

Uma proposta de sistematização do debate sobre falta de engenheiros no Brasil

Mario Sergio Salerno

Poli-USP, Depto Enga de Produção, Laboratório de Gestão da Inovação;
Observatório da Inovação e Competitividade da USP

Leonardo Melo Lins

Programa de Pós-Graduação em Sociologia da FFLCH-USP;
Observatório da Inovação e Competitividade da USP

Bruno Cesar Pino Oliveira de Araujo

Ipea; Observatório da Inovação e Competitividade da USP

Leonardo Augusto Vasconcelos Gomes

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Poli-USP;
Observatório da Inovação e Competitividade da USP

Demétrio Toledo

Programa de Pós-Graduação em Sociologia da FFLCH-USP;
Observatório da Inovação e Competitividade da USP

Paulo A. Meyer M. Nascimento

Ipea

Setembro de 2013

Trabalho realizado no âmbito do EngenhariaData, com financiamento próprio da USP e da ABDI e no âmbito do acordo de cooperação técnica Ipea - Observatório da Inovação e Competitividade da USP

Mario Sergio Salerno, Leonardo Melo Lins, Bruno Cesar Pino Oliveira de Araujo, Leonardo Augusto Vasconcelos Gomes, Demétrio Toledo, Paulo A. Meyer M. Nascimento

Resumo

A discussão sobre escassez de trabalho qualificado no Brasil tem permeado discussões no governo, nos meios empresariais e na imprensa nos anos recentes. Isto seria particularmente preocupante quando envolve carreiras técnico-científicas, dada a relação positiva que se observa entre recursos humanos em ciência e tecnologia e a renda per capita de um país. Contradizendo o senso comum, porém, a evidência empírica não parece indicar cenários de escassez, ao menos não de maneira generalizada. No que concerne particularmente às engenharias, os salários, principal indicador de escassez, de fato não têm apresentado um comportamento destoante de outras profissões de nível superior. Ademais, os fluxos de recém-formados têm sido mais elevados do que o crescimento da demanda marginal observada no mercado de trabalho. O que estaria, então, motivando recorrentes manifestações públicas de receio de que o crescimento econômico do Brasil seja limitado por uma insuficiente disponibilidade de trabalho qualificado, particularmente de engenheiros? Este texto propõe uma sistematização deste debate e destaca, com dados dos censos populacionais de 1970 a 2010, que o problema pode advir, em boa parte, do hiato geracional que coincide com a desvalorização das engenharias nas décadas de 1980 e de 1990. Este fenômeno restringe, atualmente, a oferta de engenheiros em meio de carreira, possivelmente impondo às firmas maior dificuldade em preencher postos de gerência e de liderança que demandem as competências normalmente associadas a esses profissionais. Ao lado de três outros potenciais problemas paralelos (relacionados à baixa qualidade da formação, a déficits em competências específicas e à pouca mobilidade para regiões afastadas dos grandes centros), o hiato geracional que acarreta uma reduzida oferta relativa de engenheiros entre 35 e 59 anos parece alimentar muito da percepção de escassez desses profissionais no Brasil de hoje.

Palavras-chave: escassez de trabalho qualificado; engenharias.

Abstract

Is Brazil facing or likely to face a shortage of specialized workers? This question has been in the national agenda of government, industry and the press in recent years. The problem shall be larger if affecting science & technology careers, as these are usually positively correlated to income per capita. Contrary to the common sense, however, there is hardly any supporting empirical evidence for economy-wide shortage scenarios, at least not concerning engineering professionals. If that was the case, wages should continuously increase more for engineers than to other qualified professionals, but this trend is not taking place systematically. Moreover, the education sector has been producing a number of new graduates greater than the marginal demand observed in the labor market. Where does the problem lie, after all? This article aims to organize this debate and summarize key questions and data in an attempt to shed light on what may actually lie beneath the generalized perception that Brazil lacks engineers. A major finding comes from the national population census. The evolution of the age pyramid for engineering-degree holders suggests that this career was much less attractive in the 1980s and 1990s. As a result, Brazil seems to nowadays face a relatively reduced availability of mid-career engineering-professionals. This may be imposing significant barriers for the firms to adequately fulfill vacancies demanding experienced engineers for leadership positions. In addition to other constraints related to quality and mobility matters, the relatively reduced supply of 35-59 years-old engineers is likely to be behind many of the recent complains of workforce shortage in Brazil.

Key words: workforce shortage; engineering professionals.

Códigos JEL: J21, J44.

Sumário Executivo

Recentemente, tem-se discutido se no Brasil haverá, no futuro próximo, um cenário de falta de mão de obra qualificada ou um “apagão de mão de obra”, frente ao crescimento econômico recente e a uma situação de virtual pleno emprego. O debate envolve tanto uma discussão geral (todas as áreas de formação) quanto específica (áreas de saúde e engenharias, notadamente).

Este artigo propõe-se a avaliar e a sistematizar este debate sobre a área de engenharia. A discussão sobre uma possível escassez de engenheiros hoje e no futuro está ligada às perspectivas do desenvolvimento e, mais particularmente, do tipo de desenvolvimento possível num futuro próximo e de médio prazo. Quando se discute a sociedade do conhecimento, o poder da informação, a inovação tecnológica, está-se, direta ou indiretamente, se discutindo atividades desenvolvidas por um conjunto de profissionais, entre os quais os engenheiros têm destaque.

Para discutir o tema da escassez de engenheiros, este artigo lança mão de um conjunto de hipóteses, lastreadas na discussão recente (que se deu mais pela mídia cotidiana do que por revistas de cunho mais científico, o que se convencionou chamar de literatura), em entrevistas e discussões com conjunto de dirigentes empresariais, particularmente das áreas de P,D&E (pesquisa, desenvolvimento e engenharia). Este artigo utiliza dados oficiais do aparelho estatístico brasileiro - RAIS/MTE, Censo Escolar/Inep-MEC, Censo/IBGE e de resultados de pesquisas pertinentes (Enade e outras) tem um caráter eminentemente empírico, buscando lastrear a discussão em dados e evidências empíricas.

O quadro 1 a seguir enumera seis indicadores que poderiam sinalizar escassez de engenheiros no Brasil. Quatro de seis indicadores não sinalizam escassez. Ou seja, contradizendo o senso comum, a evidência empírica não parece indicar cenários de escassez, ao menos não de maneira generalizada. No que concerne particularmente às engenharias, os salários, principal indicador de escassez, de fato não têm apresentado um comportamento destoante de outras profissões de nível superior. Ademais, os fluxos de recém-formados têm sido mais elevados do que o crescimento da demanda observada no mercado de trabalho.

Quadro 1 – Indicadores de escassez de mão-de-obra de engenheiros

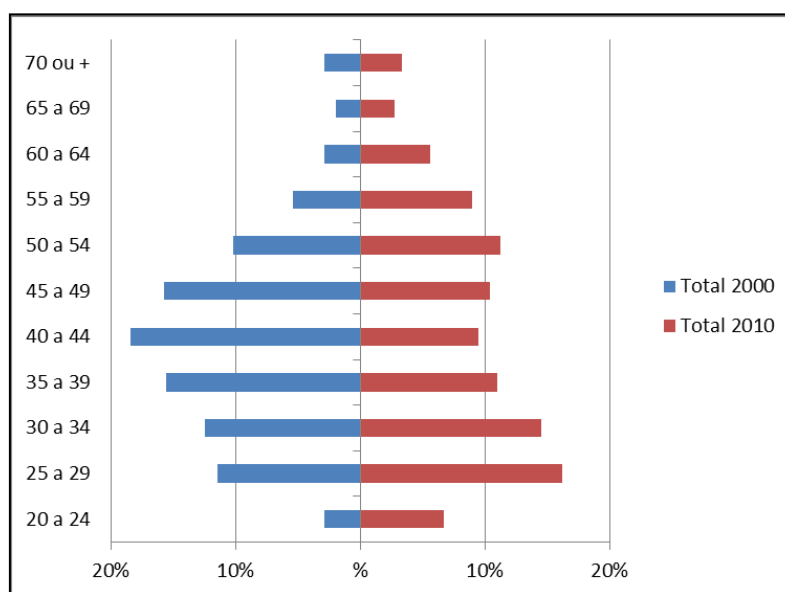
Pergunta/Indicador	Resposta	A resposta sinaliza escassez?
Houve queda recente no emprego e, principalmente, no número de recém-formados em engenharias?	Não, em verdade houve crescimento vigoroso do emprego e principalmente do número de recém-formados em engenharia.	Não
O crescimento no emprego e no número de recém-formados em engenharias foi menor que o crescimento do PIB?	Não, este crescimento vigoroso foi bem maior que o crescimento do próprio PIB.	Não
Houve crescimento no diferencial do salário dos engenheiros em relação à média?	Não, este se manteve estável, tanto em relação à média geral quanto em comparação somente ao pessoal com nível superior.	Não

Houve queda no desemprego dos engenheiros?	Sim. Entre 2000 e 2010, ela caiu de 4% para 2%. Mas cabe notar que esta taxa é historicamente baixa.	Sim
Houve aumento dos engenheiros em ocupações típicas, com valorização das mesmas?	Sim. A proporção dos engenheiros em ocupações típicas aumentou, bem como o diferencial de salário entre exercer uma ocupação típica de engenharia e exercer outra ocupação.	Sim.
Há rotatividade dos engenheiros conjugada com queda na diferença dos salários entre desligados e admitidos?	Não.	Não.

Fonte: Elaboração dos autores.

O que estaria, então, motivando recorrentes manifestações públicas de receio de que o crescimento econômico do Brasil seja limitado por uma insuficiente disponibilidade de trabalho qualificado, particularmente de engenheiros? Este texto propõe uma sistematização deste debate e destaca, com dados dos censos populacionais de 1970 a 2010, que o problema pode advir, em boa parte, do hiato geracional que coincide com a desvalorização das engenharias nas décadas de 1980 e de 1990. Este fenômeno restringe, atualmente, a oferta de engenheiros em meio de carreira, conforme evidenciado no gráfico 1 a seguir. Com efeito, percebe-se que existe um “vale” na pirâmide etária dos engenheiros entre 35 e 49 anos, tanto relativamente aos engenheiros mais experientes quanto, sobretudo, em relação aos mais jovens (ingressantes em cursos de engenharia na década de 2000). Este cenário possivelmente impõe às firmas maior dificuldade em preencher postos de gerência e de liderança que demandem as competências normalmente associadas a esses profissionais. Adicionalmente, três outros potenciais problemas paralelos - relacionados à baixa qualidade da formação, a déficits em competências específicas e à pouca mobilidade para regiões afastadas dos grandes centros – parecem alimentar a percepção de escassez de engenheiros no Brasil de hoje.

Figura 1 – Pirâmide Etária dos Engenheiros Brasileiros: 2000 e 2010 (2000: 567 mil engenheiros; 2010: 937 mil engenheiros)



Fonte: Elaboração dos autores a partir dos censos de 2000 e 2010.

1. Introdução

Recentemente, tem-se discutido se no Brasil haverá, no futuro próximo, um cenário de falta de mão de obra qualificada ou um “apagão de mão de obra”, frente ao crescimento econômico recente e a uma situação de virtual pleno emprego. O debate envolve tanto uma discussão geral (todas as áreas de formação) quanto específica (áreas de saúde e engenharias, notadamente).

Este artigo propõe-se a avaliar e a sistematizar este debate sobre a área de engenharia. A discussão sobre uma possível escassez de engenheiros hoje e no futuro está ligada às perspectivas do desenvolvimento e, mais particularmente, do tipo de desenvolvimento possível num futuro próximo e de médio prazo. Quando se discute a sociedade do conhecimento, o poder da informação, a inovação tecnológica, está-se, direta ou indiretamente, se discutindo atividades desenvolvidas por um conjunto de profissionais, entre os quais os engenheiros têm destaque.

Para discutir o tema da escassez de engenheiros, lançaremos mão de abordagem conceitual relativa à caracterização de baixa produção de determinado bem, conforme proposta por Butz et al (2003). A partir dessa abordagem, elaboraremos conjunto de hipóteses, lastreadas na discussão recente (que se deu mais pela mídia cotidiana do que por revistas de cunho mais científico, o que se convencionou chamar de literatura), em entrevistas e discussões com conjunto de dirigentes empresariais, particularmente das áreas de P,D&E (pesquisa, desenvolvimento e engenharia). Adotamos a abordagem tradicional de busca de derrubar as hipóteses; tal será feito a partir da elaboração de dados oficiais do aparelho estatístico brasileiro - RAIS/MTE, Censo Escolar/Inep-MEC, Censo/IBGE e de resultados de pesquisas pertinentes (Enade e outras). O texto tem um caráter eminentemente empírico: busca lastrear a discussão em dados e evidências empíricas.

Como resultado, apontamos um gap geracional dada a lacuna na formação de engenheiros décadas atrás, o que implica em falta de engenheiros experientes e com capacitação para liderar projetos hoje, e o problema de qualidade, ainda que haja poucos dados confiáveis sobre ele.

O artigo está estruturado de forma a apresentar como o problema da escassez de mão de obra vem sendo discutida na imprensa (seção 2), trazer uma discussão conceitual, destacando a relação entre carreiras técnico-científicas e o PIB per capita em nível mundial e aspectos do mercado de trabalho das engenharias (seção 3), avaliar os indicadores de escassez (seção 4) , propor uma sistematização desse debate (seção 5) e buscar algumas conclusões e considerações finais (seção 6).

2. Discussão nos veículos de comunicação

Notícias alertando para o risco de um eventual apagão de mão de obra proliferam-se na imprensa brasileira nos últimos anos, principalmente a partir da segunda metade da década de 2000, quando emprego e renda passaram a crescer sistematicamente no país, a ponto de, em um dado momento, economistas, políticos e articulistas dos mais diversos matizes chegarem a falar corriqueiramente na mídia que o Brasil viveria uma situação de pleno emprego¹. As manchetes frequentemente davam

¹ “Entre o pleno emprego e a falta de qualificação” (Brasil Econômico, 25/05/2011, disponível em: http://www.brasileconomico.com.br/noticias/entre-o-pleno-emprego-e-a-falta-de-qualificacao_102155.html). “Lula: Brasil vive quase pleno emprego” (O Globo, 25 de outubro de 2010, disponível em: <http://oglobo.globo.com/economia/lula-brasil-vive-quase-pleno-emprego-2935099>). “Brasil está próximo de atingir o pleno emprego, segundo economistas” (Portal IG Economia, 24 de junho de 2010, disponível em: <http://economia.ig.com.br/pais-esta-proximo-de-atingir-o-pleno-emprego-segundo-economistas/n1237678405637.html>). “‘Pleno emprego’ aparece no radar de 2010” (Gazeta do Povo, 22 de novembro de 2009, disponível em <http://www.gazetadopovo.com.br/economia/conteudo.phtml?tl=1&id=946807&tit=Pleno-emprego-aparece-no-radar-de-2010>).

destaque a um risco generalizado de escassez de mão de obra², enquanto outras situavam o problema em alguns setores³, particularmente na construção civil⁴, em tecnologia da informação⁵ e no setor de petróleo e gás natural⁶. Entre os profissionais mais escassos, a julgar por muitas das inserções a respeito na mídia, estariam os engenheiros⁷.

Estaria mesmo o Brasil padecendo de um problema generalizado de escassez de mão de obra qualificada? Estudos empíricos não parecem validar essa hipótese. Barbosa Filho, Pessoa e Veloso (2010) concluem que a disponibilidade de trabalho qualificado no Brasil não se colocou como um fator limitante do crescimento econômico do país nos anos recentes. Maciente e Araújo (2011) mostraram que, dadas as tendências de formação de engenheiros e as projeções de demanda por esses profissionais no mercado de trabalho, risco de apagão só haveria se o Brasil crescesse em padrões indianos ou chineses por toda a década de 2011-2020, o que não parece ser o caso. Saboia e Salm (2010) não vêem sinais de escassez entre profissionais de nível superior e consideram que, se algum problema houvesse, seria mais plausível de que fosse observado em ocupações que exigem baixa escolaridade. Pompermayer et al. (2011) conjecturam que alguns problemas porventura localizados regionalmente, em especialidades profissionais específicas ou associados à baixa qualidade da formação ou mesmo à reduzida experiência de muitos postulantes às novas vagas de emprego pudessem estar contaminando a percepção geral de escassez, levando muitos a tratar o problema como generalizado.

Valendo-se de achados como esses, Claudio Moura Castro sintetizou assim o problema, em uma revista de grande circulação nacional:

“As manchetes são pródigas em repetir que o país entrou numa fase de escassez aguda de mão de obra. As denúncias abundam: faltam tantos milhares de engenheiros disso ou daquilo. Mas será? Equívocos nos diagnósticos levam a equívocos nas terapias. Os economistas, uns chatos, talvez, começam sempre insistindo para que as definições sejam sólidas. De outra forma, o que parece desacordo é puro ruído semântico. (...) Para economistas puros-sangues, escassez é quando aumenta a demanda e, como resultado

² “Há vagas. Falta mão de obra” (O Globo, 25/04/2013, disponível em:

<http://oglobo.globo.com/economia/ha-vagas-falta-mao-de-obra-8217386>). “Dificuldade de encontrar mão de obra qualificada afeta economia brasileira” (Jornal Nacional, edição de 13/08/2012, disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2012/08/dificuldade-de-encontrar-mao-de-obra-qualificada-afeta-economia-brasileira.html>). “O risco do apagão da mão de obra” (Revista Isto é, 29/12/2010, disponível em: http://www.istoe.com.br/reportagens/117227_O+RISCO+DO+APAGAO+DA+MAO+DE+OBRA).

³ “Especialistas alertam para apagão de mão de obra em alguns setores” (Jornal Nacional, edição de 18/02/2011, disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2011/02/especialistas-alertam-para-apagao-de-mao-de-obra-em-alguns-setores.html>).

⁴ “FGV: há um apagão na construção civil” (O Globo, 05/04/2011). “Falta de mão de obra dificulta expansão da construção civil” (Jornal do Commercio, 26/01/2011).

⁵ “Empresas enfrentam falta de mão de obra em TI” (O Globo, 13/12/2012, disponível em: <http://oglobo.globo.com/tecnologia/empresas-enfrentam-falta-de-mao-de-obra-em-ti-7040812>)

⁶ “Setor de petróleo enfrenta falta de mão de obra especializada, diz economista” (Agência Brasil, 18/08/2012, disponível em: <http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2012-08-18/setor-de-petroleo-enfrenta-falta-de-mao-de-obra-especializada-diz-economista>).

⁷ “Falta de engenheiros faz com que profissão esteja em alta no Brasil” (O Globo, 11/03/2013, disponível em: <http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2013/03/falta-de-engenheiros-faz-com-que-profissao-esteja-em-alta-no-brasil.html>). “Apagão de talentos: a falta de engenheiros” (Revista Época Negócios, setembro de 2011, disponível em:

<http://colunas.revistaepocanegocios.globo.com/prazodevalidade/2011/09/09/apagao-de-talentos-a-falta-de-engenheiros/>). “Técnicos e engenheiros são profissões com mais escassez” (Folha de São Paulo, 19/05/2011, disponível em: <http://classificados.folha.uol.com.br/empregos/918107-tecnicos-e-engenheiros-sao-profissoes-com-mais-escassez.shtml>). “Escassez de engenheiros” (Estadao.com, 20/07/2010, disponível em: <http://www.estadao.com.br/noticias/impresso,escassez-de-engenheiros,583492,0.htm>).

de mais gente querendo contratar, os salários sobem. Portanto, apagão se mede com variações de remuneração, seja ao longo do tempo, seja na comparação entre profissões parecidas.

(...)

Voltemos à pergunta: há apagão? Traduzindo, os salários subiram vertiginosamente? Tudo o mais é ruído. Algumas pesquisas recentes trazem respostas. Consideremos duas situações. A primeira é a das grandes obras no meio do nada. A explosão de indústrias no Porto de Suape, as usinas em São Luís, Belo Monte, o pré-sal e outras obras monumentais criam, da noite para o dia, demanda por dezenas de milhares de profissionais de todas as tribos, em regiões onde não há rigorosamente nenhuma oferta. A prova é que os salários disparam. A segunda situação é bem mais matizada. Para o país como um todo, pesquisas mostram salários praticamente estagnados para graduados de nível superior, em geral. Ou seja, não há apagão para gente com canudo debaixo do braço.

(...)

Quando se cria o apagão, duas coisas acontecem. Com os preços mais altos – no caso presente, para certos tipos de mão de obra –, passa a ser mais atraente investir na área em que apareceu o gargalo. Isso vai aumentar a oferta, acabando por eliminar o pico de escassez observado, ainda que leve tempo. (...) Ou seja, é o próprio apagão que cria as reações que vão eliminá-lo. É preciso que exista aumento de preços ou escassez aguda para que apareçam as manifestações políticas ou econômicas que vão pôr em marcha os processos que fazem expandir a oferta de mão de obra disso ou daquilo. A denúncia na imprensa e o pânico criado contribuem para que desapareça. São parte da solução, se diagnosticarem o apagão no lugar certo.”

(“Apagão de mão de obra”, por Claudio Moura Castro, Revista Veja, 17 de novembro de 2011)

A crônica de Moura Castro já sinalizava que, mesmo nos meios de comunicação, o debate já começava a se encaminhar para a identificação de possíveis focos ou mesmo tipos de escassez, em vez de simplesmente alardear um problema hipoteticamente generalizado. Assim, em vez de se falar em um “apagão”, torna-se mais comum trazer à tona questões mais concernentes à qualidade, à experiência, à distribuição espacial e a habilitações específicas (especialidades) da força de trabalho, levando em conta, inclusive, as peculiaridades de cada atividade profissional.

O bom desempenho da economia brasileira a partir de meados da década de 2000 (cresceu a uma média de 4,4% ao ano de 2004 e 2010) recolocou em alta as engenharias, a ponto de, em 2011, o número de ingressos em cursos dessas áreas superar, pela primeira vez, o de ingressos em cursos de direito⁸. Não deixam de surgir, contudo, questionamentos quanto à necessidade de mais e melhores engenheiros no Brasil⁹, não apenas pelo fato de o país formar relativamente pouco desses profissionais em comparação internacionais¹⁰, mas também pela associação que se costuma fazer desse profissional ao desenvolvimento tecnológico, à inovação e ao próprio crescimento econômico.

⁸ “Pela primeira vez, engenharia tem mais calouros do que direito” (Folha de São Paulo, 14/04/2013, disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/educacao/1262233-pela-primeira-vez-engenharia-tem-mais-calouros-do-que-direito.shtml>). “Brasil busca engenheiros. Vestibulandos candidatam-se” (Revista Veja, 13/11/2011, disponível em: <http://veja.abril.com.br/noticia/educacao/aquecimento-da-economia-atrai-jovens-para-a-engenharia>).

⁹ “A falta que bons engenheiros fazem” (Exame.com, 03/09/2012, disponível em: <http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/1023/noticias/a-falta-que-eles-fazem>), “Brasil sente falta de engenheiros que seja líder e fale inglês” (Folha de São Paulo, 09/06/2013, disponível em: <http://classificados.folha.uol.com.br/empregos/2013/06/1291405-brasil-sente-falta-de-engenheiro-que-seja-lider-e-fale-ingles.shtml>)

¹⁰ “Formação em engenharia no Brasil: comparação internacional” (Engenhariadata, 05/12/2011, disponível em: <http://engenhariadata.com.br/a-formacao-em-engenharia-no-brasil-comparacao-internacional/>).

Embora as expectativas quanto ao desempenho futuro da economia brasileira venham se deteriorando nos últimos tempos¹¹, ainda é recorrente a preocupação com uma eventual falta de engenheiros no Brasil, tanto que notícias veiculadas na imprensa já dão conta de que vem sendo discutido, no âmbito do Governo Federal, um programa específico de importação de engenheiros, análogo ao Programa Mais Médicos¹². A justificativa principal estaria no diagnóstico de que faltariam, nas prefeituras, “especialistas dispostos a trabalhar na elaboração de projetos básico e executivo, fundamentais para que a cidade possa receber recursos da União” (cf matéria veiculada pela Exame.com).

Em uma reportagem veiculada em agosto de 2013¹³, sobre o problema de falta de engenheiros na região Nordeste, declarações atribuídas a empresários e ao presidente do Sindicato Nacional das Empresas de Arquitetura e Engenharia Consultiva apontam para dificuldades em contratar engenheiros especializados em obras de ferrovias, portos e mobilidade urbana, como metrô, bem como para obras públicas de grande porte no interior.

Mas o que é apontado na reportagem como maior carência é a de engenheiros capazes de projetar obras e geri-las do início ao fim. Esta percepção remete uma das hipóteses levantadas mais adiante, a partir dos dados apresentados nas seções 4 e 5 deste artigo: a de que, no caso das engenharias, grande parte do problema esteja relacionado a uma questão geracional, qual seja, ao fato de que a baixa valorização da profissão nos anos 80 e 90 levou a uma fuga dos cursos de engenharia na época, resultando hoje em uma acentuada escassez relativa de engenheiros na faixa etária dos 35 aos 59 anos – justamente os profissionais que tendem a ter experiência relevante para os postos de gerência de grandes obras.

3. Discussão Conceitual

O problema da escassez de recursos é questão central de estudo na ciência econômica e é, ao mesmo tempo, um motor do próprio desenvolvimento econômico e tecnológico. Hirschman (1958) caracteriza o desenvolvimento como uma cadeia de desequilíbrios e, neste sentido, é justamente a escassez que induz novos investimentos, acarretando novos desequilíbrios e levando a um processo dinâmico de desenvolvimento. Escassez, portanto, não é necessariamente ruim e tende a levar a reações dos agentes econômicos capazes de desencadear inovações e ganhos à sociedade.

De maneira geral, Butz et al (2003, p. 1) sugerem 5 sinais de que um país ou região está enfrentando uma situação de “baixa produção” de um determinado bem:

1. A produção é mais baixa que no passado recente;
2. A concentração de mercado dos líderes tem aumentando ao longo do tempo;
3. A produção é menor que o desejado pelos ofertantes;
4. A produção é menor do que o desejado socialmente;
5. A produção não atende à própria demanda de mercado, o que pode ter reflexo nos preços ascendentes.

Economistas ortodoxos costumam defender que, tal qual qualquer outro mercado, também o mercado de trabalho deveria ser deixado livre para se ajustar a novas condições, mesmo quando emergem situações de escassez de trabalho, e que o tempo de maturação desses ajustes dependerá

¹¹ Vide o viés de queda que vem sendo observado pelo menos desde o segundo trimestre de 2013 nas estimativas de crescimento reportadas semanalmente pelo Boletim Focus, do Banco Central.

¹² “Depois de médicos, Dilma estuda importar engenheiros” (Exame.com, 11/08/2013, disponível em: <http://exame.abril.com.br/brasil/noticias/por-prefeitos-dilma-estuda-importar>).

¹³ “Procuram-se engenheiros e arquitetos no Nordeste” (Revista Você S/A, agosto de 2013, disponível em: <http://exame.abril.com.br/revista-voce-sa/edicoes/183/noticias/canteiro-permanente-de-obras>).

da velocidade com a qual os agentes econômicos reagem aos novos sinais de mercado (nesta linha ver, por exemplo, Arrow e Capron, 1959, e Freeman, 2007). Esta lógica pressupõe que os agentes dominam todas as informações relevantes do mercado. No entanto, nos diversos e heterogêneos mercados de trabalho as informações tendem a ser custosas e assimétricas, levando a seleções adversas, sem mencionar as falhas de mercado que podem emergir do poder dos sindicatos, de questões regulatórias específicas e outras tantas especificidades (Autor, 2008; Junankar, 2009).

Assim sendo, o ajuste via preços nem sempre é imediato em muitos mercados de trabalho. Além disso, há outras características que podem sinalizar escassez de mão de obra, tais como aquelas apontadas por Nascimento (2011):

6. Baixas taxas de desemprego;
7. Proporção crescente de empregados nas ocupações típicas¹⁴;
8. Alta rotatividade da mão-de-obra especializada, que tenderia a permanecer pouco nos empregos em busca de melhores salários – o que seria refletido na redução do diferencial entre os salários dos desligados e dos admitidos;
9. Vagas abertas são preenchidas com dificuldade;
10. Aumento nas horas trabalhadas, com o uso frequente de horas extras;
11. Concorrência acirrada entre empresas pelos melhores profissionais;
12. Redução das exigências para a contratação.

Assim, dadas as características específicas do mercado de trabalho para profissionais de engenharia e a disponibilidade de dados, este artigo se concentra na avaliação dos itens “1” (formação de engenheiros em nível menor do que anteriormente), “4” (formação menor que o desejado), “5” (evolução dos salários), “6” (desemprego entre os engenheiros), “7” (ocupações típicas), e “8” (rotatividade e diferencial de salários entre admitidos e desligados). A avaliação combinada destes indicadores possibilita uma avaliação da escassez dos engenheiros no Brasil. A partir deste diagnóstico, o artigo traz uma proposta de sistematização do debate a respeito da escassez de engenheiros no país.

3.1. Ocupações técnico-científicas e renda per capita

Antes de entrar especificamente na discussão sobre a escassez de engenheiros no Brasil, cabe destacar a importância das carreiras técnico-científicas para o crescimento econômico. Neste sentido, a contribuição desta seção é mostrar a relação positiva entre recursos humanos em ciência e tecnologia e renda per capita em diversos países.

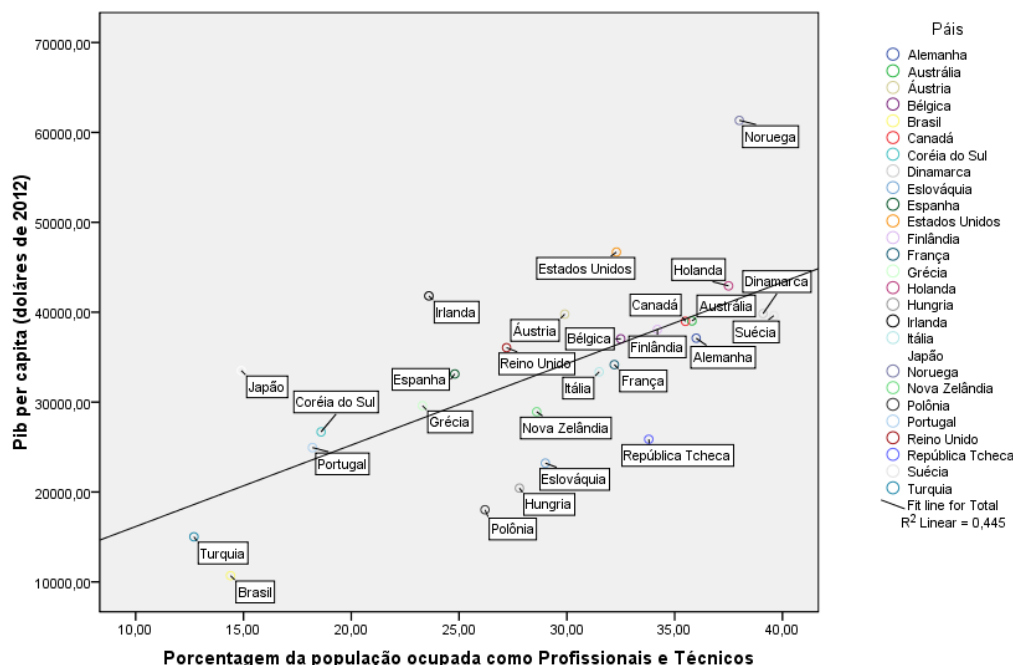
O gráfico abaixo (gráfico 1) traz a dispersão para as variáveis PIB per capita em 2008 (em dólares de 2012) e a porcentagem de Recursos Humanos em Ciência e Tecnologia (HRST) no total de empregados, segundo a OCDE¹⁵. Apesar de esse indicador incluir outros profissionais além dos engenheiros, é a abertura mais desagregada possível para comparações internacionais.

¹⁴ As ocupações típicas de engenharia são definidas como aquelas que estão dispostas explicitamente na CBO (Classificação Brasileira de Ocupações) com o vocábulo engenharia, mais os professores de ensino superior. Os cálculos são feitos a partir da RAIS ou do Censo.

¹⁵ Estes profissionais são definidos pela OCDE como Recursos Humanos em Ciência e Tecnologia (*Human Resources in Science and Technology*). São profissionais empregados em ciência e tecnologia cujas atividades geralmente demandam alta qualificação e o potencial de inovação é alto. São profissões do grupo 2 e 3 da ISCO (*International Standard Classification of Occupations*), o que inclui: físicos, matemáticos, engenheiros, cientistas da vida e profissionais da saúde, profissionais de ensino, e outros profissionais (grupo 2); e profissionais das mesmas áreas do grupo 2, só que de nível educacional intermediário. Para maiores detalhes, ver http://www.oecd-ilibrary.org/sites/sti_scoreboard-2011-en/02/03/index.html?contentType=/ns/Chapter,/ns/StatisticalPublication&itemId=/content/chapter/sti_scoreboard-2011-14-en&containerItemId=/content/serial/20725345&accessItemIds=&mimeType=text/html

Percebe-se uma clara correlação entre as duas variáveis (67%), isto é, quanto maior o PIB per capita, maior a participação dos profissionais envolvidos em ciência e tecnologia na força de trabalho. Esta relação positiva não chega a ser uma surpresa, visto que estes profissionais são fundamentais para o desenvolvimento tecnológico e absorção de novas tecnologias.

Gráfico 1. Relação entre PIB per Capita em 2008 (em US\$ 2012) e porcentagem de Recursos Humanos em Ciência e Tecnologia no total de empregados (2007-2008)



Fonte: OCDE. Elaboração dos autores.

Em adição a esta correlação simples, a tabela 1 a seguir traz um modelo econométrico em painel, com controle para efeitos fixos. Os dados são para 2007, 2009 e 2011. A vantagem deste tipo de modelo é que a relação estatística entre as variáveis é controlada por efeitos específicos aos países que são fixos no tempo. Posto de outro modo, o foco deste tipo de modelagem é na relação incremental entre as variáveis (o quanto a variação de uma variável guarda relação com a variação da outra), de forma que a correlação entre as variáveis não é “contaminada” por estes efeitos específicos.¹⁶ Formalmente,

$$PIBperCapita_{it} = \alpha_i + \beta_0 + \beta_1 HRST_{it} + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

onde $PIBperCapita_{it}$ é a renda per capita do país i no ano t , α_i é o efeito fixo referente ao país¹⁷, β_0 é o intercepto, $HRST_{it}$ é a variável que representa a proporção dos recursos humanos como profissionais e técnicos de ciência e tecnologia, β_1 é o coeficiente linear de interesse e ε_{it} é o erro aleatório.

Os resultados mostram que mesmo quando se controlam os efeitos fixos dos países, a relação entre PIB per capita e os HRST ainda se mantém positiva. Na última coluna, foi considerado apenas o HRST de nível superior, a fim de verificarmos a robustez dos resultados. Novamente, a relação entre as variáveis se mostrou positiva e significativa a 1%.

Essa definição é semelhante à definição de Pessoal Ocupado Técnico-Científico empregada em Nascimento (2011) e em Araújo, Cavalcante e Alves (2009), ainda que neste último artigo os autores só tenham considerado profissionais de nível superior.

¹⁶ Coloquialmente, neste tipo de modelagem leva-se em conta “a Noruega ser a Noruega”, “o Brasil ser o Brasil” etc. Sobre as técnicas de modelos em painel com efeitos fixos, ver Wooldridge (2002, cap. 10).

¹⁷ Como estes efeitos fixos são invariantes no tempo, omite-se o subscrito t .

Tabela 1. Modelos de efeitos fixos para a Relação entre PIB per Capita e porcentagem de Recursos Humanos em Ciência e Tecnologia no total de empregados (2007, 2009 e 2011)

Variáveis	(1)	(2)
	PIB per capita	PIB per capita
HRST	552.9***	
	(139.0)	
HRST (somente nível superior)		712.0***
		(191.9)
Constante	19,690***	25,915***
	(4,272)	(2,905)
Observações	70	70
R-quadrado	0.260	0.234
Número de países	24	24

(erros-padrão entre parênteses)

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Fonte: OCDE. Elaboração dos autores.

Estes dois testes estatísticos mostram que o crescimento do PIB per capita guarda alguma relação com as carreiras científicas e tecnológicas em nível mundial. Isto significa que o debate sobre o crescimento de longo prazo passa pelo fortalecimento das ocupações em ciência e tecnologia, entre as quais a engenharia é parte relevante, devido à importância destes profissionais para o aumento da produtividade e desenvolvimento e aprendizado tecnológicos.

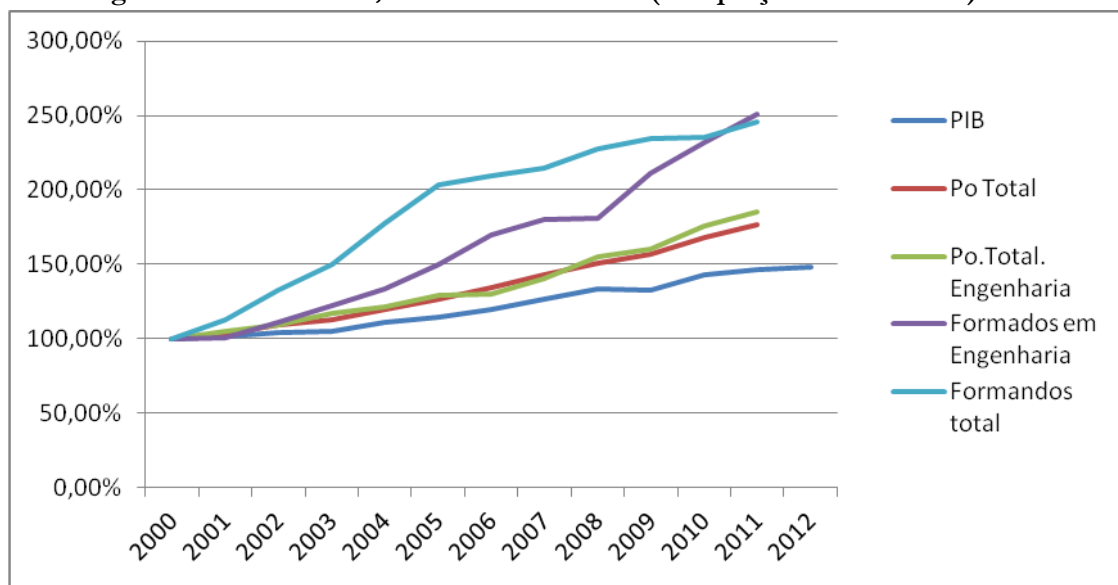
Assim, mostrada a relevância da engenharia para o desenvolvimento, discutiremos os sinais propostos por Butz et al (2003) e as características do mercado de trabalho conforme propostas por Nascimento (2011), elencando hipóteses que mostrem a escassez de engenheiros e buscando evidências para derrubá-las.

4. Uma avaliação dos indicadores de escassez de mão-de-obra de engenharia no Brasil

4.1. Formação, emprego de engenheiros e PIB

Nesta subseção, discute-se se a oferta de engenheiros é decrescente ao longo do tempo (indicador “1”, da introdução), ou se a formação de engenheiros é menor do que o seria desejado socialmente (indicador “4”). Naturalmente, reconhece-se que na prática é difícil operacionalizar o conceito de oferta socialmente desejável de engenheiros. Entretanto, pode-se comparar a evolução da oferta de novos engenheiros (aproximada pelo número de formados em cursos superiores de engenharia) à evolução do próprio PIB real (a preços de 2012), tendo por pressuposto uma razão teórica engenheiros/PIB ideal. Esta comparação, assim como as curvas do total de concluintes do ensino superior, o pessoal ocupado em engenharia e o total de empregados formais estão no gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2. Evolução do pessoal ocupado em engenharia e total, dos concluintes de cursos de engenharia e total, e do PIB (a preços de 2012): 2000=100



Fonte: Ipeadata (PIB a preços reais) (www.ipeadata.gov.br) e EngenhariaData (demais séries) (engenhariadata.com.br).

Em primeiro lugar, cabe notar que a oferta de engenheiros certamente não é decrescente ao longo do tempo, seja pelo critério de oferta de novos engenheiros, seja pelo critério de equilíbrio de mercado observado (oferta e demanda) nas ocupações de engenharia. Ambas as séries cresceram durante a década.

Em segundo lugar, não apenas a oferta de novos engenheiros cresce ao longo do tempo, ela cresce a taxas bem acima daquelas do próprio PIB real. Com efeito, o PIB real cresceu a uma taxa anualizada média de 3,4% ao ano, enquanto o total de formados em cursos de engenharia cresceu a uma taxa de 8,7% ao ano.

Suponha-se uma razão teórica engenheiros/PIB ideal. Neste caso, mesmo que o Brasil esteja abaixo dela, a tendência é que este déficit diminua ao longo do tempo. Some-se a isso a possibilidade de engenheiros formados que exerçam outras ocupações virem a ser atraídos novamente para as chamadas ocupações típicas de engenharia. Sobre este ponto, Maciente e Araújo (2011) notam que o percentual de engenheiros exercendo ocupações típicas era de 29% em 2000 e foi crescendo ano a ano até alcançar 38% em 2009. Por sua vez, usando dados dos Censos de 2000 e 2010, Menezes-Filho (2012) afirma que os percentuais de engenheiros exercendo ocupações típicas cresceram entre 2000 e 2010 em todas as engenharias. Entretanto, mesmo aquela com maior proporção de engenheiros exercendo ocupações típicas (engenharia civil) não chega a ultrapassar os 50%, ao contrário do observado em outras carreiras, como, por exemplo, a carreira médica, na qual esse percentual é de 80%.

Mesmo que se suponha que essa razão teórica engenheiros/PIB cresça ao longo do tempo à medida que o país se desenvolve e adensa tecnologicamente sua estrutura produtiva, ainda assim a taxa de crescimento do PIB tem sido muito menor que o número de concluintes em engenharia na última década. Por estas razões, entende-se que o indicador “4” – produção menor do que o desejado socialmente – se ora existente, tende a se esgotar no longo prazo.

Por fim, cabe comentar que as tendências tanto na formação quanto no próprio emprego de engenheiros seguiram a tendência geral observada no Brasil durante a década de 2000. O processo de crescimento do PIB na década de 2000 incorporou mão-de-obra no setor formal, de modo que o emprego formal cresceu mais que o próprio PIB. O emprego em ocupações de engenharia seguiu

tendência praticamente idêntica, crescendo 85% em uma década e totalizando aproximadamente 230.000 profissionais. Em 2011, este emprego em ocupações de engenharia apresentou crescimento, representando 0,49% do total de empregados formais da economia brasileira (em 2000, este percentual era de 0,47%).

Também no que tange à conclusão de curso superior, apesar do forte crescimento em engenharia comentado anteriormente, este crescimento não foi relativamente diferente daquele observado no total de formandos no ensino superior brasileiro. Cabe lembrar que durante a década tivemos forte expansão do ensino superior privado e iniciativas públicas como o ReUni, ProUni, Sisu e a reforma do FIES. Essas iniciativas, somadas à expansão do ensino privado, ampliaram muito o número de vagas. Além disso, o ProUni estimulou tanto a ampliação quanto a ocupação de vagas existentes e, juntamente com o FIES, favoreceu a permanência dos alunos nos cursos superiores.

Estes resultados se alinham com os encontrados em Pereira, Nascimento e Araujo (2011), que projetaram a disponibilidade de engenheiros no Brasil em 2020 utilizando três técnicas de projeção demográfica de tendência: linear (cenário pessimista), ajuste polinomial (cenário intermediário), e exponencial (cenário otimista). Segundo suas projeções, as quais partiram da taxa média de crescimento dos concluintes em cursos de engenharia observada entre 2000 e 2008 (8,7% ao ano), as tendências de taxa de crescimento dos concluintes em engenharia entre 2000 e 2020 são de 6,53%, 8,46% e 9,49% nos três cenários. Caso se confirme o cenário intermediário proposto por Pereira, Nascimento e Araujo (2011), em 2020 o Brasil formaria, a cada ano, cinco vezes mais engenheiros que em 2000.¹⁸

4.2. Aspectos do mercado de trabalho em engenharia

Nesta seção, a atenção se volta para alguns aspectos do mercado de trabalho. Genericamente falando, a escassez de profissionais levaria a um aumento de salário. No caso, um eventual aumento do salário dos engenheiros seria poderoso indicador de procura acima da demanda por tais profissionais. No entanto, a tabela abaixo (tabela 2) não parece indicar que os salários em engenharia tenham crescido sistematicamente mais do que os salários do resto da economia – de fato, o diferencial entre os salários em ocupações de engenharia e a média da economia formal se situou em torno de 370% entre 2006 e 2010 de acordo com a RAIS, ficando um pouco acima disso em 2009 e um pouco abaixo em 2010. Em comparação com os demais empregados de nível superior, o diferencial se situa em torno de 90%, com um pico em 2009, retornando à média histórica em 2010. Apesar dessa série de dados ser relativamente curta, a mudança de classificação da CBO (Classificação Brasileira de Ocupações) em 2002 prejudica a avaliação dos diferenciais de salário para anos anteriores.

Tabela 2. Evolução dos salários do pessoal ocupado em engenharia e total (R\$ de 2010)

Ano	Engenharia (a)	Formados Geral (b)	P.O. Total (c)	Razão (a)/(b)	Razão (a)/(c)
2006	7.022,06	3.762,19	1.510,76	187%	465%
2007	7.137,49	3.630,10	1.523,13	197%	469%
2008	7.491,62	3.824,45	1.587,19	196%	472%
2009	7.836,87	3.839,62	1.626,48	204%	482%
2010	7.412,73	3.957,59	1.674,99	187%	443%

Fonte: Elaboração dos autores a partir da RAIS.

¹⁸ Entretanto, há de se considerar que a oferta de engenheiros não é afetada apenas pelo número de formados, mas também pelas tendências demográficas na pirâmide etária e fatores como migração (entre países e entre ocupações, como a atração dos engenheiros de volta para ocupações típicas) e aposentadoria.

No que tange às taxas de desemprego (indicador “6”), Menezes-Filho (2012) reporta, a partir de análise dos Censos de 2000 e 2010, que a taxa de desemprego entre os engenheiros formados caiu de 4% em 2000 para 2% em 2010. Essa variação de 2 pontos percentuais, por si só, é baixa para sugerir um grande aumento da demanda por engenheiros no Brasil, mas deve-se considerar que a taxa de desemprego dos engenheiros é historicamente baixa (em 2000 era de 4%), pois sua formação exige habilidades matemáticas e abstração que podem ser exercidas em outras áreas (Pompermyer et al, 2011).

Quando se leva em consideração o exercício das chamadas ocupações típicas (indicador “7”), Menezes-Filho (2012) calcula que a taxa de profissionais em ocupações típicas subiu entre 2000 e 2010, se situando em torno de 38% no último ano, conforme comentado anteriormente. Mais importante, ainda de acordo com Menezes-Filho (2012), o diferencial de salário¹⁹ entre os formados em engenharia que exercem ocupações típicas em relação aos demais formados em engenharia, que costumava ser negativo em 2000, passou a ser positivo em 2010. Em outras palavras, em 2000 os engenheiros trabalhando em ocupações fora das típicas da engenharia tendiam a ganhar mais, situação que se inverteu em 2010. Por exemplo, atualmente um engenheiro civil envolvido em obras tende a ganhar 10% a mais do que ganharia se fosse exercer uma ocupação fora daquelas consideradas típicas de engenharia.

Nascimento (2011) analisa a questão da rotatividade da mão-de-obra dos profissionais em Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (os chamados trabalhadores *STEM*, em sua sigla em inglês – conceito muito semelhante ao *HRST* analisado anteriormente), conjugada ao comportamento da diferença de salários entre admitidos e desligados na indústria e na construção civil a partir dos microdados do CAGED/MTE (indicador “8”). Espera-se que o salário dos admitidos seja menor do que o dos desligados, pois geralmente se substitui profissionais mais experientes por mais jovens. Quanto à rotatividade, embora reconheça que há diversas formas de cálculo, o autor supracitado utiliza a mais simples, qual seja, a soma de admitidos e desligados em um determinado período dividida pelo estoque de trabalhadores – neste caso, fornecido pela RAIS no dia 31 de dezembro do ano anterior sobre análise.

Nascimento (2011) realiza sua análise de janeiro de 2003 a maio de 2011, e em aparentemente metade dos meses da série a situação é de estabilidade tanto da taxa de rotatividade (por volta de 4%) quanto da diferença salarial entre admitidos e desligados (por volta de 15%). O autor identifica três períodos de aquecimento: entre o primeiro trimestre de 2004 e o segundo trimestre de 2005; de meados de 2007 até o fim de 2008; e do início de 2010 até o final da série. No primeiro período, a diferença de salário entre trabalhadores *STEM* desligados e admitidos caiu, mas a taxa de rotatividade não se alterou. Nos outros períodos, houve elevação na rotatividade acompanhada de queda na diferença entre demitidos e admitidos, mas não houve nenhum período em que ambas as taxas estivessem acima de um desvio-padrão de suas médias históricas durante três meses consecutivos – parâmetro empregado pelo autor para a definição de “escassez”. Em outras palavras, o aquecimento não se transformou em escassez de acordo com esses indicadores.

Nas próprias palavras do autor,

“Não fosse a crise desencadeada no último trimestre de 2008, é possível que a tendência verificada a partir de meados de 2007 tivesse prosseguido até a atualidade, chegando eventualmente a um cenário de escassez generalizada. Embora seja difícil conjecturar acerca do que não ocorreu, a expressiva expansão da formação em nível superior nos últimos anos, particularmente de

¹⁹ Neste caso, os diferenciais de salário foram calculados a partir de uma modelagem econométrica para uma equação de salário (que também contém como variáveis explicativas idade e gênero, por exemplo), com uma variável *dummy* indicando se o indivíduo exerce uma ocupação típica ou não.

engenheiros e tecnólogos (...) faz supor que tal tendência poderia vir a se reverter e que essa perspectiva não se concretizaria, mesmo sem crise.” (Nascimento, 2011, p. 26).

4.3. Balanço dos indicadores de escassez

Com base no exposto anteriormente, temos o seguinte balanço dos indicadores de escassez, exposto na tabela 3.

Tabela 3. Balanço dos indicadores de escassez

	Pergunta	Resposta	A resposta sinaliza escassez?
Indicador “1”	Houve queda recente no emprego e, principalmente, no número de recém-formados em engenharias?	Não, em verdade houve crescimento vigoroso do emprego e principalmente do número de recém-formados em engenharia.	Não
Indicador “4”	O crescimento no emprego e no número de recém-formados em engenharias foi menor que o crescimento do PIB?	Não, este crescimento vigoroso foi bem maior que o crescimento do próprio PIB.	Não
Indicador “5”	Houve crescimento no diferencial do salário dos engenheiros em relação à média?	Não, este se manteve estável, tanto em relação à média geral quanto em comparação somente ao pessoal com nível superior.	Não
Indicador “6”	Houve queda no desemprego dos engenheiros?	Sim. Entre 2000 e 2010, ela caiu de 4% para 2%. Mas cabe notar que esta taxa é historicamente baixa.	Sim
Indicador “7”	Houve aumento dos engenheiros em ocupações típicas, com valorização das mesmas?	Sim. A proporção dos engenheiros em ocupações típicas aumentou, bem como o diferencial de salário entre exercer uma ocupação típica de engenharia e exercer outra ocupação.	Sim.
Indicador “8”	Há rotatividade dos engenheiros conjugada com queda na diferença dos salários entre desligados e admitidos?	Não.	Não.

Fonte: Elaboração dos autores.

A análise conjunta de todos estes indicadores quantitativos de mercado de trabalho leva a concluir que, para o total de engenheiros no Brasil, se há alguma pressão de demanda no mercado de trabalho para engenheiros, a tendência é que seja de curto prazo. Isso porque, apesar de os dados referentes às taxas de desemprego e ao exercício de ocupações típicas indicarem alguma pressão de demanda sobre os engenheiros no curto prazo, essas variações são muito pequenas para sinalizar uma escassez generalizada.

Por seu turno, os salários dos engenheiros não cresceram mais rápido que a média dos trabalhadores, tanto em geral quanto em comparação exclusivamente ao pessoal de nível superior. Ainda, os dados de admissão e desligamento a partir do CAGED indicam alguns períodos de aquecimento, mas que não se transformaram em 2008 em um cenário de escassez devido à perda de dinamismo do crescimento devido à crise mundial.

Assim, para o longo prazo espera-se que um eventual déficit de mão-de-obra em engenharia seja resolvido pela absorção dos recém-formados no mercado de trabalho.

5. Afinal, qual o debate? Uma proposta de sistematização

Excluída a possibilidade de um “apagão” generalizado de engenheiros, qual seria o fundo do debate?

A discussão geral quantitativa para o Brasil esconde algumas dimensões importantes.

A primeira dimensão é a qualidade da formação dos novos engenheiros. Segundo Gusso e Nascimento (no prelo), mais de 40% dos engenheiros formados são oriundos de cursos de engenharia conceitos 1 e 2 (baixo desempenho) do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (Enade). Em contraste, segundo os mesmos autores, não mais que 30% dos alunos se formam em cursos tidos como melhores, sejam estes os que obtêm conceitos 4 ou 5 no Enade sejam os cursos ministrados em instituições mais reputadas sejam nas que exibem indicadores que as caracterizem, na taxonomia usada por eles, como universidades de pesquisa e doutorado. Porém, há de se colocar esta questão em perspectiva mais ampla. Para formar engenheiros de qualidade, é preciso que os ingressantes tenham uma base mais sólida, sobretudo em matemática e ciências. E o desempenho do Brasil em exames como o Programa Internacional de Avaliação de Alunos (Pisa, em sua sigla em inglês), apesar de alguma evolução entre 2000 e 2009, ainda é ruim.²⁰

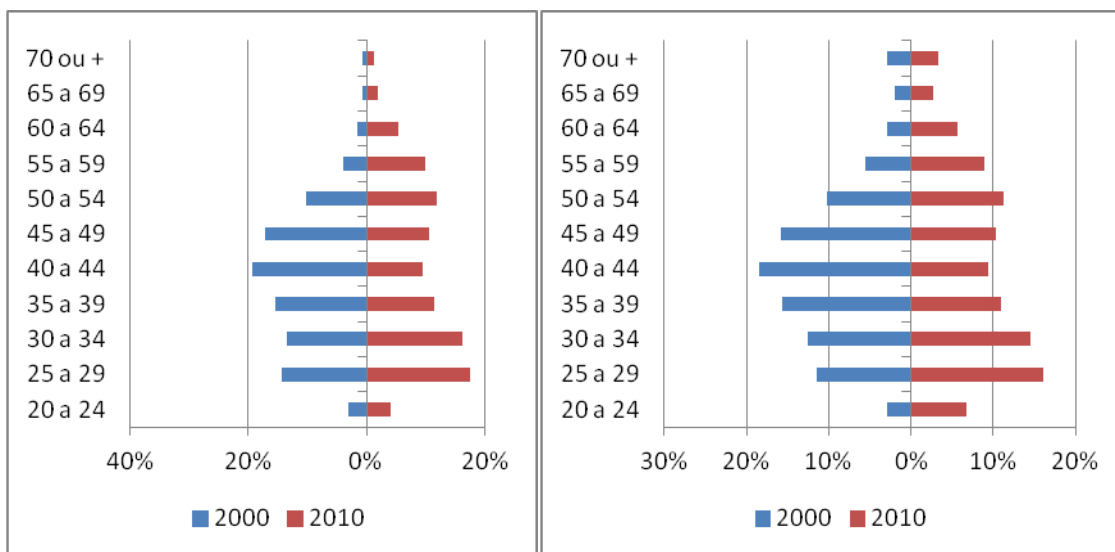
A segunda dimensão é geracional, hipótese surgida após entrevistas realizadas com gestores de P&D e de engenharia de algumas empresas, que afirmaram sentir falta de engenheiros experientes. Adicionalmente, Maciente e Araújo (2011) mostram, com dados da Rais, que em 2009 a participação no mercado de trabalho de profissionais técnico-científicos com idade entre 35 e 50 anos caíra de forma expressiva em relação a 2000. Uma análise dos dados dos censos demográficos do IBGE deixa isto mais evidente, além de dar uma dimensão mais precisa do problema. Se em termos agregados pode não faltar engenheiros, um certo desequilíbrio na pirâmide etária desta categoria profissional parece acarretar uma escassez relativa de pessoal em meio de carreira, capaz de assumir posições de gerência e liderança (gráficos 3, 4, 5 e 6).

Ao longo da década de 2000, a faixa etária de 35 a 59 anos perdeu participação relativa na pirâmide etária, enquanto o topo e principalmente a base da pirâmide se alargaram. Como possíveis razões para isso, destaca-se a explicação do hiato geracional: como os anos 80 e 90 foram de crescimento econômico modesto, além da paralisação dos grandes projetos de infraestrutura, os cursos de engenharia perderam atratividade e, ainda, muitos formados provavelmente tenham se engajado em atividades não típicas. Quando a economia voltou a crescer nos anos 2000 e a demanda por engenheiros voltou a crescer, não havia no mercado oferta suficiente de engenheiros mais experientes. Assim, o déficit de engenheiros percebido pelas empresas pode não ser exatamente um déficit de quantidade de engenheiros, e sim, uma dificuldade em se encontrar engenheiros mais experientes (entre 35 e 59 anos) para liderar obras e projetos.

²⁰²⁰ A respeito do desempenho brasileiro no PISA entre 2000 e 2009, ver Soares e Nascimento (2012).

Gráfico 3. Pirâmide etária dos engenheiros: 2000 vs. 2010

(CBO Engenharia 2000 = 133.203, 2010 = 239.796) (Formados em Engenharia 2000 = 566.854, 2010 = 930.163)

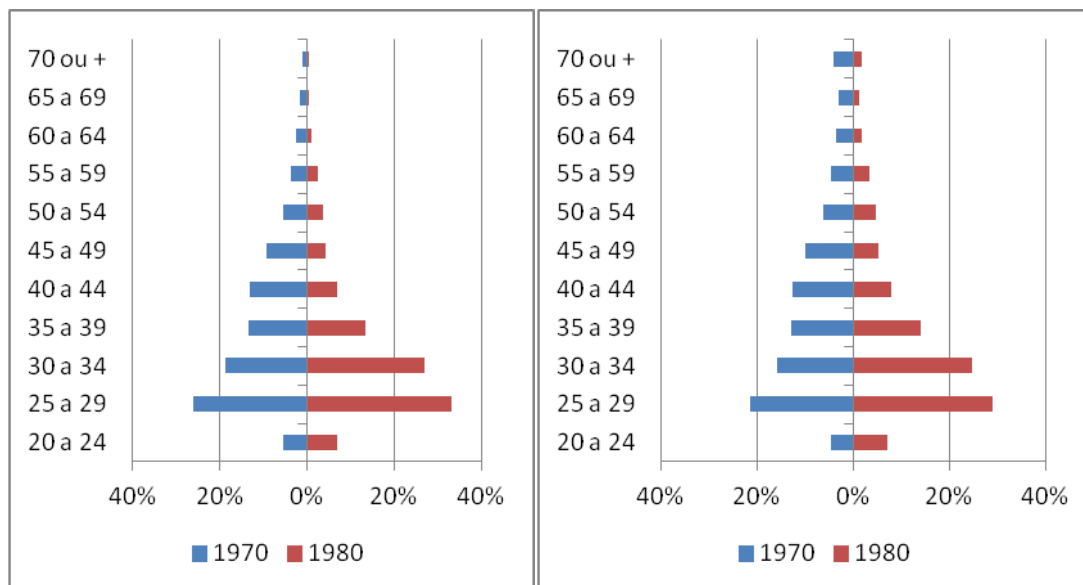


Fonte: Censos demográficos (IBGE), elaboração dos autores.

Este fenômeno pode ser evidenciado na comparação das pirâmides etárias entre os censos de 1970 a 2010. A vantagem de trabalhar com o Censo é que se pode observar não apenas a pirâmide etária dos engenheiros em suas ocupações típicas, mas também a pirâmide dos profissionais formados em engenharia – afinal, pelo menos em teoria, uma possível solução para este hiato geracional poderia ser atrair os engenheiros em ocupações não-típicas. O problema é que ambas as pirâmides sofreram a mesma dinâmica: aumento relativo na base e no topo, e perda relativa nas faixas intermediárias (gráficos 3 a 6). Ou seja, como mencionado, o crescimento modesto dos anos 1980 e 1990 não apenas afastou os engenheiros das ocupações típicas, como também afetou a atratividade dos cursos de engenharia como opção. No entanto, com a retomada do crescimento econômico e a expansão do ensino, a base da pirâmide etária se expandiu devido aos engenheiros mais jovens.

Gráfico 4. Pirâmide etária dos engenheiros: 1970 vs. 1980

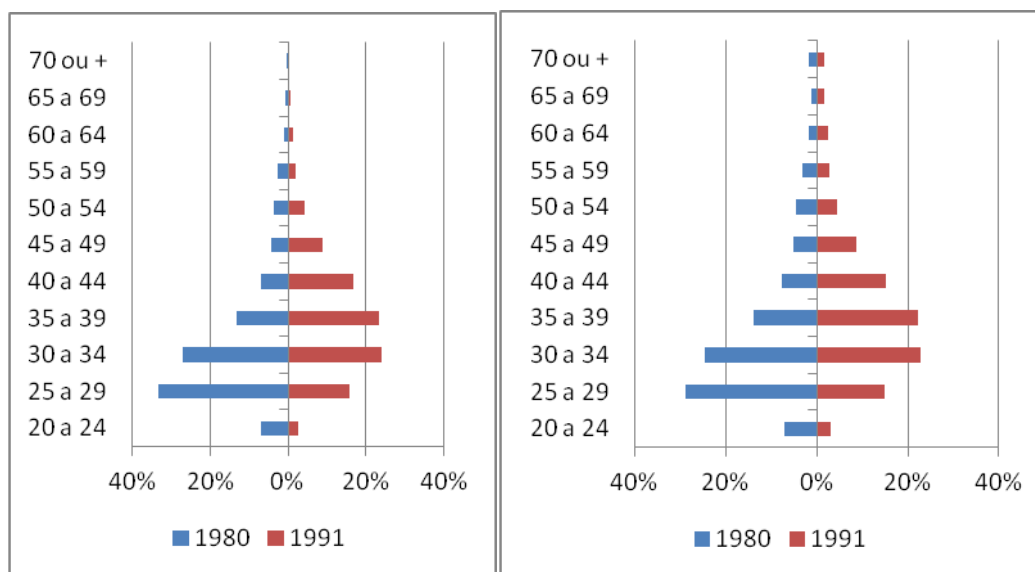
(CBO Engenharia 1970 = 45.982, 1980 = 77.481) (Formados em Engenharia 1970 = 71.446, 1980 = 131.136)



Fonte: Censos demográficos (IBGE), elaboração dos autores.

Gráfico 5. Pirâmide etária dos engenheiros: 1980 vs. 1991

(CBO Engenharia 1980 = 77.481, 1991 = 149.846) (Formados em Engenharia 1980 = 131.136, 1991 = 380.153)

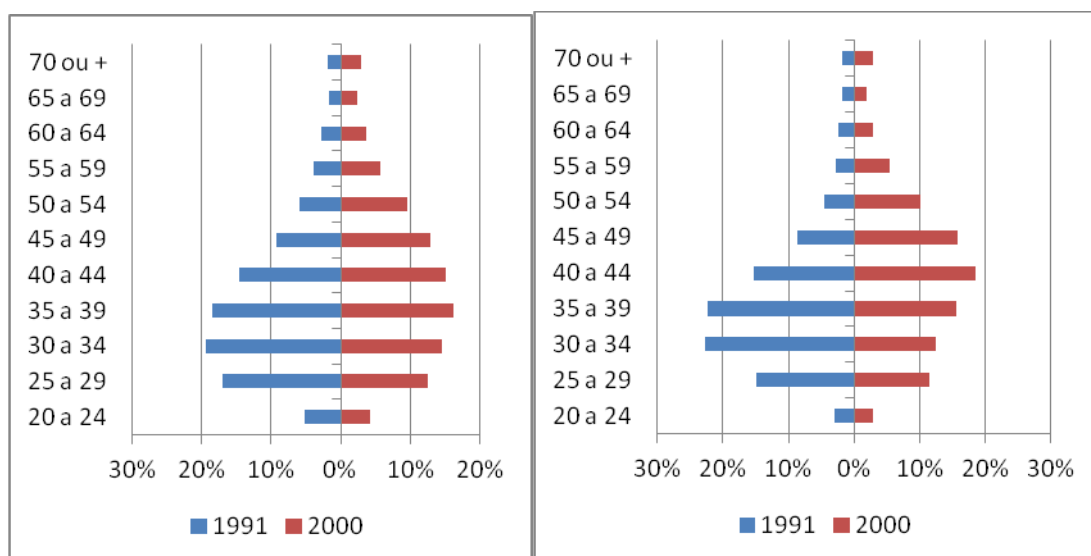


Fonte: Censos demográficos (IBGE), elaboração dos autores.

Gráfico 6. Pirâmide etária dos engenheiros: 1991 vs. 2000

(CBO Engenharia 1991 = 149.846, 2000 = 133.203)

(Formados em Engenharia 1991 = 380.153, 2000 = 566.854)

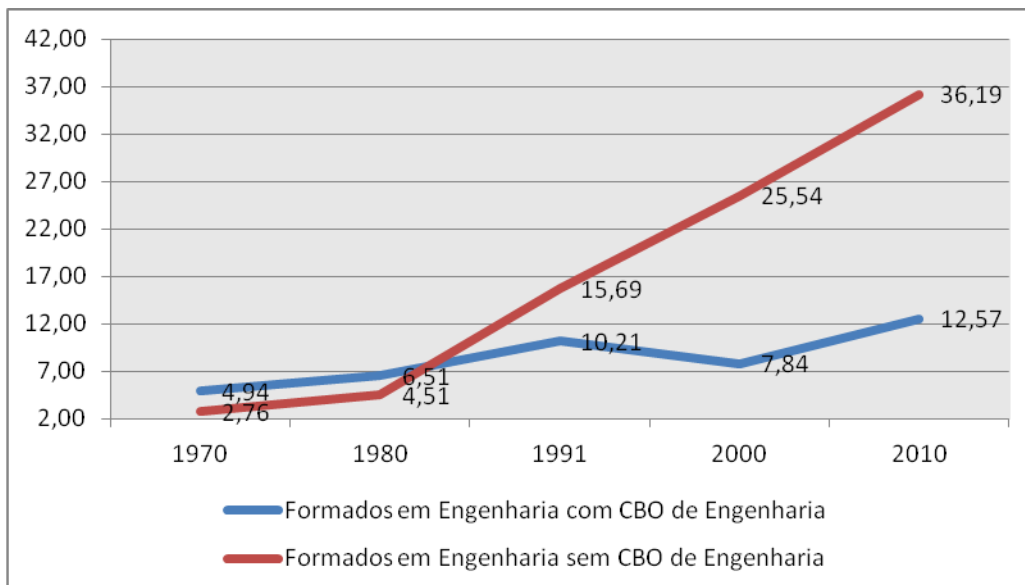


Fonte: Censos demográficos (IBGE), elaboração dos autores.

Sem embargo, as pirâmides etárias acima evidenciam um gradual envelhecimento tanto daqueles formados em engenharia quanto daqueles que exercem as ocupações declaradas como típicas de engenharia. Continuando uma tendência dos anos 1970, em 1980 houve o pico de formação dos engenheiros mais jovens: quase 30% dos formados em engenharia tinham entre 25 e 29 anos. A partir daí, esta geração foi envelhecendo, e nos dois censos seguintes – 1991 e 2000 - é ela que vai continuar a ser a parcela etária mais importante da distribuição, pois não houve reposição na base. Já na década de 2000, o crescimento econômico aumentou a atratividade dos cursos de engenharia e a base voltou a crescer. Porém, as faixas intermediárias entre 35 e 49, que deveriam ter se formado nas décadas de 1980 e 1990, formam atualmente um “vale” entre os maiores de 50 anos e menores de 35. Em um cenário de expansão da atividade produtiva, e da construção civil inclusive, a necessidade de profissionais já habituados ao ritmo e conhecimento do trabalho se faz essencial; assim como a capacidade de liderar e gerenciar projetos, a julgar pelos nossos entrevistados.

Outra forma de retratar a questão geracional é acompanhar a evolução dos engenheiros em ocupações típicas e não-típicas ao longo do tempo, exposta no gráfico 7 a seguir.

Gráfico 7. Estoque de formados em Engenharia por 10.000 habitantes, em ocupações típicas e não-típicas



Fonte: Censos demográficos (IBGE), elaboração própria.

Como se pode observar, até a década de 1980 os formados em engenharia com CBO de engenharia era maioria. Entretanto, nos anos seguintes a proporção de formados em engenharia que possuem outras ocupações cresce vertiginosamente. Uma vez que, como observado nas pirâmides etárias, tanto aqueles com CBO típicos de engenharia, quanto aqueles que estão em outras ocupações, possuem um mesmo comportamento, acreditamos haver aí certa “fuga” das ocupações mais tradicionais de engenharia. Tal fato pode refletir fatores diversos, difíceis de inferir sem uma aprofundada pesquisa de campo: a) a complexificação do que um engenheiro pode fazer; b) decadência das atividades mais tradicionais, devido ao baixo crescimento econômico; c) crescimento da importância de serviços, grandes demandadores de engenheiros (para projeto de produtos, projeto de sistemas, planejamento etc.), que tendem a registrar engenheiros com outras denominações (analista de sistema, por exemplo).

A terceira dimensão diz respeito ao recorte das especialidades. Todas as evidências até agora se referiram ao total de engenheiros, sem levar em conta as habilidades específicas. Pompermayer et al. (2011) indicam que há carências em especialidades como engenharia naval e de petróleo e minas, por exemplo. Por outro lado, em setores como o aeronáutico não parece haver problemas generalizados, uma vez que a Embraer mantém curso de especialização que atrai bons engenheiros recém formados de todo o Brasil, além de atender à demanda de engenheiros da empresa, conforme entrevista com responsáveis por RH, manufatura e desenvolvimento tecnológico da empresa.

A quarta dimensão é regional. A concentração regional de formandos em engenharia é tradicional, e reflete a distribuição dos bons cursos ao redor do país. Historicamente, muitos estudantes se mudam temporariamente para estudar nas universidades, centros universitários e faculdades consideradas melhores por algum critério. Também é natural a concentração regional do emprego em engenharia nas áreas mais densamente industrializadas e, mais recentemente, nas áreas de exploração de petróleo e gás. Em teoria, a migração poderia resolver o problema, mas é de se esperar que o ajuste do mercado de trabalho via migração demore um pouco para ocorrer. E, enquanto este ajuste não ocorre, alguns desequilíbrios podem acontecer.

Sobre este ponto, Nascimento (2012) repetiu a análise de taxas de rotatividade e diferença de salário entre desligados e admitidos para oito regiões metropolitanas, desta vez utilizando ocupações relacionadas aos fatores engenharia e design.²¹ Por exemplo, este autor reporta que na Região Metropolitana do Recife a partir do primeiro trimestre de 2010 os salários dos admitidos chegaram a superar, em alguns dos meses, aqueles dos desligados, com elevação da taxa de rotatividade. Este resultado pode indicar alguma escassez de profissionais naquela região, ainda que o mesmo autor, em um outro artigo (NASCIMENTO, 2011), não tenha reportado tal escassez para o país como um todo.

6. Conclusões

Em suma, este artigo demonstrou que não há um risco de “apagão” generalizado de mão-de-obra de engenharia no Brasil, ainda que se reconheçam alguns sinais de pressões de curto prazo no mercado de trabalho. Em termos quantitativos, estas pressões tendem a ser resolvidas com a ampliação da oferta dos novos engenheiros, uma vez que os cursos de engenharia voltaram a atrair os alunos. Porém, o artigo também apontou quatro dimensões que podem explicar a percepção de alguns agentes econômicos sobre escassez de mão-de-obra em engenharia: (i) qualidade dos engenheiros formados, uma vez que a evolução na quantidade não foi acompanhada pela mesma evolução na qualidade; (ii) hiato geracional, o que dificulta a contratação de profissionais experientes para liderar projetos e obras; (iii) déficits em competências específicas; (iv) déficits em regiões localizadas.

Queremos, contudo, deixar claro que a não existência de gargalos não significa absolutamente que não haja necessidade de ampliar os investimentos na ampliação do ensino de engenharia, particularmente nas universidades públicas. Como mostramos no início do texto, a engenharia está intimamente ligada ao desenvolvimento econômico e à inovação e o Brasil apresenta baixo índice de engenheiros por habitante ou por formados no ensino superior. Ademais, a formação em engenharia capacita a pessoa a inúmeras atividades, dentro ou fora daquelas chamadas típicas. Ao contrário do que alguns dizem, não consideramos como problema ter engenheiros trabalhando em bancos, em empresas de serviço, em empresas de consultoria, na produção de pesquisas e textos sobre engenheiros etc.: o problema maior é não ter engenheiros e ter uma economia que pouco necessite deles.

7. Referências bibliográficas

- ARAÚJO, B. C.; CAVALCANTE, L. R.; ALVES, P. Variáveis proxy para os gastos empresariais em inovação com base no pessoal ocupado técnico-científico disponível na Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). *Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*, no. 5, 16-21., IPEA, dez. 2009.
- ARROW, K. J.; CAPRON, W. M.. Dynamic shortages and price rises: the engineer-scientist case. *The quarter journal of economics*, v. 73, n. 2, p. 292-308, 1959.
- AUTOR, D. H.. *The economics of labor market intermediation: an analytic framework*. NBER, set. 2008. (Working Paper Series, n. 14.348).
- BARBOSA FILHO, F. H.; PESSÔA, S. A.; VELOSO, F. A.. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira com ênfase no capital humano – 1992-2007. *Revista Brasileira de Economia*, v. 64, n. 2, jun. 2010.

²¹ O conceito de ocupações relacionadas a competências é uma correspondência entre a Classificação Brasileira de Ocupações e a competências cognitivas específicas, desenvolvida em Maciente (2012, 2013).

- BUTZ, W.; BLOOM, G.; GROSS, M.; KELLY, K.; KOFNER, A.; RIPPEN, H. Is there a shortage of scientists and engineers? How would we know? Rand Science & Technology issue paper. Santa Monica-CA: Rand Corporation, 2003.
- FREEMAN, R. B.. Is a great labor shortage coming? Replacement demand in the global economy. *In: HOLZER, H. J.; NIGHTINGALE, D. S. (eds). Reshaping the American workforce in a changing economy.* Washington, D. C.: the Urban Institute Press, 2007.
- GUSSO, D. A.; NASCIMENTO, P. A. M. M. A formação de engenheiros e pessoal técnico-científico no Brasil entre 2001 e 2012. Brasília: IPEA, no prelo.
- HIRSCHMAN, A. O.. *The strategy of economic development.* [s.l.] Yale University Press, 1958.
- JUNANKAR, P. N.. *Was there a skills shortage in Australia?* Bonn: IZA, dez. 2009 (Texto para Discussão n. 4.651).
- MENEZES-FILHO, N. Apagão de mão-de-obra qualificada? As profissões e o mercado de trabalho brasileiro entre 2000 e 2010. BraIn Investimento e Negócios, São Paulo, 2012.
- NASCIMENTO, P. A. M. M. Há escassez generalizada de profissionais de carreiras técnico-científicas no Brasil? Uma análise a partir de dados do CAGED. *Mercado de trabalho: conjuntura e análise*, v. 49, p. 19-28, IPEA, nov. 2011.
- _____. Demanda por trabalho qualificado em design e engenharia nas oito maiores regiões metropolitanas do Brasil. *Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*, no. 23, 37-56., IPEA, dez. 2012.
- MACIENTE, A. N. The determinants of agglomeration in Brazil: input-output, labor and knowledge externalities. Tese de doutorado. Urbana (IL): University of Illinois at Urbana-Champaign, 2013.
- MACIENTE, A. N. A mensuração das competências cognitivas e técnicas das ocupações brasileiras. *Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior*, no. 23, 37-56., IPEA, dez. 2012.
- MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T. C. A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal. *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior*, v. 12, p. 43-54, IPEA, fev. 2011.
- PEREIRA, R. H. M.; NASCIMENTO, P. A. M. M.; ARAÚJO, T. C. Projeções de mão de obra qualificada no Brasil: uma proposta inicial com cenários para a disponibilidade de engenheiros até 2020. Brasília: IPEA, 2011. (Texto para Discussão, n. 1.663).
- POMPERMAYER, F. M.; NASCIMENTO, P. A. M. M.; MACIENTE, A. N.; GUSSO, D. A.; PEREIRA, R. H. M. 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, IPEA, fev. 2011.
- SABOIA, J.; SALM, C.. Tendências da qualificação da força de trabalho. *In: KUPFER, D.; LAPLANE, M.; HIRATUKA, C. (eds). Perspectivas do investimento no Brasil: temas transversais.* Rio de Janeiro: Synergia, 2010, v. 4, p. 343-400.
- SOARES, S. S. D.; NASCIMENTO, P. A. M. M. Evolução do desempenho cognitivo dos jovens brasileiros no Pisa. *Cadernos de Pesquisa*, v. 42, n. 145, p. 68-87, jan./abr. 2012.
- WOOLDRIDGE, J. *Econometric analysis of cross section and panel data.* Cambridge: MIT Press, 2002.