA 1

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



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

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 um 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 este 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 deste território (número de imigrantes menos número 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 adotados 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 de natureza mais política e econômica) – qual será 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 referida 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, que será objeto da seção 4.<sup>12</sup>

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

### 3.1 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 desta credencial no ano-base pode ser obtida no Censo Demográfico realizado pelo IBGE em 2000 (variável *v4355* – código do curso mais elevado concluído).<sup>13</sup> A forma de organização dos dados permite fácil acesso a esta informação de forma desagregada por sexo e grupos quinquenais de idade. A data de referência do censo é 1º 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 ela irá exercer no mercado de trabalho. Assim sendo, faz-se necessário reconhecer que uma parcela da população obtida para o ano-base da projeção encontra-se empregada em ocupações outras que não as típicas de sua área de formação.

---

12. Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção. Para um retrospecto sobre a formação de nível superior destas áreas no Brasil, ver o estudo de Oliveira (2010).

13. O Censo Demográfico 2000 (IBGE) não permite diferenciar se o curso de nível superior encontra-se na categoria de bacharelado ou de tecnologia.

No caso deste trabalho, pôde-se observar que, em 2000, 24% das pessoas empregadas em ocupações típicas de engenharia<sup>14</sup> não possuíam diploma nas áreas relacionadas à engenharia. Da mesma maneira, pôde-se observar que, em 2000, 69% das pessoas diplomadas nas áreas de engenharia não estavam empregadas em ocupações típicas da área.<sup>15</sup> Esta proporção 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 no mercado de trabalho e em termos das ofertas salariais que estes profissionais recebem em cada tipo de ocupação.

Em princípio, essas taxas de desvio não comprometem os resultados da presente metodologia. Isto 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 que a habilitariam para exercer determinado grupo de ocupações. A proporção da população projetada que efetivamente se “desviará” (e acabará por atuar em outras ocupações diferentes daquelas próprias à sua área de formação) irá depender do futuro ajuste do mercado de trabalho em função dos atrativos salariais que estarão vigentes dentro e fora do ramo de atividade.

### 3.2 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). Os dados do Censo da Educação Superior são levantados anualmente e 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

14. Para definição das ocupações consideradas como típicas de engenharia, utilizou-se o mesmo procedimento adotado por Nascimento *et al.* (2010), considerando-se aquelas ocupações designadas pelos códigos 201, 202, 203, 214 e 234 na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), incluindo aí profissionais de engenharias, bem como os profissionais de áreas relacionadas à eletromecânica, biotecnologia, metrologia, pesquisas em engenharias e tecnologia e docência em engenharia, geofísica, geologia e arquitetura e urbanismo.

15. Nesses casos, pode-se esperar encontrá-los numa das seguintes situações: exercendo outras ocupações; desempregados; exercendo atividades como profissionais não assalariados; emigrantes para outros países; ou simplesmente fora do mercado de trabalho. Nos Estados Unidos, a proporção de engenheiros trabalhando fora de suas ocupações típicas em 1999 era de aproximadamente 68% (NSF, 2003, p. 250).

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.

### 3.2.1 Volume de concluintes do ensino superior

A informação do 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 (índice de titulação) e aplicá-la sobre o número de ingressantes observados entre 2005 e 2009 e sobre os ingressantes projetados para o período compreendido entre 2010 e 2015.

As estimativas do índice de titulação (que seria o complemento da taxa de evasão) têm papel importante para este estudo, por se tratar de uma variável diretamente relacionada com a quantidade de alunos que se formam nas instituições de ensino superior e, conseqüentemente, com a quantidade de profissionais que estará futuramente disponível 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 obteve o diploma ao final de certo número de anos. O complemento desta taxa é o 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;

$t$  é o ano de ingresso dos alunos de referência;

$C$  é o número de alunos que concluíram o curso;

$n$  é o número médio de anos que um aluno levaria para se formar no curso; e

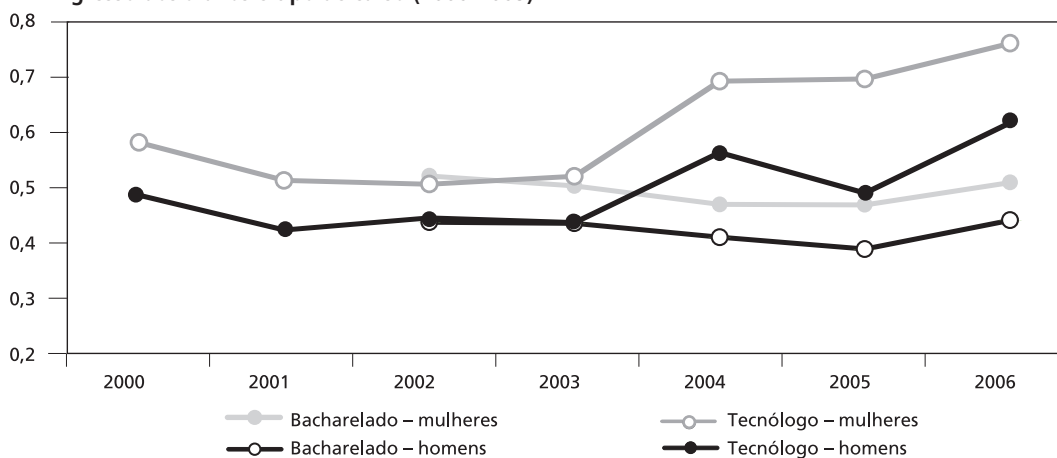
$I$  é o número de alunos ingressantes.

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, este 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 este tipo de análise por estarem agregados ao nível do curso e não do aluno.<sup>16</sup>

Considerando o período de 2000 a 2009, utilizou-se a fórmula (2) para calcular o índice de titulação dos alunos do sexo masculino e feminino dos cursos de bacharelado e de tecnologia nas áreas de engenharia, produção e construção. Os resultados são apresentados no gráfico 1. O tempo médio de graduação destes alunos foi estimado com base na diferença média entre o ano de ingresso e o ano 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 cursos de bacharelado.

16. 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.

GRÁFICO 1  
Índice de titulação dos cursos de engenharia, produção e construção,<sup>1</sup> segundo sexo, ano de ingresso dos alunos e tipo de curso (2000-2009)



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

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

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 como variável dependente, e o número de estudantes que ingressaram no ano  $t$  é considerado como variável explicativa. Para a utilização do método dos mínimos quadrados, utilizou-se o seguinte modelo:

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

onde:

$C$  é o número de concluintes;

$I$  é o número de ingressantes;

$i$  refere-se ao tipo de curso, i.e., se é bacharelado ou curso superior de tecnologia;

$t$  é o ano em que é contado o número de concluintes; e

$n$  é o número de anos que se supõe 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.



Nesse caso, interessa o índice de titulação dado pela estimativa obtida para o parâmetro  $\beta_i$  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 e no gráfico 2.

TABELA 1  
**Síntese do resultado da regressão linear simples para a estimação do índice de titulação dos cursos de engenharia, produção e construção,<sup>1</sup> segundo sexo, ano de ingresso dos alunos e tipo de curso (2000-2009)**

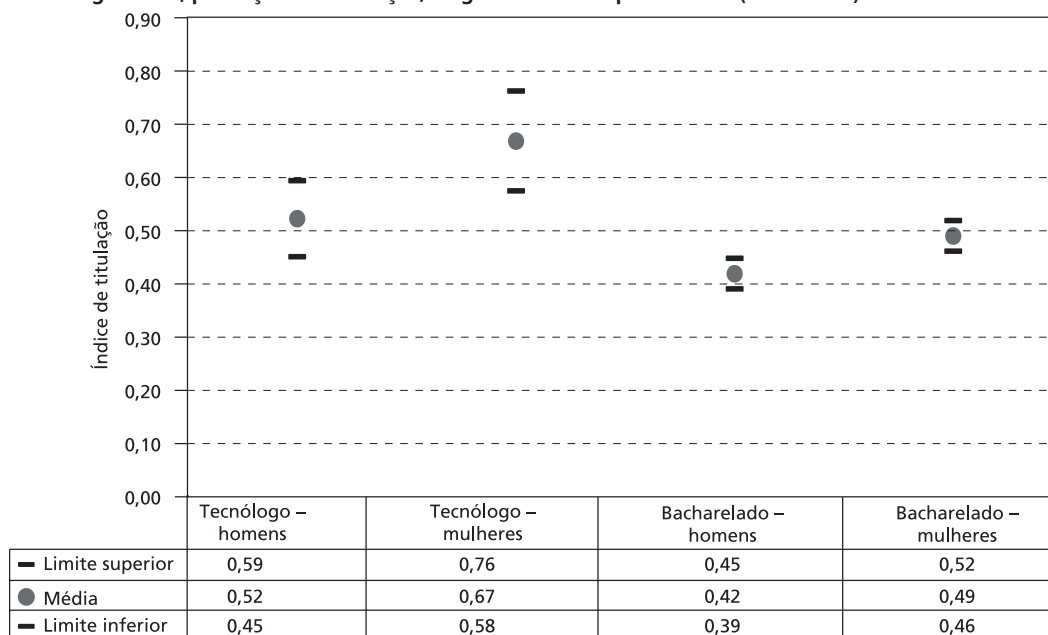
| Grau      | Sexo      | Número de observações | R2     | Beta    | P-Valor |
|-----------|-----------|-----------------------|--------|---------|---------|
| Tecnólogo | Masculino | 7                     | 0,9816 | 0,52258 | <0,0001 |
| Tecnólogo | Feminino  | 7                     | 0,9806 | 0,66901 | <0,0001 |
| Bacharel  | Masculino | 5                     | 0,9975 | 0,41909 | <0,0001 |
| Bacharel  | Feminino  | 5                     | 0,9982 | 0,49026 | <0,0001 |

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

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

GRÁFICO 2  
**Intervalo de confiança para o índice de titulação estimado dos cursos de engenharia, produção e construção,<sup>1</sup> segundo sexo e tipo de curso (2000-2009)**



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

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

Os índices de titulação  $\beta_i$  foram aplicados sobre o número de ingressantes registrados 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 projetados 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 intuições privadas. A construção de cenários desta natureza pode ser útil para simulação dos possíveis resultados que seriam obtidos diante de eventuais alterações na política educacional brasileira.

Neste estudo, cada cenário foi construído supondo-se 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 o ano de 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 nestas áreas.

- Primeiro cenário:

$$P_t = P_{2009}$$

- Cenário 2 (esfriamento): tomou-se como hipótese que o ensino superior nas áreas de engenharias repetiria, entre 2010 e 2020, o menor ritmo de expansão no número de alunos ingressantes observado em 5 anos consecutivos registrados entre 2000 e 2009.

- Segundo cenário:

$$P_t = \text{Menor taxa observada em 5 anos consecutivos} * P_{t-1}$$

- 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 entre 2000 e 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 cursos de tecnólogo.

- Terceiro cenário:

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

- Cenário 4 (aquecimento): tomou-se como hipótese que o ensino superior nas áreas de engenharias repetiria, entre 2010 e 2020, o mesmo ritmo de expansão recorde no número de alunos ingressantes observado em 5 anos consecutivos registrados entre 2000 e 2009.

- Quarto cenário:

$$P_t = \text{Maior taxa observada em 5 anos consecutivos} * P_{t-1} \text{ (para } 2010 < t < 2015)$$

### 3.2.2 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 6 anos de diferença no caso dos cursos de bacharelado, e  $t-3$  somados 4 anos de diferença no caso dos cursos de tecnólogo. Este procedimento, portanto, tem como pressuposto que o tempo médio para um aluno se formar seria de 6 anos para bacharéis e 4 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 dos alunos que concluem o curso superior entre 2005 e 2014 diz respeito aos alunos ingressantes registrados entre 2000 e 2009. Para os alunos que o concluíram antes de 2005, foi necessário adotar um procedimento alternativo, uma vez que não existem informações sobre a estrutura etária dos estudantes que ingressaram nas IES antes de 2000. Nestes casos, foi atribuída aos egressos a estrutura etária média dos alunos que ingressaram em 2000 e 2001.

A composição etária do quantitativo esperado de concluintes para os anos entre 2015 e 2020 dependeria da estrutura etária observada para os ingressantes entre 2010 e 2015. Como ainda não existe observação disponível para estes 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, tomou-se como base a estrutura etária de 2008 e 2009 para atribuir a estrutura de 2010, a estrutura de 2009 e 2010 para atribuir a estrutura de 2011, e assim sucessivamente.

### 3.3 A SAÍDA DO MERCADO DE TRABALHO COMO FUNÇÃO MORTALIDADE

Como a metodologia 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 tanto por razões de óbito como por razões de aposentadoria. Para os fins deste trabalho, são desconsideradas as saídas temporárias do mercado de trabalho, pois elas pouco impactam o estoque geral da força de trabalho disponível (BASTÍAS *et al.*, 2000).<sup>17</sup>

#### 3.3.1 Mortalidade

Uma ampla bibliografia discute os diferenciais de morbidade e mortalidade entre grupos populacionais segundo suas características socioeconômicas (CORDEIRO e SILVA, 2001; MESSIAS, 2003; MULLER, 2002; PÉREZ e TURRA, 2008; SILVA, PAIM e COSTA, 1999). Apesar das dificuldades para realização de estudos empíricos 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.<sup>18</sup>

Um desafio inicial para se projetar a mortalidade das pessoas com ensino superior no Brasil é justamente encontrar as informações que sejam o mais fidedignas possível ao perfil de mortalidade deste 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 a ter cursado pelo menos o primeiro ano da faculdade)

---

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

18. 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 à alimentação, acompanhamento médico etc. (Muller, 2002; Pérez e Turra, 2008).

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 SIM/Datasus não apresentavam informação sobre a escolaridade da pessoa falecida. Embora esta proporção venha caindo, ela 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 neste estudo por utilizar as informações de mortalidade da população do Distrito Federal, independentemente do seu grau de escolaridade. Optou-se por utilizar como referência o regime de mortalidade do DF por ser a Unidade da Federação com a maior expectativa de vida do país. No ano de 2008, por exemplo, a esperança de vida ao nascer no DF era de 75,8 anos de idade, em contraposição à expectativa de 73 anos para o Brasil (BRASIL, 2009).

A título de comparação, a 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 obtidos pela projeção que partiu das informações da mortalidade do Distrito Federal. Ademais, como destacado por Patarra (1996), Borges *et al.* (2006) 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 os anos de 2000 e 2007. Estas taxas foram calculadas a partir das informações sobre óbitos fornecidas pelo SIM/Datasus, e de população, extraídas das edições da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD/IBGE) e do censo demográfico.<sup>19</sup>

19. 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).

Para projeção destas taxas, aplicou-se método análogo ao empregado pelo IBGE em suas projeções oficiais (OLIVEIRA, ALBUQUERQUE e LINS, 2004), em que se utiliza uma função logística para interpolar os logaritmos das taxas específicas de mortalidade entre 2000 e 2020.<sup>20</sup> Para tanto, tomou-se 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 e LINS, 2004).

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).

### 3.3.2 Aposentadoria

Um dos desafios dessa proposta metodológica é incorporar a dinâmica das aposentadorias como um fator adicional para saída do mercado de trabalho. Isto ocorre por dois motivos: primeiro porque a aposentadoria não significa necessariamente a retirada definitiva do mercado de trabalho; e, segundo, porque 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).<sup>21</sup>

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 destas taxas específicas de aposentadoria no Brasil exigirá lidar com uma série de questões metodológicas, e sua incorporação na presente metodologia ficará reservada para um momento futuro.

---

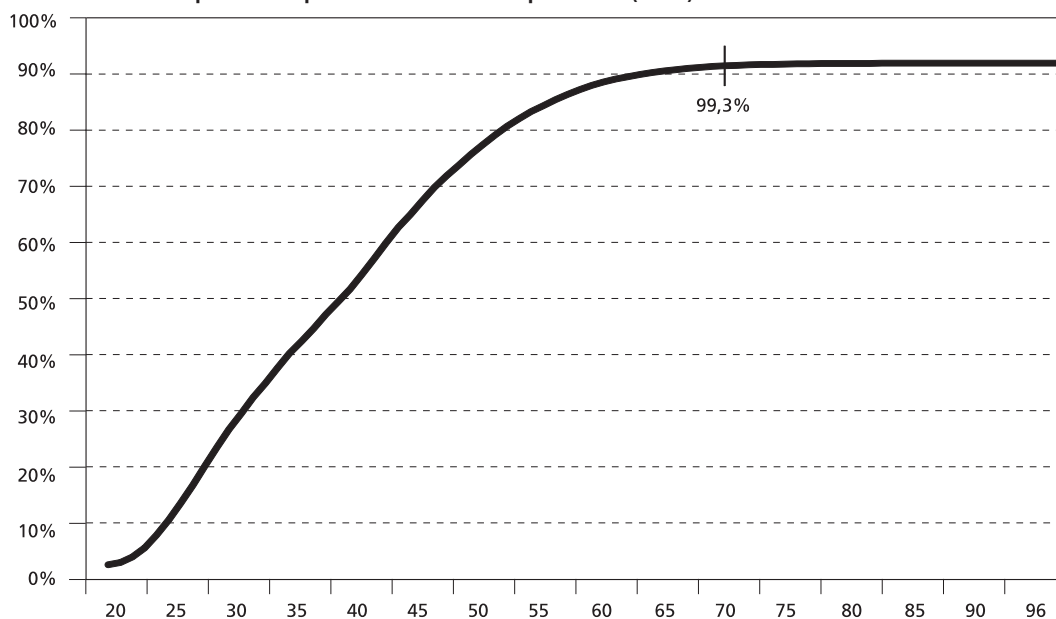
20. Para auxiliar nessas projeções logísticas tomou-se como base a planilha Logistic desenvolvida pelo U.S. Bureau Of The Census no seu conjunto de planilha de análises populacionais (PAS - *population analysis spreadsheets*), disponível em: <<http://www.census.gov/ipc/www/pas.html>>.

21. Para um estudo acerca dos fatores que afetam a participação dos idosos no mercado de trabalho, ver o trabalho de Perez *et al.* (2006).

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). Ou seja, este estudo considerou que todos os homens e mulheres com nível superior de escolaridade sairão definitivamente do mercado de trabalho a partir desta idade. Esta suposição parece consistente, visto que, segundo os dados de 2009 captados pela PNAD, 99,2% de toda a população economicamente ativa com nível superior de escolaridade no Brasil tinha menos de 70 anos de idade (gráfico 3).<sup>22</sup>

GRÁFICO 3

**Distribuição acumulada população economicamente ativa com nível superior completo de escolaridade por idade (2009)**



Fonte: PNAD (IBGE).

Elaboração dos autores.

### 3.4 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

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

fechada à migração internacional não deve afetar os resultados gerais encontrados pelo presente 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 (tabela 2 e gráfico 4).

**TABELA 2**  
**Total de pessoas registradas na Rais em ocupações de engenharia, produção e construção, segundo nacionalidade (2000 a 2009)**

| Nacionalidade        | 2000           | 2001           | 2002           | 2003           | 2004           | 2005           | 2006           | 2007           | 2008           | 2009           |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Em números absolutos |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| Brasileiros          | 264.496        | 296.228        | 325.531        | 281.606        | 298.193        | 319.378        | 341.035        | 366.270        | 404.833        | 426.462        |
| Estrangeiros         | 3.668          | 3.679          | 3.662          | 3.071          | 3.120          | 3.157          | 3.119          | 3.338          | 3.564          | 3.725          |
| <b>Total</b>         | <b>268.164</b> | <b>299.907</b> | <b>329.193</b> | <b>284.677</b> | <b>301.313</b> | <b>322.535</b> | <b>344.154</b> | <b>369.608</b> | <b>408.397</b> | <b>430.187</b> |
| Nacionalidade        | 2000           | 2001           | 2002           | 2003           | 2004           | 2005           | 2006           | 2007           | 2008           | 2009           |
| Em %                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
| Brasileiros          | 98,6           | 98,8           | 98,9           | 98,9           | 99,0           | 99,0           | 99,1           | 99,1           | 99,1           | 99,1           |
| Estrangeiros         | 1,37           | 1,23           | 1,11           | 1,08           | 1,04           | 0,98           | 0,91           | 0,90           | 0,87           | 0,87           |
| <b>Total</b>         | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     | <b>100</b>     |

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

Elaboração dos autores.

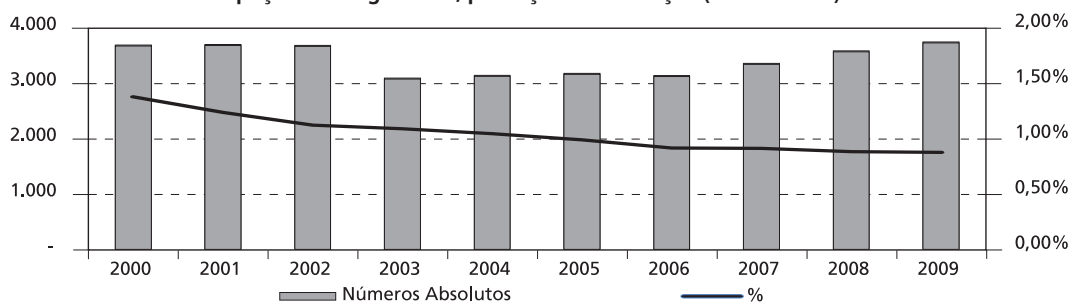
Embora se observe um aumento, em termos absolutos, do número de estrangeiros trabalhando com carteira assinada em ocupações de engenharia, produção e construção no Brasil, este número nunca ultrapassou 3.800 pessoas entre 2000 e 2009. Em termos absolutos, houve um aumento de 21% do número de estrangeiros trabalhando com carteira nestas ocupações entre 2003 (3.071 estrangeiros) e 2009 (3.725 estrangeiros). Este aumento 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 do país. 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 4

Número absoluto e relativo de estrangeiros trabalhando com carteira assinada em ocupações de engenharia, produção e construção (2000 a 2009)



Fonte: Rais/MTE.

Elaboração dos autores.

As migrações internas, por sua vez, 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.

## 4 PROJEÇÕES DE PROFISSIONAIS COM GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA, PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO NO BRASIL ENTRE 2010 E 2020

Foram utilizadas como população base para projeção as 525.390 pessoas identificadas pelo Censo Demográfico brasileiro de 2000 que declararam ter diploma nas áreas de engenharias e que possuíam menos de 70 anos de idade (tabela 3). Infelizmente, não é possível saber, a partir dos dados do censo, se a pessoa fez curso de nível superior na categoria de bacharelado ou na de tecnologia. Dessa forma, estes dados são apresentados na tabela 3 para o agregado dos diplomados nas áreas de engenharias.

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

**TABELA 3**  
**População com diploma de nível superior em cursos de engenharia, produção e construção,<sup>1</sup> por sexo e idade (2000)**

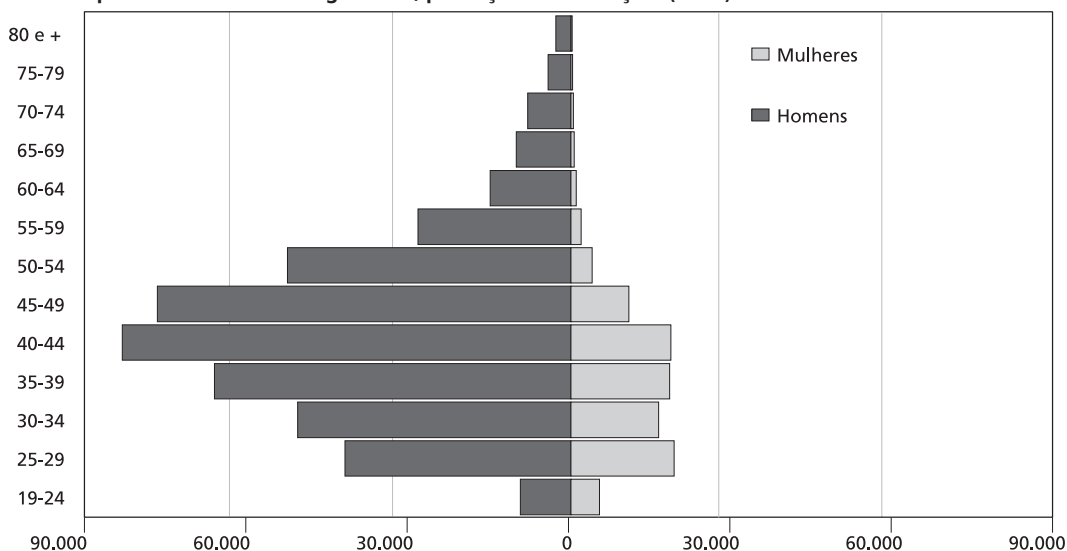
| Faixa etária  | Homens         | %          | Mulheres      | %          | Total          | %          |
|---------------|----------------|------------|---------------|------------|----------------|------------|
| 19-24         | 9.323          | 2,1        | 5.290         | 5,5        | 14.613         | 2,70       |
| 25-29         | 41.528         | 9,3        | 18.957        | 19,7       | 60.485         | 11,17      |
| 30-34         | 50.271         | 11,3       | 16.134        | 16,8       | 66.405         | 12,27      |
| 35-39         | 65.535         | 14,7       | 18.168        | 18,9       | 83.703         | 15,46      |
| 40-44         | 82.508         | 18,5       | 18.391        | 19,1       | 100.899        | 18,64      |
| 45-49         | 76.065         | 17,1       | 10.645        | 11,1       | 86.711         | 16,02      |
| 50-54         | 52.162         | 11,7       | 3.936         | 4,1        | 56.098         | 10,36      |
| 55-59         | 28.119         | 6,3        | 1.897         | 2,0        | 30.017         | 5,55       |
| 60-64         | 14.836         | 3,3        | 995           | 1,0        | 15.831         | 2,92       |
| 65-69         | 10.006         | 2,2        | 624           | 0,6        | 10.630         | 1,96       |
| 70-74         | 7.949          | 1,8        | 480           | 0,5        | 8.429          | 1,56       |
| 75-79         | 4.160          | 0,9        | 290           | 0,3        | 4.450          | 0,82       |
| 80 e +        | 2.762          | 0,6        | 240           | 0,2        | 3.001          | 0,55       |
| Subtotal < 70 | 430.354        | 97         | 95.037        | 99         | 525.390        | 97         |
| <b>Total</b>  | <b>445.224</b> | <b>100</b> | <b>96.046</b> | <b>100</b> | <b>541.271</b> | <b>100</b> |

Fonte: Censo Demográfico (IBGE).

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

**GRÁFICO 5**  
**Distribuição, por sexo e idade, da população com diploma de nível superior em cursos de engenharia, produção e construção<sup>1</sup> (2000)**



Fonte: Censo Demográfico (IBGE).

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

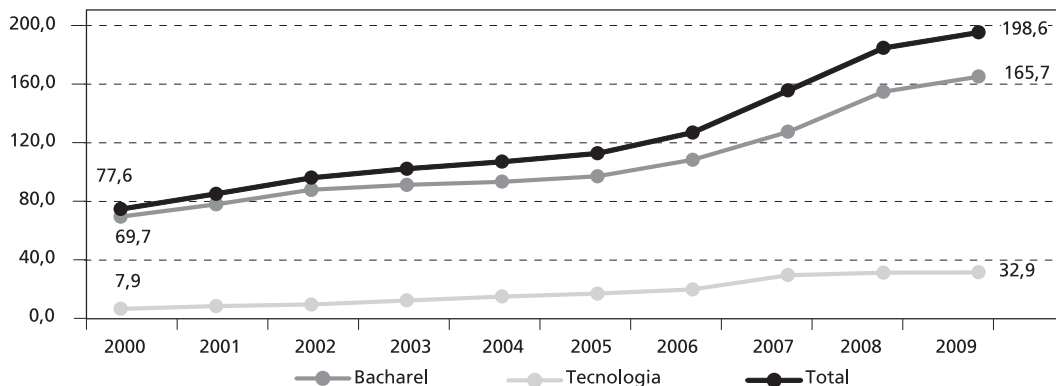
## 4.1 PROJEÇÃO DOS INGRESSOS E EGRESSOS DOS CURSOS DE ENGENHARIA, PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO

### 4.1.1 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, apresentando uma taxa média geométrica de crescimento anual de 11,0%. O gráfico 6 apresenta a evolução entre 2000 e 2009 do número destes ingressantes, separando-os por tipo de curso (bacharelado e tecnologia). Observa-se que, embora os cursos de bacharelado respondam pela maior parcela dos alunos ingressantes nos cursos de engenharia, produção e construção, foram os cursos de tecnologia que tiveram uma expansão mais acelerada na década, chegando a responder por 16,6% de todos os alunos ingressantes na área.

GRÁFICO 6

Número de alunos ingressantes nos cursos de engenharia, produção e construção<sup>1</sup> (2000-2009)



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

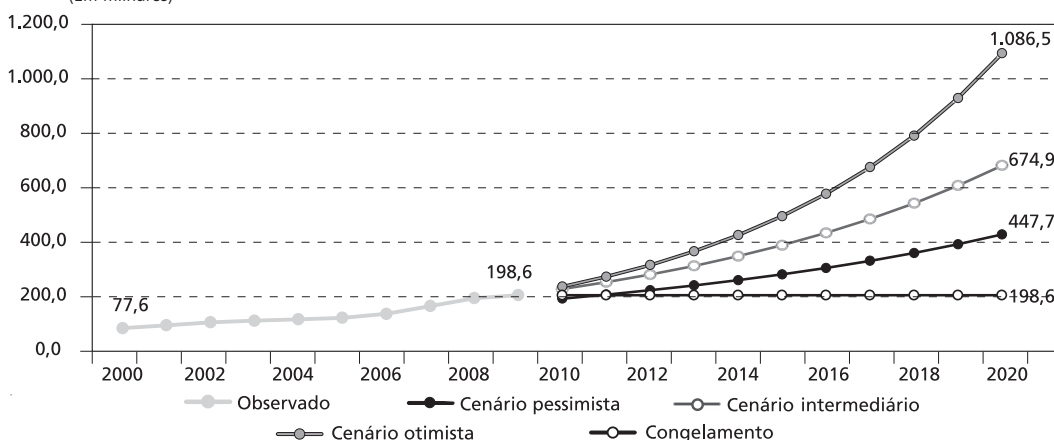
Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

Conforme a metodologia apresentada na seção 3 deste estudo, 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 – um congelamento do número de ingressantes a partir de 2009 – e uma perspectiva extremamente otimista – segundo a qual o ensino superior nas áreas engenharias repetiria para a década de 2010-2020 o ritmo de expansão recorde observado em 5 anos consecutivos registrados na década de 2000-2009.

A partir desses cenários, 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%, 11,81% e 16,8%. Caso o cenário intermediário se confirme, por exemplo, isto significa que o número de alunos ingressantes nos cursos de engenharias no ano de 2020 será 3,4 vezes maior que o número de alunos que ingressaram em 2009, e 8,7 vezes maior que o número de alunos que ingressaram em 2000 (gráfico 7).

**GRÁFICO 7**  
**Cenários de projeção do número de alunos ingressantes**  
**em cursos de engenharia, produção e construção<sup>1</sup> (2000-2020)**  
 (Em milhares)



Fonte: Os dados utilizados entre 2000 e 2009 foram obtidos no Censo da Educação Superior (INEP/MEC). Os dados de 2010 até 2020 foram calculados pelos autores.

Elaboração dos autores.

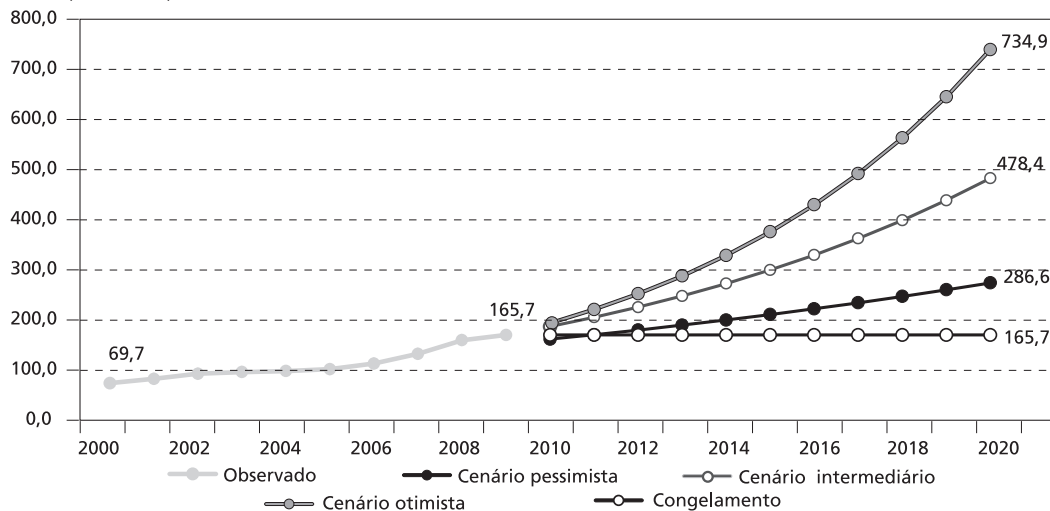
Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

Cabe lembrar que as etapas metodológicas de projeção foram realizadas separadamente para os cursos de bacharelado e de tecnólogo, considerando-se as diferentes tendências recentes de suas respectivas redes de ensino. Embora as análises enfatizem o agregado dos profissionais de engenharia, seus resultados são apresentados nos gráficos 8 e 9.

GRÁFICO 8

**Cenários de projeção do número de alunos ingressantes em cursos de bacharelado nas áreas de engenharia, produção e construção<sup>1</sup> (2000-2020)**

(Em milhares)



Fonte: Os dados utilizados entre 2000 e 2009 foram obtidos no Censo da Educação Superior (INEP/MEC). Os dados de 2010 até 2020 foram calculados pelos autores.

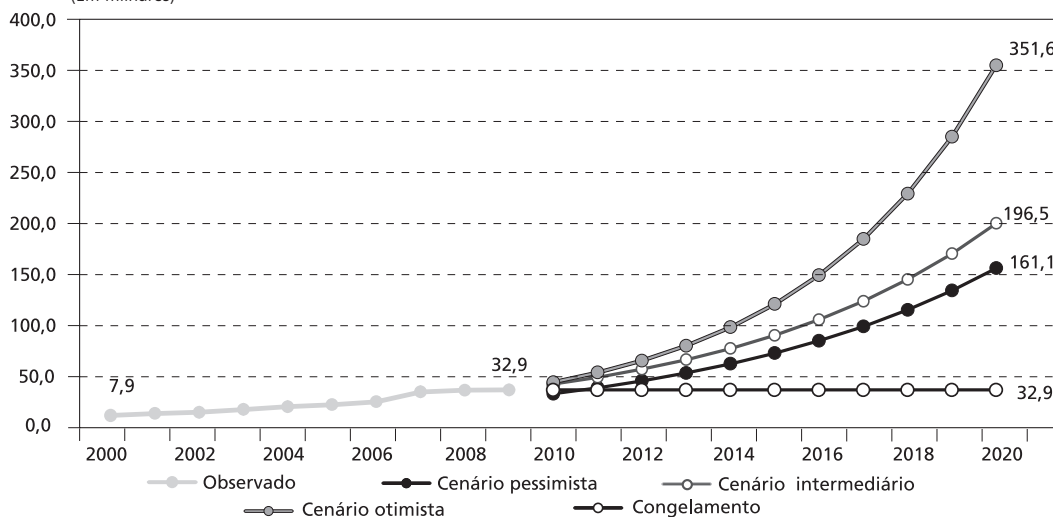
Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

GRÁFICO 9

**Cenários de projeção do número de alunos ingressantes em cursos de tecnologia nas áreas de engenharia, produção e construção<sup>1</sup> (2000-2020)**

(Em milhares)



Fonte: Os dados utilizados entre 2000 e 2009 foram obtidos no Censo da Educação Superior (INEP/MEC). Os dados de 2010 até 2020 foram calculados pelos autores.

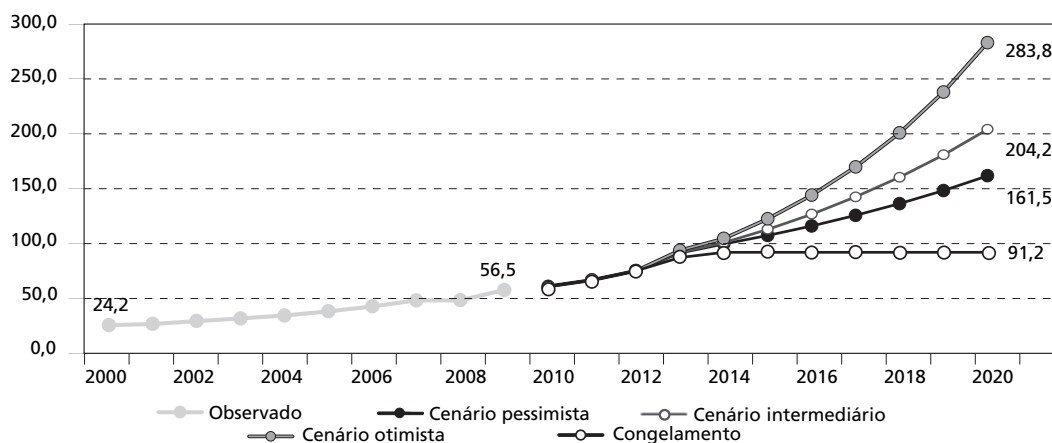
Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

#### 4.1.2 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 10). 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 no ano de 2020 será 3,6 vezes maior que o número de alunos formados em 2009 e 8,4 vezes maior que o número de alunos formados em 2000.

GRÁFICO 10  
Cenários de projeção do número de alunos concluintes  
de cursos de engenharia, produção e construção<sup>1</sup> (2000-2020)  
(Em milhares)



Fonte: Os dados utilizados entre 2000 e 2009 foram obtidos no Censo da Educação Superior (INEP/MEC). Os dados de 2010 até 2020 foram calculados pelos autores.

Elaboração dos autores.

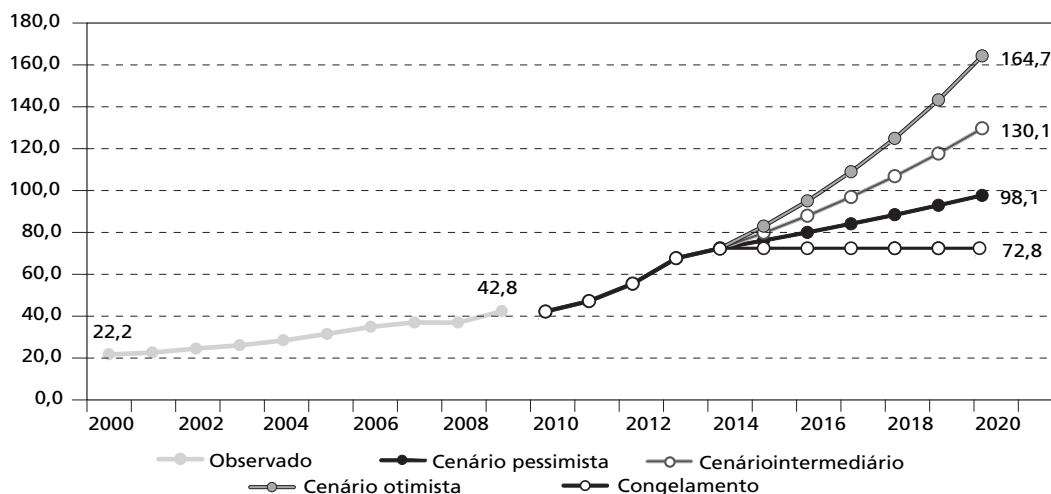
Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

Pelos gráficos 11 e 12, pode-se notar, que os cenários construídos mantêm a tendência observada entre 2000 e 2009 de uma expansão mais intensa dos alunos concluintes dos cursos de tecnologia. Nessa primeira década, os dados do Censo da Educação Superior registraram que o número de alunos concluintes nos cursos de tecnologia cresceu a uma taxa geométrica média de 24% ao ano. Um ritmo de expansão muito alto, especialmente quando comparado ao número de concluintes em cursos de bacharelado, que cresceu a uma média de 7,6% ao ano no mesmo período.

GRÁFICO 11

**Cenários de projeção do número de alunos concluintes de cursos de bacharelado em engenharia, produção e construção<sup>1</sup> (2000-2020)**

(Em milhares)



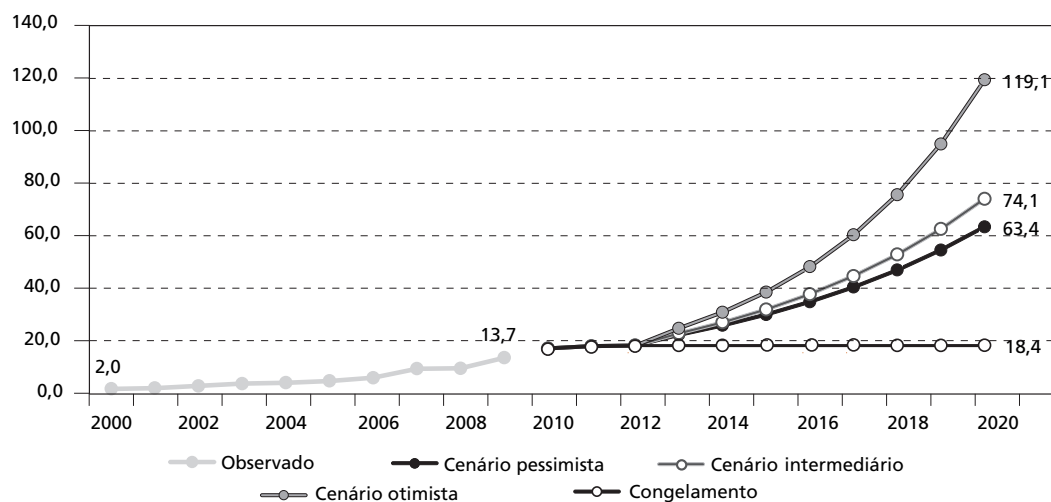
Fonte: Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

GRÁFICO 12

**Cenários de projeção do número de alunos concluintes de cursos de tecnologia em engenharia, produção e construção<sup>1</sup> (2000-2020)**

(Em milhares)



Fonte: Os dados utilizados entre 2000 e 2009 foram obtidos no Censo da Educação Superior (INEP/MEC). Os dados de 2010 até 2020 foram calculados pelos autores.

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

Destaque-se que o número de pessoas que se formarão nos cursos de engenharias entre os anos de 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 possíveis no curto prazo, para alcançar resultados mais imediatos na expansão quantitativa do número de concluintes do ensino superior, seria a adoção de políticas destinadas a reduzir a taxa de evasão acadêmica. Desenhar uma política voltada para esta questão, contudo, exigiria uma análise aprofundada sobre os fatores que levam à evasão acadêmica – que não é objeto de estudo deste trabalho.

#### 4.2 PROJEÇÃO DAS TAXAS ESPECÍFICAS DE MORTALIDADE

As estimativas das probabilidades de morte obtidas conforme a metodologia apresentada na seção 3 deste estudo estão apresentadas nas tabelas 4 e 5.

TABELA 4  
Probabilidades de morte entre as idades exatas  $X$  e  $X+5$  da população masculina acima de 15 anos de idade (2000-2020)

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

Fonte: Os valores de 2000 e 2005 foram estimados com dados do Departamento de Análise da Situação de Saúde (Dasis) da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) do MS, SIM, com dados do Censo Demográfico e da PNAD (IBGE).

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Valores estimados para os anos de 2000 e 2005; valores projetados para 2010, 2015 e 2020; valores de 2100 elaborados pelo U. S. Bureau of the Census (*apud* OLIVEIRA *et al.*, 2004).



TABELA 5  
Probabilidades de morte entre as idades exatas  $X$  e  $X+5$  da população feminina acima de 15 anos de idade (2000-2020)

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

Fonte: Os valores de 2000 e 2005 foram estimados com dados do Departamento de Análise da Situação de Saúde (Dasis) da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) do MS, SIM, com dados do Censo Demográfico e da PNAD (IBGE).

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Valores estimados para os anos de 2000 e 2005; valores projetados para 2010, 2015 e 2020; valores de 2100 elaborados pelo U. S. Bureau of the Census (*apud* OLIVEIRA *et al.*, 2004).

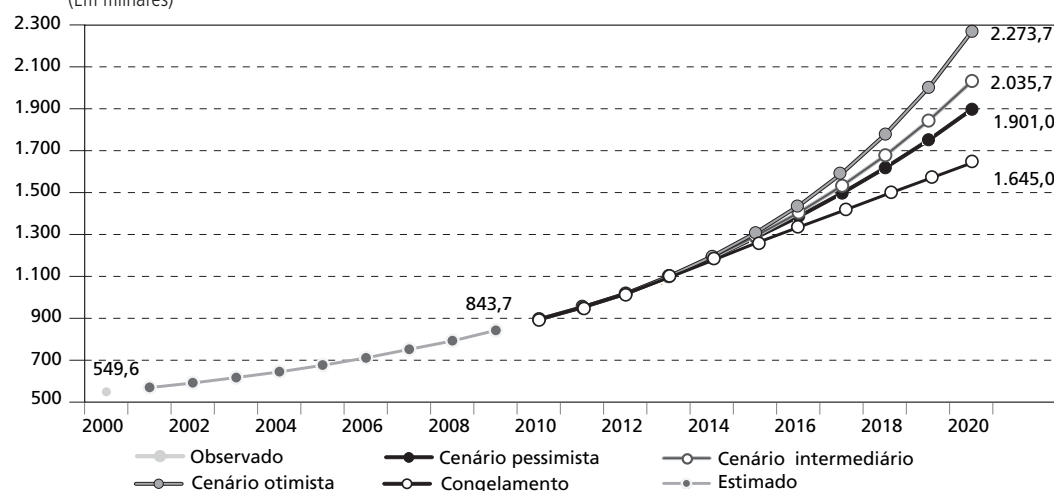
#### 4.3 RESULTADOS GERAIS DAS PROJEÇÕES DA DISPONIBILIDADE DE ENGENHEIROS NO MERCADO DE TRABALHO BRASILEIRO ATÉ 2020

Ao incorporarem-se paulatinamente os concluintes universitários ao estoque de engenheiros identificados 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 até 2020. Considerado o estoque inicial de pessoas com diploma em engenharias em 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 4,9% 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 entre 2010 e 2020 poderá

crescer a uma taxa entre 7,8%, 8,5% ou 9,7% ao ano, conforme os cenários projetados. Neste caso, o tamanho da população com diploma nos cursos de engenharias presente no mercado de trabalho brasileiro deverá se situar entre 1,9 e 2,3 milhões de pessoas em 2020 (gráfico 13). Nota-se que, mesmo em um cenário irrealista de congelamento da expansão de matrículas para novos alunos de engenharias a partir de 2009, ainda assim, o estoque de engenheiros disponível no mercado de trabalho em 2020 seria quase o dobro do estoque estimado para 2009.

GRÁFICO 13  
Cenários de projeção do estoque de engenheiros no mercado de trabalho (2000 a 2020)  
(Em milhares)



Fonte: Os dados utilizados entre 2000 e 2009 foram estimados pelos autores com base no Censo da Educação Superior (INEP/MEC), com base no Censo Demográfico, e com base na PNAD (IBGE).

Elaboração dos autores.

Como dito anteriormente, os dados do Censo Demográfico de 2000 não permitem identificar qual era a proporção de engenheiros que possuíam diploma de bacharelado e a dos que possuíam diploma de tecnólogo que compunham a população base dessas projeções. Dessa forma, tampouco é possível discriminar com precisão qual seria a parcela do estoque de engenheiros projetados que possuiriam formação de bacharel ou de tecnólogo.

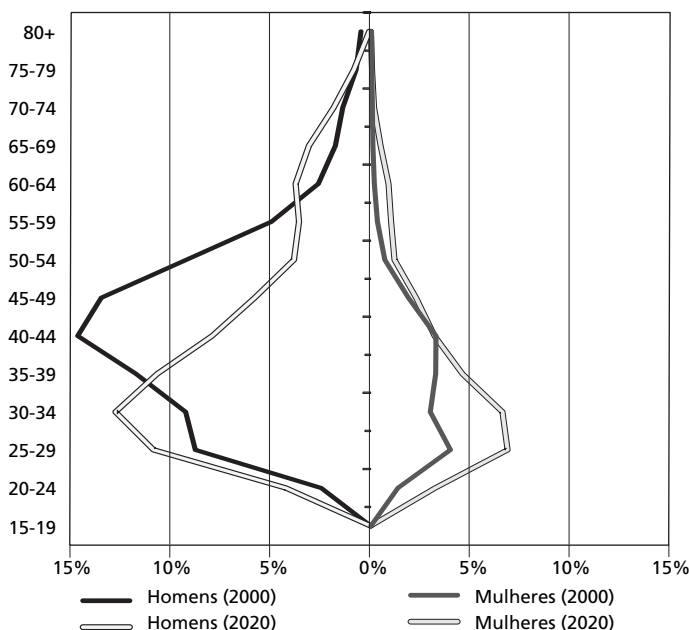
O gráfico 14 apresenta a pirâmide populacional que se observa no estoque de engenheiros apontado em 2000 pelo Censo Demográfico (IBGE) e a pirâmide populacional estimada do estoque de engenheiros projetado para 2020, caso o cenário

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 engenharias. Outra alteração significativa se dará no perfil etário dos engenheiros brasileiros, que apresentará uma estrutura 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 destes profissionais e seu perfil etário, mais jovem em relação ao estoque de engenheiros que já se encontra no mercado de trabalho, deverão levar a um rejuvenescimento relativo da oferta geral de mão de obra nas engenharias no país.

GRÁFICO 14

Distribuição por sexo e idade da população com diploma de nível superior em cursos de engenharia, produção e construção<sup>1</sup> (2000 e 2020)



Fonte: Os dados utilizados entre 2000 e 2009 foram estimados pelos autores com base no Censo da Educação Superior (INEP/MEC), com base no Censo Demográfico, e com base na PNAD (IBGE).

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Ver, no anexo, a relação completa dos cursos classificados pelo Ministério da Educação como sendo da área de engenharia, produção e construção.

Faz-se necessário advertir mais uma vez que uma parcela dessa população estimada com a projeção poderá vir a se empregar em ocupações outras que não as típicas de sua

área de formação, porquanto 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, pôde-se observar 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 perniciosa. 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.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O cálculo de projeções demográficas pode trazer importantes contribuições para atividades de planejamento, na medida em que possibilita ao tomador de decisão conhecer quais características (em termos de volume e estrutura) uma determinada população provavelmente assumirá caso determinadas hipóteses ocorram.

Este estudo calculou três projeções sobre a disponibilidade de mão de obra qualificada nas áreas de engenharias 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 de ingressantes e concluintes de cursos de ensino superior nestas áreas. Os resultados apontam que 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 – aptas a atuar em ocupações típicas da área.

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 necessitaria incorporar uma série de condicionantes sobre as possíveis trajetórias do crescimento econômico do país, além de outras questões, muitas delas incorporadas no estudo de Maciente e Araújo (2011) e de Maciente (no prelo).

Com as devidas ressalvas, pode-se afirmar que o estudo surge num momento oportuno, dadas as perspectivas econômicas e demográficas que se apresentam para o país. 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 deles é utilizar apenas bases de dados públicas, todas disponíveis na internet. 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 prazo (de 5 a 15 anos).

Numa futura agenda de pesquisa, a metodologia 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. Para tanto, poderão ser incorporadas as discussões acerca de tábuas de vida ativa, presentes em estudos como os de Lerda (1971) e ONU (1971). Também poderá contribuir para o avanço desta linha de pesquisa a incorporação de um modelo Profluxo (também conhecido como modelo de fluxo escolar) para o ensino de nível superior, conforme os modelos pensados por Klein (2003) e Golgher (2004).

A metodologia carece ainda de um maior refinamento a fim de incorporar a questão migratória, tendo em vista, especialmente, que a disponibilidade de universidades e da própria atividade econômica (demandante de força de trabalho) encontra-se distribuída 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 prazo (BORGES *et al.*, 2006; RIOS-NETO, 2005).

Para além do aprimoramento da presente metodologia, vislumbram-se diversas outras perspectivas de pesquisa relacionadas ao tema deste estudo e ao projeto Cenários para o mercado de trabalho brasileiro, ora em curso no Ipea. Uma delas diz respeito à aplicação da presente metodologia para outras formações acadêmica e 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 uma reflexão 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 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](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**, cap. 13. Washington: BLS Publishing, 2010.
- BORGES, A. S. *et al.* **Projeções populacionais no Brasil: subsídios para seu aprimoramento**. Caxambu: Associação Brasileira de Estudos Populacionais (ABEP), 2006. Disponível em: <[http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006\\_901.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_901.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de informações sobre mortalidade**. Datasus – TABNET. Indicadores e dados básicos. Brasília, 2009. Disponível em: <[www.datasus.gov.br](http://www.datasus.gov.br)>. Acesso em: 10 março 2011.
- CAMARANO, A. A. **Dinâmica demográfica e crescimento da força de trabalho no Brasil 1980/2000**. v. 44. 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](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](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](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.

COSTA, M. A. **Cenários demográficos regionais até 2005**. Rio de Janeiro: Ipea, 1988. (Texto para Discussão, n. 146). Disponível em: <[http://www.ipea.gov.br/pub/td/1988/td\\_0146.pdf](http://www.ipea.gov.br/pub/td/1988/td_0146.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2011.

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. Disponibilidad de médicos en Chile y su proyección a mediano plazo. **Revista médica de Chile**, v. 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**, 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.

GUSSO, D. A.; NASCIMENTO, P. A. M. M. Contexto e dimensionamento da formação de pessoas técnico-científico e de engenheiros. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 12, p. 23-34, 2011, fev. 2011.

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.1ilshhtml@-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. In: \_\_\_\_\_. **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: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS DA ABEP, 17., 2010, Caxambu, MG, **Anais**. Campinas: ABEP, 2010. Disponível em: < [http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2010/docs\\_pdf/eixo\\_2/abep2010\\_2445.pdf](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.

LERDA, J. C. Cálculo de la esperanza de vida activa de un trabajador: Nota metodológica. **Demografía y economía**, v. 5, n. 3, p. 304-319, 1971.

MACIENTE, A. N. Requerimento técnico por engenheiros no Brasil até 2020. No prelo.

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.



- NASCIMENTO, P. A. M. *et al.* Escassez de engenheiros: realmente um risco? **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 6, p. 3-8, fev. 2010.
- NEUGART, M.; SCHÖMANN, K. **Employment outlooks: why forecast the labour market and for whom**. Berlin: Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB), 2002. (WZB Discussion Paper, FS I 02-206)
- 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.
- 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.). **Trajetória e estado da arte da formação em engenharia, arquitetura e agronomia: engenharias**. Brasília: INEP; CONFEA, 2010. v. 1. 304 p. il.
- 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.
- PEREIRA, R. H. M.; ARAÚJO, T. C. Oferta de engenheiros e profissionais afins no Brasil: resultados de projeções iniciais para 2020. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 12, p. 35-42, 2011, fev. 2011.
- 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*: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS POPULACIONAIS, 16., 2008. **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**, v. 12, p. 7-14, 2011, 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.

SOARES, S. S. D.; NASCIMENTO, P. A. M. M. Evolução do desempenho cognitivo do Brasil de 2000 a 2009 face aos demais países. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 12, p. 15-22, 2011, fev. 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](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.

## ANEXO

Para os fins deste trabalho, são denominados profissionais de engenharia (ou engenheiros) todos os indivíduos que possuam 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 a seguir.

Tabela A.1

### Áreas dos cursos classificados na categoria engenharia, produção e construção

| Engenharia, produção e construção           |
|---|
| Arquitetura e urbanismo                     |
| Arquitetura                                 |
| Arquitetura e urbanismo                     |
| Paisagismo                                  |
| Urbanismo                                   |
| Eletricidade e energia                      |
| Distribuição de energia elétrica            |
| Engenharia de produção elétrica             |
| Engenharia eletrotécnica                    |
| Engenharia elétrica                         |
| Engenharia industrial elétrica              |
| Estudos de energia                          |
| Produção de energia                         |
| Tecnologia elétrica                         |
| Tecnologia em eletrotécnica                 |
| Eletrônica e automação                      |
| Controle e automação                        |
| Engenharia de computação                    |
| Engenharia de comunicações                  |
| Engenharia de controle e automação          |
| Engenharia de redes de comunicação          |
| Engenharia de telecomunicações              |
| Engenharia eletrônica                       |
| Engenharia mecatrônica                      |
| Manutenção de aparelhos médico-hospitalares |
| Tecnologia digital                          |
| Tecnologia eletrônica                       |
| Tecnologia mecatrônica                      |
| Telecomunicações                            |
| Telemática                                  |

(Continua)

(Continuação)

---

Engenharia, produção e construção

---

Engenharia civil e de construção

Agrimensura

Engenharia cartográfica

Engenharia civil

Engenharia de produção civil

Engenharia de recursos hídricos

Engenharia sanitária

Irrigação e drenagem (construção)

Materiais de construção (produção e utilização)

Operação de canteiros de obras

Tecnologia de edificação

Tecnologia em estradas

---

Engenharia e profissões de engenharia (cursos gerais)

Automação industrial

Desenho industrial

Engenharia

Engenharia biomédica

Engenharia ambiental

Engenharia de materiais

Engenharia de produção

Engenharia física

Engenharia industrial

Geoprocessamento

Manutenção industrial

Produção industrial

Tecnologia de materiais

Tecnologia em gestão de telecomunicações

---

Engenharia mecânica e metalurgia (trabalhos com metais)

Engenharia de produção mecânica

Engenharia industrial mecânica

Engenharia mecânica

Engenharia metalúrgica

---

Engenharia mecânica e metalurgia (trabalhos com metais)

Fundição de metais e fabricação de formas

Tecnologia mecânica

Tecnologia metalúrgica

---

Materiais (madeira, papel, plástico, vidro)

Cerâmica (industrial)

Engenharia de materiais – plástico

Engenharia de produção de materiais

Fabricação de móveis

Fabricação e processamento de papel

Polímeros

Produção de joias

Produção gráfica

---

(Continua)

---

(Continuação)

---

Engenharia, produção e construção

---

Mineração e extração

Engenharia de minas

Engenharia de petróleo

Engenharia geológica

Extração de petróleo e gás

Tecnologia em rochas ornamentais

---

Processamento de alimentos

Ciência de laticínios

Ciência de vinhos (enologia)

Ciência dos alimentos

Engenharia de alimentos

Indústrias de laticínios (industriais)

Processamento de alimentos e bebidas

Processamento de carnes

Produção de vinhos

Tecnologia de alimentos

Tecnologia em açúcar e álcool

Tecnologia em produção de cachaça

---

Química e engenharia de processos

Engenharia bioquímica

Engenharia de biotecnologia

Engenharia de produção química

Engenharia industrial química

Engenharia química

Tecnologia química

---

Têxteis, roupas, calçados, couros

Engenharia industrial têxtil

Engenharia têxtil

Indústria do vestuário

Indústria têxtil

Têxteis, vestuário e calçados

---

Veículos a motor, construção naval e aeronáutica

Construção naval

Engenharia aeroespacial

Engenharia aeronáutica

Engenharia automotiva

Engenharia naval

Manutenção aeronáutica

Mecânica de veículos

Tecnologia aeroespacial

---

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





## **EDITORIAL**

### **Coordenação**

Cláudio Passos de Oliveira

### **Supervisão**

Marco Aurélio Dias Pires

Everson da Silva Moura

### **Revisão**

Laeticia Jensen Eble

Luciana Dias Jabbour

Mariana Carvalho

Olavo Mesquita de Carvalho

Reginaldo da Silva Domingos

Andressa Vieira Bueno (estagiária)

Celma Tavares de Oliveira (estagiária)

Patrícia Firmina da Oliveira Figueiredo (estagiária)

### **Editoração**

Bernar José Vieira

Cláudia Mattosinhos Cordeiro

Jeovah Herculano Szervinsk Junior

Aline Rodrigues Lima (estagiária)

### **Capa**

Luís Cláudio Cardoso da Silva

### **Projeto Gráfico**

Renato Rodrigues Bueno

### **Livraria do Ipea**

SBS – Quadra 1 - Bloco J - Ed. BNDES, Térreo.

70076-900 – Brasília – DF

Fone: (61) 3315-5336

Correio eletrônico: [livraria@ipea.gov.br](mailto:livraria@ipea.gov.br)

Tiragem: 500 exemplares



## Missão do Ipea

Produzir, articular e disseminar conhecimento para aperfeiçoar as políticas públicas e contribuir para o planejamento do desenvolvimento brasileiro.



Ipea – Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada



SECRETARIA DE  
ASSUNTOS ESTRATÉGICOS  
DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA

