

# Projeções de mão de obra qualificada no Brasil: cenários para a disponibilidade de engenheiros até 2020<sup>\*</sup>

Rafael Henrique Moraes Pereira<sup>♦</sup>  
Paulo A. Meyer M. Nascimento<sup>\*\*</sup>  
Thiago Costa Araújo<sup>▲</sup>

## RESUMO

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 PNADs). Ao combinar a equação compensadora com o modelo simplificado das entradas e saídas no mercado de trabalho utilizado, a metodologia proposta permite que se calcule a projeção ano a ano com resultados desagregados por sexo e grupos quinquenais de idade. O estudo apresenta também os resultados da aplicação dessa metodologia na simulação de cenários sobre a disponibilidade, no mercado de trabalho brasileiro, até 2020, de profissionais com formação em cursos de engenharia, produção e construção. Os cenários se diferenciam em função dos possíveis ritmos de expansão a serem observados no número ingressantes e concluintes em cursos de ensino superior nessas áreas. Caso as tendências recentes incorporadas nos cenários se concretizarem, o mercado de trabalho brasileiro poderá contar, em 2020, com um estoque entre 1,9 e 2,3 milhões de pessoas formadas em engenharias por instituições brasileiras de ensino superior. Os resultados apontam ainda que serão observadas duas alterações relevantes: a feminização e o rejuvenescimento da força de trabalho com diploma nas áreas de engenharias.

**Palavras Chave:** Projeção demográfica, Ensino Superior, Mão de obra qualificada, Engenharia.

---

<sup>\*</sup> Trabalho apresentado no V Congresso da Associação Latinoamericana de População, ALAP, realizado em Montevideo/Uruguai, de 23 a 26 de outubro de 2012.

<sup>♦</sup> Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais (Dirur) do Ipea.

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

<sup>▲</sup> Assistente de Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

## 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. Entretanto, quando se trata de projetar um grupo populacional muito específico, como as pessoas com uma determinada formação acadêmica/profissional, há ainda amplo espaço para aprimoramentos metodológicos. O presente 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 em curso e, por outro, pelo forte ritmo de crescimento da economia observado nos últimos anos. Do ponto de vista econômico, o Brasil vem experimentando um desempenho mais vigoroso nos últimos anos. E embora possa parecer um paradoxo, este ritmo de crescimento tem acirrado as preocupações de empresários e estudiosos acerca de um possível “apagão de mão de obra especializada”.

Para colaborar com esse debate, o presente estudo apresenta uma proposta metodológica para projeção demográfica da disponibilidade de profissionais especializados – com destaque, neste momento, para a população com ensino superior em cursos de engenharia. Para os fins deste trabalho, são denominados profissionais de engenharia (ou engenheiros) todos aqueles indivíduos com formação em cursos de nível superior nas áreas de engenharia, produção e construção, conforme classificação oficial adotada pelo Censo da Educação Superior do Ministério da Educação (MEC)<sup>1</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 (PNAD) e o Censo Demográfico (ambos do IBGE), além de dados do Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/Datasus) do Ministério da Saúde (MS).

A metodologia é apresentada na seção 3, após uma breve revisão de literatura sobre projeções populacionais e de força de trabalho feita na seção 2. A seção 4 apresentará os resultados obtidos com a aplicação do método na simulação de cenários sobre a disponibilidade no mercado de trabalho brasileiro, até 2020, da população com diploma nas áreas de engenharias. Por fim, 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 longa tradição em discussão dos métodos e técnicas de projeção populacional (ONU, 1956). Particularmente ao longo das últimas décadas, podem ser encontrados avanços realizados nas diversas metodologias de projeções populacionais em estudos como os de Arriaga (2001), O'Neill *et al.* (2001), Borges *et al.* (2006), além das projeções demográficas oficiais realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2002; 2008).

---

<sup>1</sup> Para a relação completa dos cursos incluídos nessa classificação, ver o site do Inep no link [http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela\\_OCDE\\_2009.pdf](http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela_OCDE_2009.pdf)

Entre os métodos mais tradicionais, o método das componentes demográficas (*cohort-component method*) 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 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 (ARRIAGA, 2001; O'NEILL *et al.*, 2001; ONU, 1956).

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 ( $n^o$  de nascimentos menos  $n^o$  de óbitos por idade nesse período) e de seu saldo migratório ( $n^o$  de imigrantes menos  $n^o$  de emigrantes durante esse mesmo período).

Sua expressão analítica encontra-se 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 é possível simular o crescimento e a composição que uma determinada população vivenciará caso se concretizem as suposições assumidas quanto ao comportamento futuro de cada uma das componentes demográficas em termos de seus níveis e padrões por sexo e idade (BORGES *et al.*, 2006; CEPAL, 2009). A construção de cenários acerca das perspectivas futuras dessas 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

No Brasil, desde a década de 1980, existe uma trajetória de estudos prospectivos sobre a disponibilidade de força de trabalho disponível 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). Essa linha de pesquisa tem por foco as projeções da população economicamente ativa (PEA) do país, a partir das quais é possível estimar o tamanho, a estrutura e o ritmo de crescimento da população disponível para o trabalho.

Em linhas gerais, tais projeções são realizadas a partir da estimação dos futuros níveis das taxas específicas de atividade (TEA), que representam a proporção de uma população tida como “economicamente ativa”, por sexo, em cada grupo etário. Assim, a projeção da PEA seria resultado da aplicação dessas taxas específicas de atividade estimadas sobre uma projeção populacional desagregada por sexo e idade<sup>2</sup>. As estimativas de projeções de pessoas com determinada formação acadêmica/profissional, contudo, não parecem tão disseminadas no país.

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

Um grande desafio de projeções de força de trabalho, contudo, é associar o tipo de qualificação obtida nos bancos escolares à função desempenhada no mercado de trabalho. Isso porque, 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 (BLAUG, 1967, *apud* CÖRVERS; HEIJKE, 2004).<sup>3</sup>

Na América Latina, podem ser destacados os estudos de Goic (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 e fornece resultados sem qualquer desagregação por sexo ou idade, tratando apenas do volume total de médicos ativos no Chile.

Um dos poucos estudos brasileiros com foco na projeção de profissionais com uma formação específica é a dissertação de mestrado de Rodrigues (2008). Nesse 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. 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), e posteriormente sistematizado por Bastías *et al.* (2000). A ideia central subjacente a essa metodologia foi incorporada ao presente estudo e será apresentada com maiores 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.

---

<sup>2</sup> Na bibliografia internacional, merecem destaque o manual V (ONU, 1971), as experiências consolidadas dos Estados Unidos (BLS, 2010) e do Canadá (HRSDC, 2008) com suas pesquisas periódicas sobre o tema, e o estudo de Bijak *et al.* (2007).

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

Além disso, o tratamento dos dados teve de considerar algumas particularidades próprias à profissão médica (regulamentação e o papel desempenhado pelos conselhos estadual e federal da profissão), bem como a disponibilidade de dados sobre a profissão. A estimativa do número de profissionais que se formaram e ingressam na carreira, por exemplo, foi feita com base na relação entre o número de novas inscrições no Conselho Regional de Medicina de Minas Gerais (CRM/MG) num ano  $t$  e o número de vagas ofertadas pelas universidades no ano  $t-6$  (mantendo essa razão constante para todo período da projeção). As taxas líquidas de migração (TLM) projetadas até 2020 supuseram constantes as TLMs registradas pelo Siem/ CRM/MG em 2007.<sup>4</sup>

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

### 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, portanto, a projeção do volume e da estrutura etária da população disponível no mercado de trabalho formada pelo sistema educacional brasileiro<sup>5</sup>.

Em linhas gerais, o método baseia-se numa combinação da equação compensadora com o modelo simplificado das entradas e saídas no mercado de trabalho utilizado por esses autores. Essa combinação contribui 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 figura 1 apresenta um esquema do modelo.

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 esse período, subtraindo-se o número de pessoas com tal diploma que saíram do mercado de trabalho no período (por razões de aposentadoria ou óbito) e acrescentando-se o saldo migratório desse território ( $n^{\circ}$  de imigrantes menos  $n^{\circ}$  de emigrantes no mesmo período, considerados apenas aqueles com formação na especialidade em questão).

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

---

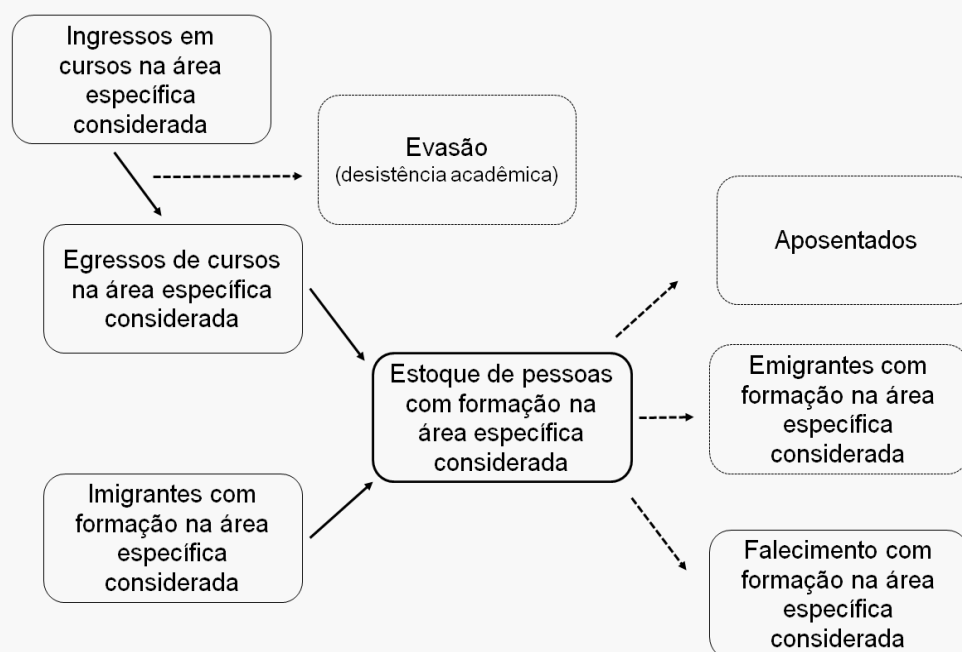
4. Na ausência de informações precisas sobre a mortalidade dos médicos em Minas Gerais, a autora utilizou a mesma sobrevivência da população do estado. A aposentadoria foi estimada com uma idade de corte de 70 anos, como aplicado por Goic (1994; 1999) e Bastías *et al.* (2000).

<sup>5</sup> 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 do presente texto, consultar Maciente (no prelo).

As subseções a seguir apresentam os procedimentos metodológicos e as fontes de dados tomados como base para aplicação da presente 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>6</sup>.

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.

### 3.1 População no ano base

Na presente metodologia, a população no ano base equivale ao estoque inicial de pessoas com formação específica em uma área do conhecimento. No caso, a população com diploma de nível superior em cursos da área de engenharia, produção e construção, informação obtida no Censo Demográfico (IBGE) no ano de 2000 de forma desagregada por sexo e grupos quinquenais de idade.

### 3.2 A entrada no mercado de trabalho como função fecundidade

#### 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 o índice de titulação do

<sup>6</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 esses tipos de curso. A apresentação dos resultados, contudo, será feita para o agregado dos profissionais de engenharia.

curso e aplicá-lo sobre o número de ingressantes observados entre 2005 e 2009 e sobre os ingressantes projetados para o período compreendido entre 2010 e 2020.

As estimativas do índice de titulação (que seria o complemento da taxa de evasão) têm papel importante para o presente estudo por se tratar de uma variável diretamente relacionada com a quantidade de alunos que se formam nas instituições de ensino superior. 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 já no médio prazo.

Partindo do trabalho de Silva Filho *et al.* (2007), entende-se no presente estudo o índice de titulação como sendo a percentagem de alunos que, tendo entrado no ano  $t$ , obteve o diploma ao final de  $n$  anos, sendo  $n$  o número de anos que um aluno levaria em média para se formar no curso analisado. Dessa forma, sua fórmula de cálculo seria:

$$T_{i,g,t} = \frac{C_{i,g,t+n}}{I_{i,g,t}}, \quad (2)$$

Onde:

$T_{i,g,t}$  é o índice de titulação no tipo de curso  $i$ , da população do sexo  $g$  e no ano  $t$ ;  
 $i$  refere-se ao tipo de curso analisado, podendo ser bacharelado ou tecnólogo;  
 $g$  indica o sexo da população ao qual o índice faz referência;  
 $t$  é o ano de ingresso dos alunos de referência, de 2000 até 2009;  
 $C_{i,g,t}$  é o número de alunos que concluíram no tipo de curso  $i$ , do sexo  $g$  e no ano  $t$ ;  
 $n$  é o número médio de anos que um aluno levaria para se formar no tipo de curso  $i$ ; e  
 $I_{i,g,t}$  é o número de alunos ingressantes no tipo de curso  $i$ , do sexo  $g$  e no ano  $t$ ;

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. O tempo médio de graduação desses alunos foi estimado com base na diferença média entre o ano de ingresso menos um e o ano de conclusão, arredondando a diferença pra cima, 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.

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. Esses índices de titulação 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, conforme 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.é, 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 assume terem levado os ingressantes do ano  $t$  para finalizar seu curso, sendo  $n=6$  quando  $i$ =bacharelado e  $n=4$  quando  $i$ =curso superior de tecnologia.

Neste caso, interessa-nos o índice de titulação dado pela estimativa obtida para o parâmetro  $\beta_i$  na equação (3)<sup>7</sup>. A partir do número de alunos ingressantes e concluintes a cada ano entre 2000 e 2009, o método é aplicado separadamente para os cursos de bacharelado e de tecnologia. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 1.

TABELA 1

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

<b>Grau</b>	<b>Sexo</b>	<b>Nº Obs</b>	<b>R<sup>2</sup></b>	<b>Beta</b>	<b>P-Valor</b>
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> Para a relação completa dos cursos incluídos nessa classificação, ver o site do Inep no link [http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela\\_OCDE\\_2009.pdf](http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela_OCDE_2009.pdf).

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 ingressantes 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, a construção de cenários dessa natureza pode ser útil para simulação dos possíveis resultados que seriam obtidos diante de eventuais alterações na política educacional brasileira. No presente estudo, cada cenário foi construído supondo diferentes ritmos de expansão do número de ingressantes nos cursos de engenharia, produção e construção:

- Cenário 1 (congelamento): a título de ilustração, esse cenário assume que haveria um congelamento na expansão dos alunos ingressantes nos cursos de engenharia. Assim, até o ano de 2020, a taxa de expansão no número de alunos ingressantes é igual a zero. Embora seja um cenário irrealista, sua trajetória pode servir de referencial analítico para uma situação extremamente dramática em que não haveria expansão do ensino superior nessas áreas.

$$1^{\circ} \text{ cenário: } P_t = P_{2009} \text{ (para } 2010 < t < 2020)$$

<sup>7</sup> Embora a regressão seja feita com um número pequeno de observações, o que interessa para a presente análise é a obtenção do estimador de mínimo quadrado, que se mostrou consistente e não enviesado. De qualquer maneira, foram realizados diversos testes para verificar os pressupostos da regressão, como hipótese de média dos erros igual a zero (teste t), hipótese de normalidade da regressão (Teste de Shapiro-Wilk, kolmogorov-Smirnov, Cramer von Mises e Anderson – Darling), teste de Homocedastidade (teste de White), correlação dos erros (Durbin-Watson). A única violação encontrada nos testes foi a da correlação dos erros somente para o caso tecnólogo feminino, embora não haja influência na consistência do estimador.



- 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.  
2º cenário:  $P_t = \text{Menor taxa observada em 5 anos consecutivos} * P_{t-1}$  (para  $2010 < t < 2020$ )
- 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.  
3º cenário:  $P_t = \text{Taxa média} * P_{t-1}$  (para  $2010 < t < 2020$ )
- 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.  
4º cenário:  $P_t = \text{Maior taxa observada em 5 anos consecutivos} * P_{t-1}$  (para  $2010 < t < 2020$ )

### 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 (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 a mesma daquela observada no grupo de ingressantes no ano  $t-5$  somados 6 anos de diferença no caso dos cursos de bacharelado, e  $t-2$  somados 3 anos de diferença no caso dos cursos de tecnólogo.

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 esses anos, foi atribuída a esses egressos a estrutura etária média dos alunos que ingressaram em 2008 e 2009.

## 3.3 A saída do mercado de trabalho como função mortalidade

### 3.3.1 Mortalidade

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

Um desafio inicial para se projetar a mortalidade das pessoas com ensino superior no Brasil é justamente encontrar as informações que sejam as mais fidedignas possíveis ao perfil de mortalidade desse grupo. A falta de qualidade da informação sobre o nível de escolaridade

nas declarações de óbito registradas no Sistema de Informações sobre Mortalidade (SIM/Datasus) comprometeria uma estimativa direta desse diferencial de mortalidade por anos de estudo.

Em face da dificuldade de se estimar as taxas específicas de mortalidade experimentadas pela população com ensino superior, optou-se nesse estudo por utilizar as informações de mortalidade da população do Distrito Federal (DF), 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 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 e posteriormente suavizadas (médias móveis) 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. 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, Albuquerque e Lins (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>8</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.

### 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. Essa tarefa se torna extremamente difícil porque a aposentadoria não significa necessariamente a retirada definitiva do mercado de trabalho. 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.

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, o presente estudo considerou que todos os homens e mulheres com nível superior de escolaridade sairão definitivamente do mercado de trabalho a partir dessa idade. Uma suposição que parece consistente, visto que, segundo os dados de 2009 captados pela PNAD (IBGE), 99,2% de toda população economicamente ativa com nível superior de escolaridade no Brasil tinha menos de 70 anos de idade.

---

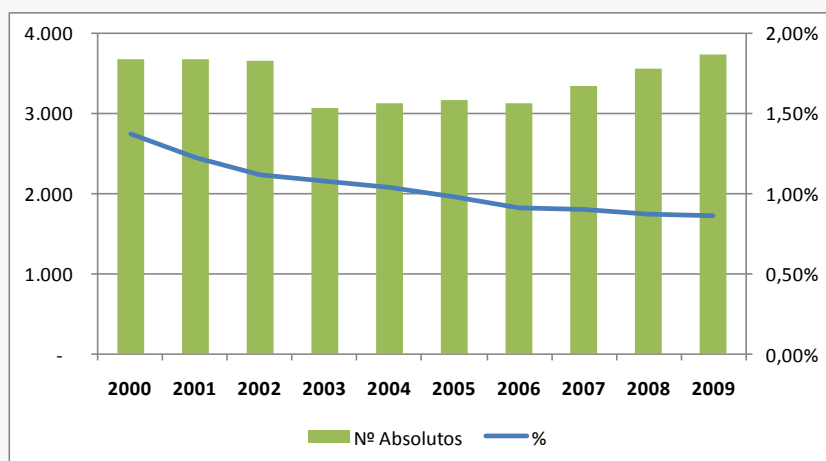
8. Para auxiliar nessas projeções logísticas, tomou-se como base a planilha “Logistic” desenvolvida pelo U.S. Bureau Of The Census no seu conjunto de planilha de análises populacionais (PAS – Population Analysis Spreadsheets), disponível em: <<http://www.census.gov/ipc/www/pas.html>>.

### 3.4 Migração

Finalmente, deve-se observar que, para os fins deste exercício, as variáveis migratórias foram desconsideradas. Embora se observe um aumento, em termos absolutos, do número de estrangeiros trabalhando com carteira assinada em ocupações de engenharia, produção e construção no Brasil, esse número de estrangeiros nunca ultrapassou 3.800 pessoas entre 2000 e 2009 (gráfico 1). Em termos relativos, 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 1

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



Fonte: Rais/MTE.  
Elaboração dos autores.

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

### **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 captadas pelo Censo Demográfico brasileiro de 2000 que se declararam com diploma nas áreas de engenharias e que possuíam menos de 70 anos de idade. Esses dados são apresentados na tabela 2 para o agregado dos diplomados nas áreas de engenharias (incluindo aí tecnólogos e bacharéis).

O gráfico 2 mostra a estrutura etária dos engenheiros, por sexo, no ano de 2000. Além da visível predominância de profissionais do sexo masculino nessas áreas, chama a atenção o fato de que, no ano 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 2

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

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

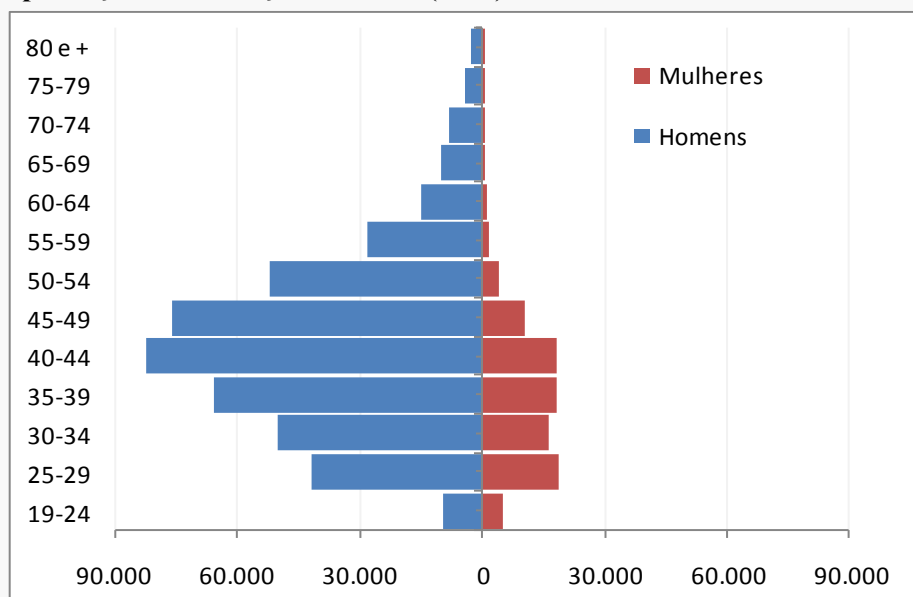
Fonte: Censo Demográfico (IBGE).

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Para a relação completa dos cursos incluídos nessa classificação, ver o site do Inep no link [http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela\\_OCDE\\_2009.pdf](http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela_OCDE_2009.pdf).

GRÁFICO 2

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



Fonte: Censo Demográfico (IBGE).

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Para a relação completa dos cursos incluídos nessa classificação, ver o site do Inep no link [http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela\\_OCDE\\_2009.pdf](http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela_OCDE_2009.pdf).

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

### 4.1.1 Alunos ingressantes

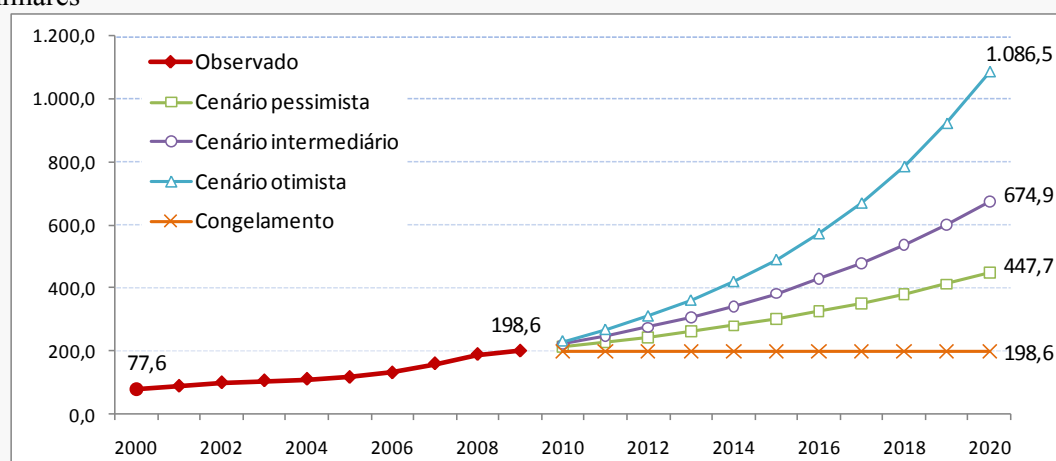
Conforme a metodologia apresentada na seção 3 deste estudo, foram construídos quatro cenários supondo-se diferentes ritmos de expansão do número de ingressantes em cursos de nível superior nas áreas de engenharias. Os cenários variam entre uma perspectiva extremamente pessimista – marcada por um congelamento do número de ingressantes a partir de 2009 – e uma perspectiva extremamente otimista – que assume que o ensino superior nas áreas engenharias repetiria para a década de 2010-2020 o mesmo ritmo de expansão recorde observado em 5 anos consecutivos registrados dentro da década de 2000-2009.

A partir desses cenários, as taxas estimadas de expansão anual 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 do que o número de alunos que ingressaram em 2009, e 8,7 vezes maior do que o número de alunos que ingressaram em 2000 (gráfico 3)<sup>9</sup>.

#### GRÁFICO 3

#### Cenários de projeção do número de alunos ingressantes em cursos de engenharia, produção e construção<sup>1</sup> – Brasil (2000-2020)

Em milhares



Fonte: para 2000-2009, Censo da Educação Superior (INEP/MEC); projeção até 2020, dados da pesquisa. Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Para a relação completa dos cursos incluídos nessa classificação, ver o site do Inep no link [http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela\\_OCDE\\_2009.pdf](http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela_OCDE_2009.pdf).

### 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 4). 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.

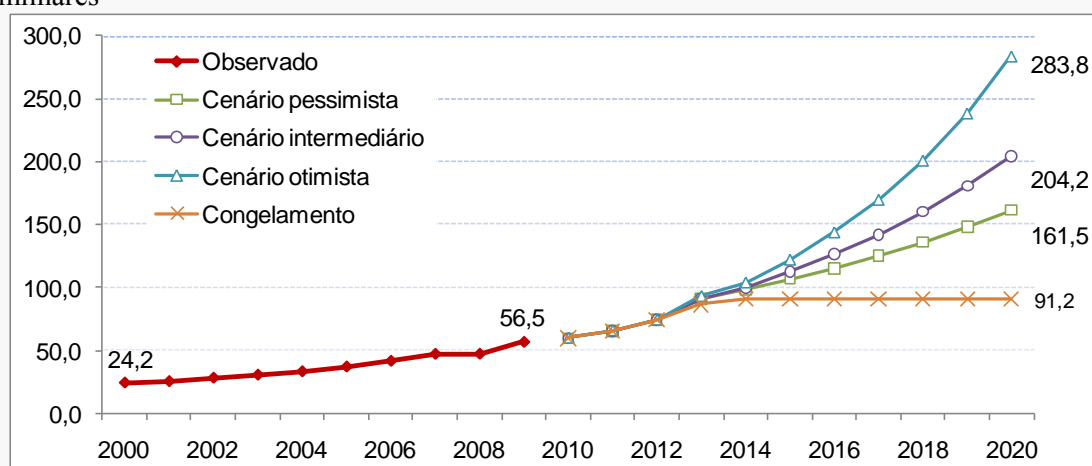
<sup>9</sup> Aqui cabe lembrar que as etapas metodológicas de projeção foram realizadas separadamente para os cursos de bacharelado e de tecnólogo, considerando as diferentes tendências recentes de suas respectivas redes de ensino. Os resultados, apresentados, contudo, dizem respeito ao agregado dos profissionais de engenharia.

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 do que o número de alunos formados em 2009 e 8,4 vezes maior do que o número de alunos formados em 2000.

GRÁFICO 4

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

Em milhares



Fonte: para 2000-2009, Censo da Educação Superior (INEP/MEC); projeção até 2020, dados da pesquisa. Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Para a relação completa dos cursos incluídos nessa classificação, ver o site do Inep no link [http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela\\_OCDE\\_2009.pdf](http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela_OCDE_2009.pdf).

Aqui cabe destacar que o número de pessoas que se formará 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 margem de manobra para alterar significativamente o número de engenheiros que estarão disponíveis no mercado de trabalho brasileiro tendo como horizonte o ano de 2020. Uma das poucas alternativas que permitiria alcançar resultados no curto prazo para a 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 essa questão, contudo, exigiria uma análise aprofundada sobre os fatores que levam a evasão acadêmica – que não é objeto de estudo do presente 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 3 e 4. De acordo com os resultados obtidos, a esperança de vida aos 20 anos de idade da população masculina sairia de um patamar de 51,3 anos no ano 2000 e alcançaria 59,5 anos no ano de 2020. No caso da população feminina, a esperança de vida aos 20 anos de idade subiria de 59,2 anos em 2000 para 61,5 em 2020.

TABELA 3

**Probabilidades de morte entre as idades exatas X e X+ 5 da população masculina acima de 15 anos de idade – Brasil (2000-2020)**

Idades x	Ano*					
	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: para 2000 e 2005, Departamento de Análise da Situação de Saúde (Dasis) da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS) do MS, SIM, Censo Demográfico e PNAD (IBGE); projeção até 2100, ver nota.

Elaboração dos autores.

Nota: \* 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 4

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

Idades x	Ano*					
	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: para 2000 e 2005, Dasis/SVS/MS, SIM, Censo Demográfico e PNAD (IBGE); projeção até 2100, ver nota.

Elaboração dos autores.

Nota: \* 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

Considerado o estoque inicial de pessoas com diploma em engenharias no ano 2000, estima-se que a disponibilidade de engenheiros no mercado de trabalho brasileiro (o estoque de engenheiros abaixo de 70 anos de idade) tenha crescido a uma taxa geométrica média de 4,9% ao ano entre 2000 e 2009. A depender da evolução dos níveis de mortalidade e,

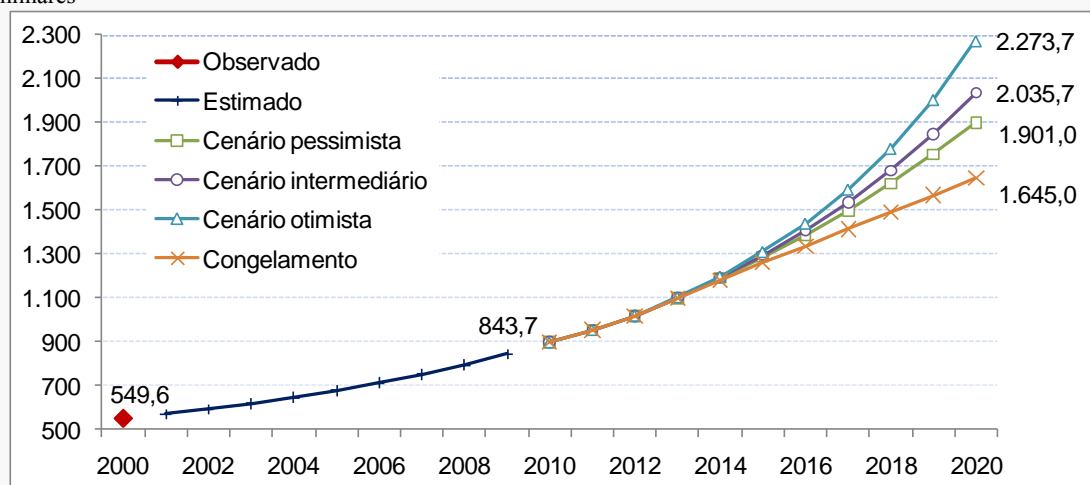
principalmente, do ritmo de expansão de vagas e concluintes no ensino superior entre 2010 e 2015, a oferta de engenheiros no mercado de trabalho brasileiro entre 2010 e 2020 poderá crescer a uma taxa entre 7,8%, 8,5% ou 9,7% ao ano, conforme os cenários projetados. Neste caso, o tamanho da população com diploma nos cursos de engenharias presente no mercado de trabalho brasileiro deverá se situar entre 1,9 e 2,3 milhão de pessoas em 2020 (gráfico 5). 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.

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

GRÁFICO 5

**Cenários de projeção do estoque de engenheiros no mercado de trabalho – Brasil (2000 a 2020)**

Em milhares



Fonte: para 2000-2008, Censo Demográfico e PNAD (IBGE), Censo da Educação Superior (INEP/MEC) e SIM (Datusus/MS); projeção até 2020, dados da pesquisa.

Elaboração dos autores.

Relacionando as projeções aqui apresentadas às projeções populacionais mais recentes divulgadas pelo IBGE (IBGE, 2008), é possível se ter uma ideia do tamanho do crescimento do estoque de engenheiros e profissionais afins no Brasil vis-à-vis o recorte etário utilizado no presente estudo, qual seja, de 15 a 70 anos (tabela 5).

A expansão do número de ingressantes e de concluintes nessas áreas é tão expressiva na década de 2000 que, mesmo no cenário extremo de congelamento do número de ingressos em cursos de Engenharia, Produção e Construção, a tendência é que a proporção de engenheiros e profissionais afins na população brasileira siga sendo ampliada em ritmo acelerado até 2020. Espera-se que, nesse ano, o Brasil disponha de algo entre 1.000 e 1.500 pessoas graduadas em cursos nessas áreas para cada 100 mil brasileiros entre 15 e 70 anos.



Isto representa, como mostra a tabela 5, um crescimento entre 122,8% e 207,9% desse indicador, em relação ao ano de 2000.

TABELA 5

**Estoque de engenheiros e profissionais afins por 100 mil habitantes no Brasil. 2000, 2010 e 2020.\***

Ano		Nº de pessoas formadas em cursos da área de Engenharia, Produção e Construção (A)	População residente no Brasil (B)	Nº de engenheiros e profissionais afins por 100 mil habitantes (C)=(A/B*100.000)	Δ de (C) em relação a 2000
<b>2000 (Observado)</b>		549.555	114.971.501	478,0	-
<b>2010 (Estimado)</b>		897.015	136.001.462	659,6	38,0%
<b>2020 (Cenário)</b>	<b>Congelamento</b>	1.645.020	154.484.376	1.064,8	122,8%
	<b>Pessimista</b>	1.901.010	154.484.376	1.230,6	157,4%
	<b>Intermediário</b>	2.035.653	154.484.376	1.317,7	175,7%
	<b>Otimista</b>	2.273.685	154.484.376	1.471,8	207,9%

Fonte: para 2000-2008, Censo Demográfico e PNAD (IBGE), Censo da Educação Superior (INEP/MEC) e SIM (Datasus/MS); projeção até 2020, dados da pesquisa. Elaboração dos autores.

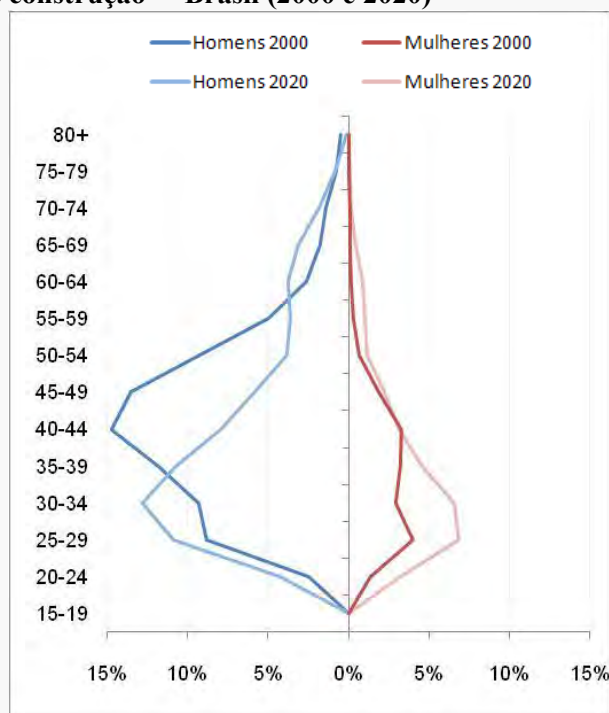
Nota: \* Por coerência com a metodologia do estudo, os valores apresentados nessa tabela são calculados considerando-se apenas a população entre 15 e 70 anos de idade.

Já o gráfico 6 apresenta a pirâmide populacional que se observa no estoque de engenheiros captados em 2000 pelo Censo Demográfico (IBGE) e a pirâmide populacional estimada 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. Em larga medida, essa mudança ocorre devido a (1) um aumento da proporção de mulheres entre os alunos ingressantes nesses cursos e participação feminina nos cursos da área, e (b) à menor taxa de evasão e ao menor tempo médio para conclusão do curso que se verifica entre as graduandas (sexo feminino) em comparação com os graduandos (sexo masculino) da área de Engenharia, produção e Construção.

Outra alteração significativa se dará no perfil etário dos engenheiros brasileiros, que apresentará uma estrutura etária mais rejuvenescida. Esta mudança, em particular, decorrerá em função de uma expansão no ritmo de formação dos novos engenheiros egressos das instituições de ensino superior e que deverão ser adicionados ao mercado de trabalho. O ritmo de formação desses profissionais e seu perfil etário, mais jovem em relação ao estoque de engenheiros que já se encontra no mercado de trabalho, deverão levar a um rejuvenescimento relativo da oferta geral de mão de obra nas engenharias no país. Fenômeno semelhante poderia ser observado, por exemplo, caso um país de estrutura etária envelhecida passasse a vivenciar altas taxas de fecundidade por algumas décadas.

## GRÁFICO 6

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



Fonte: para 2000-2008, Censo Demográfico e PNAD (IBGE), Censo da Educação Superior (INEP/MEC) e SIM (DATASUS/MS); projeção para 2020, dados da pesquisa. Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Para a relação completa dos cursos incluídos nessa classificação, ver o site do Inep no link [http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela\\_OCDE\\_2009.pdf](http://download.inep.gov.br/download/superior/2009/Tabela_OCDE_2009.pdf).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo calculou quatro 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 ingressantes e concluintes em cursos de ensino superior nestas áreas. Caso as tendências recentes incorporadas nos cenários se concretizarem, o mercado de trabalho brasileiro poderá contar, em 2020, com um estoque entre 1,9 e 2,3 milhões de pessoas formadas em engenharias por instituições brasileiras de ensino superior.

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

O método proposto apresenta alguns pontos interessantes para se projetar a disponibilidade no mercado de trabalho brasileiro de mão de obra qualificada com ensino superior em áreas específicas do conhecimento. O primeiro deles é o fato de 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 10 anos).

Numa futura agenda de pesquisa, a metodologia aqui proposta necessitará de novos refinamentos, particularmente no que tange a enfrentar o desafio de se antecipar às possíveis alterações que ocorrerão no regime previdenciário brasileiro e simular seus efeitos sobre a

evolução da dinâmica de aposentadoria da força de trabalho disponível no mercado. Também poderá contribuir para o avanço dessa linha de pesquisa a incorporação de um modelo Profluxo (também conhecido como modelo de defluxo escolar) para o ensino de nível superior, nos moldes dos modelos pensados por Golgher (2004).

A metodologia também carece ainda de um maior refinamento a fim de incorporar a questão migratória, tendo em vista que a disponibilidade de universidades e da própria atividade econômica (demandante de força de trabalho) encontram-se distribuídas de maneira muito desigual no território brasileiro. Por sua vez, as perspectivas de maior inserção do Brasil na economia internacional, aliada 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). Outros aprimoramentos poderão ser realizados de forma a incorporar métodos probabilísticos de projeção do número de alunos ingressantes e a partir de uma modelagem mais sensível das taxas de evasão acadêmica.

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

O avanço desta linha de pesquisa exige constante revisão e refinamento de seus métodos e das hipóteses empregadas. Requer também uma reflexão sobre a questão da qualidade do ensino superior que tem formado os profissionais brasileiros, assim como 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.

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.

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.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Sistema de informações sobre mortalidade**. Datasus – TABNET. Indicadores e dados básicos. Brasília, 2009.

CAMARANO, A. A. **Dinâmica demográfica e crescimento da força de trabalho no Brasil 1980/2000**. v. 44. Recife: Editora Massangana, 1986.

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.

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.

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.

GOIC, A. 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.

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.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estimativas populacionais do Brasil, grandes regiões, unidades da federação e municípios – Metodologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **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. 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.

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.

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

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

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

NEUGART, M.; SCHÖMANN, K. (Orgs.). **Forecasting labour markets in OECD countries**: measuring and tackling mismatches. Cheltenham: Edward Elgar, 2003.

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)

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

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (United Nations). **Manual III**: Methods for population projections by sex and age. New York: ONU, 1956.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (United Nations). **Manual V**: Methods of projecting the economically active population. New York: ONU, 1971.

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, MG: ABEP, 2008.

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.

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.

WAJNMAN, S.; RIOS-NETO, E. 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.