

REDE DE PESQUISA FORMAÇÃO E MERCADO DE TRABALHO COLETÂNEA DE ARTIGOS

Volume IV

Formação de profissionais
das áreas de Ciência, Tecnologia,
Engenharia e Matemática (CTEM)

Organizadores

Marina Pereira Pires de Oliveira (ABDI)

Paulo A. Meyer M. Nascimento (Ipea)

Aguinaldo Nogueira Maciente (Ipea)

Luiz Antonio Caruso (Senai)

Eduardo Miguel Schneider (Dieese)



REDE DE PESQUISA FORMAÇÃO E MERCADO DE TRABALHO COLETÂNEA DE ARTIGOS

Volume IV
Formação de profissionais
das áreas de Ciência, Tecnologia,
Engenharia e Matemática (CTEM)

Organizadores

Marina Pereira Pires de Oliveira (ABDI)

Paulo A. Meyer M. Nascimento (Ipea)

Aguinaldo Nogueira Maciente (Ipea)

Luiz Antonio Caruso (Senai)

Eduardo Miguel Schneider (Dieese)

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea
Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI

1ª Edição
Brasília, 2014

República Federativa do Brasil

Dilma Rousseff

Presidenta

Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República

Ministro Marcelo Côrtes Neri

Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio Exterior

Ministro Interino Mauro Borges Lemos

IPEA

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

ABDI

Serviço social autônomo vinculado ao Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio Exterior, tem como missão desenvolver ações estratégicas para possibilitar a política industrial, promovendo o investimento produtivo, o emprego, a inovação e a competitividade da indústria brasileira.

Presidente da ABDI

Mauro Borges Lemos

Diretora

Maria Luisa Campos Machado Leal

Diretor

Otávio Silva Camargo

Gerente de Projetos II

Carla Maria Naves Ferreira

Coordenadora de Inovação

Maria Sueli Soares Felipe

Supervisão

Maria Luisa Campos Machado Leal

Chefe de Gabinete

Cândida Beatriz de Paula Oliveira

Gerente de Comunicação

Oswaldo Buarim Junior

Presidente do Ipea

Sergei Suarez Dillon Soares

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura

Fernanda De Negri

Chefe de Gabinete

Bernardo Abreu de Medeiros

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação

João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

REVISÃO

Maria Irene Lima Mariano

DIAGRAMAÇÃO E PROJETO GRÁFICO

Juliano Batalha

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – Ipea 2014
Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI 2014

Rede de pesquisa : formação e mercado de trabalho : coletânea de artigos : volume IV, formação de profissionais das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM) / organizadores: Marina Pereira Pires de Oliveira ... [et al.]. - Brasília : ABDI : IPEA, 2014.
v. 4 (193 p.) : il., gráfs. (alguns color.)

ISBN: 978-85-7811-205-9

1. Formação Profissional. 2. Ensino Superior. 3. Instituições de Ensino Superior. 4. Mercado de Trabalho. 5. Engenharia. 6. Ciência e Tecnologia. 7. Matemática. I. Oliveira, Marina Pereira Pires de. II. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. III. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. IV. Título: Formação de profissionais das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM).

CDD 378.013

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, do Ministério do Desenvolvimento, da Indústria e do Comércio Exterior ou da Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte.

Reproduções para fins comerciais são proibidas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a parceria do Instituto de Estudos do Trabalho e Sociedade (IETS), em especial a Simon Schwartzman e a Valeria Pero, que participaram diretamente dos debates da *Rede de Pesquisa: Formação e Mercado de Trabalho*, contribuindo também como autores. Gostaríamos ainda de agradecer Robert Evan Verhine, Divonzir Arthur Gusso, Alexandre Gomide, Roberto Pires, Maria Martha Cassiolato, Paulo Roberto Corbucci, Paulo A. Meyer Nascimento, Marta Assumpção Rodrigues, Mansueto Almeida e Ronaldo Garcia, que cederam seu tempo e conhecimento para fazer a leitura e crítica das versões preliminares dos artigos publicados neste volume, atuando como pareceristas. Sem esse trabalho, certamente não teríamos chegado ao resultado ora apresentado. Agradecemos ainda a parceria do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e do Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (Dieese), integrantes do conselho editorial da *Rede de Pesquisa: Formação e Mercado de Trabalho*.

APRESENTAÇÃO

As políticas públicas voltadas para a qualificação da mão de obra têm assumido um lugar proeminente no debate econômico brasileiro, devido ao papel central que uma força de trabalho qualificada pode desempenhar no crescimento sustentável da renda das famílias e no aumento da produtividade das firmas. Apesar dos inegáveis avanços que o Brasil verificou nas últimas décadas em seu sistema educacional, tem-se a percepção, neste início do século XXI, de que o país ainda precisa avançar muito na qualificação de seus jovens e trabalhadores, a fim de não ver sua economia e as conquistas sociais alcançadas desde a redemocratização estagnarem.

Os desafios dos sistemas de educação e de qualificação profissional serão também pressionados pelas mudanças demográficas que o país experimenta. Com o envelhecimento gradual da população, não se pode mais pensar na melhoria da qualificação dos trabalhadores como um processo que acontece exclusivamente nos bancos escolares, dissociado da formação no mundo do trabalho.

A Rede de Pesquisa: Formação e Mercado de Trabalho, coordenada pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), com a colaboração do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (Dieese), foi lançada em outubro de 2012. A Rede é fruto de uma visão compartilhada de que a complexidade das interações entre formação e mercado de trabalho exige análises conjuntas, integradas e multidisciplinares.

Um mapeamento inicial de instituições do governo, da academia e do setor privado com expertise e interesse nesses temas, iniciado em 2011, resultou no processo de mobilização e articulação para o lançamento da Rede, em 2012. A partir daí foram estruturadas duas linhas de pesquisa principais – Economia da Educação e Economia do Trabalho, com uma vertente de análise demográfica.

No início de 2013, algumas grandes questões de interesse foram lançadas aos colaboradores da Rede, resultando na apresentação de termos de referência para produção de artigos inéditos, bem como na submissão de projetos de pesquisa e outros materiais que, na época, ainda estavam em fase de elaboração. As temáticas foram discutidas em seminários realizados em abril e em junho de 2013, contando, inclusive, com a participação de representantes de diversas instituições públicas, organizações multilaterais, empresas, entidades de classe e organizações da sociedade civil.

O conselho editorial da Rede, formado por ABDI, Ipea, Senai e Dieese, selecionou estudos de maior convergência com as questões levantadas anteriormente, resultando nos seis volumes desta coletânea que ora se apresenta. São textos que versam sobre diversos temas: tendências e aspectos demográficos do mercado de trabalho; demandas e estratégias de qualificação profissional das firmas; educação profissional e tecnológica; expansão do ensino superior e formação de pessoal técnico-científico.

Os trabalhos foram produzidos na perspectiva de diferentes áreas do conhecimento – economia, educação, matemática, ciência política, geografia, demografia, sociologia, entre outras. Juntos, formam um panorama que, sem a pretensão de ser exaustivo ou definitivo, busca trazer, para o terreno da pesquisa e do debate dos fatos, uma discussão historicamente carregada de preconceitos, mitos e percepções parciais do problema.

As opiniões dos autores não refletem uma posição oficial das instituições que compõem a Rede de pesquisa, mas estão aqui publicadas por jogarem alguma luz sobre aspectos relevantes da interação entre formação e mercado de trabalho no Brasil.

O volume de material recebido e o rápido engajamento de diferentes instituições nesta Rede de pesquisa comprovam o acerto da estratégia de trabalhar coletivamente no tema, bem como a importância dada a ele pela sociedade brasileira. Neste momento de alegria por tornar pública a produção deste grupo, é essencial agradecer a todos os colaboradores que submeteram seus trabalhos à apreciação deste coletivo, bem como àqueles que abraçaram essa Rede de pesquisa de diferentes formas – participando dos encontros, escrevendo pareceres, repassando material ou simplesmente acessando nosso site – trazendo-a à vida e dando a ela a vitalidade e a agilidade necessárias para chegarmos até esta publicação, que é mais uma etapa da caminhada.

Os estudos publicados pontuam os principais desafios colocados para o Brasil na formação e melhor aproveitamento de recursos humanos de todos os níveis, e trazem ainda recomendações de política pública. A produtividade do trabalho, a qualidade dos empregos e da formação do trabalhador, a capacidade do país de lidar com sua heterogeneidade produtiva, econômica, regional e social são pontos chave para garantir as condições essenciais para o desenvolvimento e adensamento tecnológico da nossa indústria e dos nossos serviços, nos próximos anos – e, portanto, são temas que permeiam os cinco volumes desta coletânea. Esperamos, assim, contribuir na execução da atual política industrial brasileira, o Plano Brasil Maior (PBM), bem como na formulação de políticas vindouras para o setor produtivo.

Desejamos uma boa leitura!

MAURO BORGES LEMOS

MINISTRO INTERINO DO DESENVOLVIMENTO, DA INDÚSTRIA E DO COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC) E

PRESIDENTE DA AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI)

MARCELO CÔRTEZ NERI

MINISTRO-CHEFE DA SECRETARIA DE ASSUNTOS ESTRATÉGICOS (SAE)

SERGEI SUAREZ DILLON SOARES

PRESIDENTE DO INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA)

INTRODUÇÃO

Neste quarto volume da coletânea Rede de Pesquisa: Formação e Mercado de Trabalho, intitulado Formação de profissionais das áreas de Ciência, Tecnologia, Engenharia e Matemática (CTEM), os cinco estudos apresentados concentram-se na análise da quantidade e da qualidade da formação de engenheiros no país à luz das necessidades projetadas pelo desenvolvimento do Brasil, bem como no perfil dos cursos e dos alunos de licenciatura e bacharelado das áreas técnico-científicas.

No primeiro capítulo, os técnicos do Ipea Divonzir Gusso e Paulo A. Meyer M. Nascimento analisam a evolução da educação terciária no Brasil entre 2000 e 2012, com foco nas grandes áreas de ciências, matemática e computação e de engenharia, produção e construção. Utilizam dados do Censo da Educação Superior para construir indicadores de demanda por e de oferta de cursos, destacando número de cursos, de vagas, de matrículas e de conclusões. A evolução desses indicadores é apresentada em separado para os sistemas público e privado e para as universidades e demais instituições de ensino superior. As tendências são observadas ainda para as instituições que Steiner (2005; 2006) classifica, a partir do tipo de diploma de graduação, do número de mestres e doutores titulados e das áreas dos diplomas conferidos, em universidades de pesquisa e doutorado.

Questões relativas à qualidade também são discutidas, partindo tanto do desempenho observado no Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade), quanto dos fluxos de egressos das universidades de pesquisa e doutorado de Steiner (2005; 2006) e das instituições de elite de Carnoy et al. (2013). Busca-se delinear o contexto, a dimensão e o padrão de qualidade nos quais os profissionais técnico-científicos são formados no Brasil. Os resultados sugerem que o fluxo de conclusões tem se expandido ano a ano, apesar de continuar baixo em comparação com outros países. Porém, a formação de pessoal técnico-científico de nível superior concentra-se em cursos e instituições de baixo desempenho.

No segundo capítulo, Maria Ligia de Oliveira Barbosa e Carolina Zuccarelli, do Laboratório de Pesquisa do Ensino Superior, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), investigam o possível caráter democratizante da expansão e da diversificação recente do ensino superior. O trabalho se concentra nas diferenças observadas nos níveis de atratividade dos cursos, nas estratégias de formação, nos padrões de aprendizado e de preparação para o mercado, tendo como foco principal as áreas de ciência, tecnologia, engenharia e matemática. O texto busca distinções quanto aos efeitos na capacidade das diferentes áreas para assegurar a permanência dos alunos até sua diplomação. Sob esse mesmo aspecto, as autoras também investigam o impacto da natureza da instituição (pública ou privada) e do tipo de curso (bacharelado ou licenciatura; acadêmico ou tecnológico) nos índices de conclusão dos alunos.

No terceiro capítulo, os técnicos do Ipea Aguinaldo Maciente e Paulo A. Meyer M. Nascimento apresentam projeções de demanda por engenheiros e profissionais afins para o período entre 2012 e 2020, usando dados do período entre 2000 e 2011 sobre emprego e sobre o crescimento de setores específicos de atividade econômica. As projeções de demanda geradas são confrontadas com as de oferta, para o período de 2010 a 2020, reportadas em Pereira, Nascimento e Araújo (2011), considerando diferentes cenários de crescimento econômico. O cenário intermediário, que corresponde aproximadamente à tendência de crescimento econômico e formação de engenheiros verificados nos últimos anos, sugere que o sistema educacional deverá atender, ao menos em termos quantitativos, os requerimentos do mercado de trabalho para esses profissionais nos próximos anos.

Entretanto, alguns setores específicos podem experimentar uma relativa escassez de mão de obra com experiência ou de profissionais altamente especializados. Se o crescimento econômico brasileiro voltar para os níveis registrados no período compreendido entre 2004 e 2010 (i.e., acima de 4% ao ano), o país poderá vir a enfrentar uma escassez mais pronunciada de engenheiros e profissionais afins, sobretudo se o crescimento mais robusto for puxado pelos setores de construção civil e de petróleo e gás.

No quarto capítulo, Mario Sergio Salerno, Leonardo Melo Lins, Leonardo Augusto Vasconcelos e Demétrio Toledo, da Universidade de São Paulo (USP), e Bruno César Araújo e Paulo A. Meyer M. Nascimento, do Ipea, investigam possíveis explicações para a percepção das empresas de que existe escassez de engenheiros no país. Os autores avaliam diferentes indicadores de falta de trabalhadores especializados para chegar à conclusão de que não existe uma escassez generalizada destes profissionais no país.

Apesar de os diferenciais dos salários dos engenheiros em relação às demais ocupações terem diminuído a partir de 2009, os fluxos de recém-formados têm sido mais elevados do que o crescimento da demanda marginal observada no mercado de trabalho. Com base nos censos populacionais de 1970 a 2010, os autores apontam o hiato geracional que coincide com a desvalorização das engenharias nas décadas de 1980 e de 1990 como a principal explicação para a percepção de escassez de engenheiros. Tal hiato geracional acarreta uma reduzida oferta relativa de engenheiros entre 35 e 59 anos.

No quinto e último capítulo, Hustana Maria Vargas e Fábio Lennon Marchon dos Santos, da Universidade Federal Fluminense (UFF), traçam conexões entre a formação e a carreira em matemática e a problemática do ensino médio no Brasil. O trabalho destaca a aura mitológica da disciplina assumida pelo imaginário social, em contraposição à crua realidade da prática docente, gerando tensões que repercutem na formação dos professores e nos resultados dos alunos. Por um lado, o mercado de trabalho exige mão de obra especializada com formação matemática para as carreiras tecnológicas. Por outro, a carreira docente é desprestigiada e pouco atrativa.

Os autores utilizam dados socioeconômicos dos estudantes de matemática em nível nacional e institucional. Os primeiros são fornecidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), através de respostas a questionários aplicados nacionalmente por ocasião de Exames Nacionais. Os institucionais são alusivos a alunos de uma universidade pública federal. Por fim, são examinados os conceitos atribuídos pelo Ministério da Educação (MEC) ao curso de matemática por meio do Índice Geral de Cursos (IGC). Com isso, os autores abordam a docência em matemática sob um novo ponto de vista, projetando a discussão para a problemática do desempenho dos alunos em matemática, com ênfase para os resultados obtidos no ensino médio.

CAPÍTULO 1

**EVOLUÇÃO DA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS E PROFISSIONAIS
TÉCNICO-CIENTÍFICOS NO BRASIL ENTRE 2000 E 2012**

17

CAPÍTULO 2

**A FORMAÇÃO NAS ÁREAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, ENGENHARIAS
E MATEMÁTICA (CTEM) EM NÍVEL SUPERIOR NO BRASIL:
SABERES MODERNOS EM INSTITUIÇÕES TRADICIONAIS**

63

CAPÍTULO 3

**A DEMANDA POR ENGENHEIROS E PROFISSIONAIS
AFINS NO MERCADO DE TRABALHO FORMAL**

99

CAPÍTULO 4

**UMA PROPOSTA DE SISTEMATIZAÇÃO DO DEBATE
SOBRE FALTA DE ENGENHEIROS NO BRASIL**

135

CAPÍTULO 5

**FORMAÇÃO E CARREIRA EM MATEMÁTICA: CONEXÕES COM A
PROBLEMÁTICA DA MELHORIA DO ENSINO MÉDIO NO BRASIL**

163

CAPÍTULO 1

EVOLUÇÃO DA FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS E PROFISSIONAIS TÉCNICO-CIENTÍFICOS NO BRASIL ENTRE 2000 E 2012 *

DIVONZIR ARTHUR GUSO **

PAULO A. MEYER M. NASCIMENTO ***

* Uma versão deste capítulo foi também publicada como Texto para Discussão do Ipea. Os autores agradecem a Célio da Cunha, Paulo Roberto Corbucci e Rafael Henrique Moraes Pereira pelos comentários e sugestões feitos a versões anteriores que motivaram este texto; a Bruno César Araújo e Mauro Oddo Nogueira, por seus pareceres a este texto; a Roberto Lobo, Martin Carnoy, Luiz Claudio Costa e Fernanda De Negri, por debaterem os resultados deste e de outros dois textos durante um seminário organizado pelo Ipea; a colegas do Ipea, por comentários gerais feitos durante um seminário interno; a Thiago Costa Araújo, por ajudar na preparação de alguns dados; e a Carlos Eduardo Moreno Sampaio, Claudia Griboski e suas respectivas equipes no Instituto de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), pelos dados do censo da educação superior e do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade) e pela presteza em esclarecer algumas dúvidas relacionadas a essas bases. Erros e omissões remanescentes são de exclusiva responsabilidade dos autores.

** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Sociais (Disoc) do Ipea.

*** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea e doutorando em Economia na Universidade Federal da Bahia (UFBA).

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 20 |
| 2. NICHOS DIFERENCIADOS DE FORMAÇÃO SUPERIOR | 21 |
| 3. TENDÊNCIAS DA FORMAÇÃO TERCIÁRIA NO BRASIL ENTRE 2000-2012, COM ÊNFASE EM CARREIRAS TÉCNICO-CIENTÍFICAS | 30 |
| 4. UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE A QUALIDADE DA FORMAÇÃO | 45 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 49 |
| REFERÊNCIAS | 50 |
| APÊNDICE A | 54 |
| APÊNDICE B | 59 |

1. INTRODUÇÃO

O debate a respeito do grau de suficiência ou da ocorrência real de escassez de profissionais qualificados em nível superior, em face das demandas por trabalho no recente ciclo de crescimento acelerado da economia, tende a repercutir, de imediato, sobre os aparatos de formação desses recursos humanos. Há quem suponha ser uma solução simples e evidente o aumento da capacidade de formação; assim como quem perceba que a natureza do aparente descompasso entre oferta e demanda envolve maior complexidade e requer soluções mais bem articuladas.

No centro das discussões acerca da disponibilidade de mão de obra qualificada no Brasil estão os profissionais de áreas técnico-científicas, especialmente engenheiros. Um conjunto de ensaios lançados no início de 2011 pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) reporta a evidência de que o percentual de pessoas graduadas na área de engenharia, produção e construção empregada em alguma ocupação típica de engenheiros e profissionais afins cresceu sistematicamente ao longo da década de 2000. No mesmo período, foi percebida ainda uma tendência ascendente dos salários desses profissionais em comparação com os de outros trabalhadores de nível superior em diversos setores da economia (Maciente e Nascimento, 2014; Menezes-Filho, 2012; Salerno et al., 2014). Esses dois fatos interpretados conjuntamente sugerem um aquecimento do mercado de trabalho de engenheiros, mas não em um ritmo nem em uma intensidade que permita abstrair uma falta de pessoas com as credenciais que lhes permitam atuar como tais (Gusso e Nascimento, 2011; Maciente e Araújo, 2011; Pereira e Araújo, 2011; Pompermayer et al., 2011).

A mesma publicação mostra que, a persistir o padrão atual de expansão da formação de engenheiros, arquitetos, tecnólogos e profissionais afins (ver lista completa dos cursos que compõem a área engenharia, produção e construção no apêndice A), a disponibilidade desses profissionais tende a não se colocar como um problema quantitativo – no sentido de corresponder numericamente ao aumento dos requerimentos da estrutura de emprego – e, mais, assim deve se manter pelo menos até 2020 para cenários de crescimento econômico em patamares de até 4% ao ano (a.a.). Se não é um problema de quantidade de egressos do ensino superior adentrando o mercado de trabalho, o que estaria, então, motivando as queixas recorrentes que têm ganhado as atenções de pesquisadores, gestores públicos, políticos, empresários e imprensa acerca de uma cada vez mais perigosa escassez de mão de obra qualificada?

Entre as hipóteses levantadas pelos pesquisadores do Ipea está a de que, a despeito dos crescentes níveis de conclusão de curso, os engenheiros, arquitetos e tecnólogos disponíveis não estariam atendendo a contento as competências e habilidades demandadas pelo mercado de trabalho. Em outras palavras, a qualidade da formação desses profissionais não seria satisfatória – frente ao que requererem os empregadores – e estaria entre as razões da percepção de escassez generalizada que se alastra no senso comum. Outro estudo, envolvendo pesquisadores do Ipea e da Universidade de São Paulo (USP) (Salerno et al., 2014), sugere que, especificamente no campo das engenharias, o que está no cerne da evocada escassez é, outrossim, um problema geracional: não faltam bacharéis em engenharia, mas tornou-se relativamente mais escasso o engenheiro em meio de carreira, com experiência suficiente para assumir funções de supervisão e gerência – uma consequência atual do fato de as engenharias terem se tornado cursos e carreiras pouco atraentes na maior parte das décadas de 1980 e 1990, quando o Brasil pouco crescia e a profissão estava em baixa. Em outras palavras, o incremento de conclusões de curso nesse período teria sido menor do que o desejável (mesmo que isso não tenha sido percebido à época), e apenas hoje provoca este efeito diferido. Além disso, mesmo os que ainda assim optaram por cursos

de engenharia nesse período acabaram se empregando, em grande medida, em ocupações tidas como não típicas das engenharias (ver, a esse respeito, Salerno et al., 2014).

Justamente por isso, não se pode subestimar o fato de que a formação superior, especialmente em áreas como a de engenharia e áreas tecnológicas contíguas, requer um entorno institucional e pedagógico complexo, bem como infraestruturas adequadas. Não menos importante, requer ainda uma forte interação entre a formação técnico-profissional e a produção e disseminação de ciência e tecnologia. Isso demanda, sobretudo, tempo e amadurecimento das iniciativas. Daí ser pertinente olhar com cuidado o cenário em que tais processos formativos vêm se dando, como propõe o presente trabalho.

Este capítulo analisa a evolução da educação terciária no Brasil de 2000 a 2012, com foco particularmente nas duas das grandes áreas que concentram formação de profissionais técnico-científicos em nível superior: *ciências, matemática e computação (CMC)* e *engenharia, produção e construção (EPC)*. Para tanto, está dividido em seis seções.

A seção por vir salienta as nuances que caracterizam as instituições de ensino superior (IES) brasileiras, recorrendo a uma tipologia que será utilizada para diferenciá-las no restante do trabalho. O ponto de partida são as denominações formalizadas em lei, às quais é acrescido o estrato mais elevado de uma taxonomia proposta a partir das diferenciações aplicadas pela Carnegie Foundation, as mais difundidas em comparações internacionais de sistemas de ensino superior. Nas duas seções seguintes intenta-se sumarizar uma visão panorâmica das dimensões e da evolução recente dessas estruturas de educação superior e como elas contribuem para engendrar os quadros técnico-científicos de que o país necessita. Na quinta seção dá-se maior relevo à formação do contingente de graduados na área das engenharias, para, em seguida, abordar, na medida dos dados mais imediatamente disponíveis, dimensões da questão da qualidade dessa graduação. A última seção traz as considerações finais.

2. NICHOS DIFERENCIADOS DE FORMAÇÃO SUPERIOR

O tema desta seção pode ser introduzido com a imagem do “nome da rosa”.⁴ Pensamos saber o que é alguma coisa quando empregamos seu nome. É assim quando um jovem se encontra num estágio avançado de formação (para além da básica) e se diz, coloquialmente, que “ele está na universidade!”.

No entanto, pode suceder que, de fato, esteja frequentando um curso de graduação, porém não necessariamente numa área de conhecimento e aplicação mais complexa e sob padrões de qualidade característicos de uma instituição que realmente mereça o nome de “universidade”.⁵ Então aquela expressão está sendo usada além de seu campo semântico próprio e estará, ao cabo, obscurecendo o significado da situação mencionada e as diferenças essenciais entre os vários tipos de formação superior e entre instituições que proporcionam estudos em nível posterior ao do ensino secundário.

4 Umberto Eco (2005, p. 193) conta: “(...) escolhi esse título com a finalidade de deixar o leitor livre: A rosa é uma imagem tão rica de significados que, a esta altura, não tem significado algum”.

5 Seguindo a Classificação Internacional Uniforme de Educação (ISCED, na sigla em inglês, mais difundida), nomenclatura do Instituto de Estatística da Unesco, emprega-se, em especial na Europa, o termo geral educação terciária; e se tornou usual distinguir as *research universities* como as que integram ensino e pesquisa. Ver o site da League of European Research Universities: <<http://www.leru.org/index.php/public/home/>>.

À formação nas áreas de engenharia, produção e construção (EPC) e de ciências, matemática e computação (CMC), nas quais aqui nos concentraremos, se atribuem estas características de maior complexidade e de padrões de qualidade mais apurados. A experiência internacional mostra que, à vista dos seus objetivos de aprendizagem e aquisição de competências, requer ser desenvolvida preferentemente em instituições a que, de modo mais estrito, chamamos de universidade ou, em alguns casos, em instituições de educação tecnológica superior especializadas (Chubin, May e Babco, 2005; OCDE, 2011).

Isto posto, faz-se necessário observar, preliminarmente, o cenário institucional em que se inserem as oportunidades de formação nessas áreas.

2.1 Os diferentes tipos de percurso acadêmico e de IES previstos pela legislação brasileira

A educação superior brasileira adentra o século XXI com uma estrutura de cursos, currículos e instituições ainda em processo de acomodação às inovações trazidas pela atual Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB – Lei nº 9.394/1996), vigente desde 1996, e suas posteriores regulamentações.

No que concerne a cursos, as inovações trazidas remetem à criação de novos tipos e à mudança do perfil de alguns já existentes. O que se vê, a partir da LDB, é um intenso processo de diversificação de cursos, de diferentes durações e titulações, ocorrendo em paralelo a um processo de crescente expansão do ensino superior (Barbosa, 2012). Se, por um lado, essa tendência alarga o leque de opções de percurso escolar em nível terciário, por outro traz uma complexidade ao sistema que pode não ser de todo compreendida por quem deveria se beneficiar dessa diversificação, ou seja, o estudante.

No nível da pós-graduação, surgiram os mestrados profissionais (Neves, 2003). Os mestrados profissionais, institucionalizados a partir de meados da década de 1990, representam uma inovação relativamente recente na pós-graduação brasileira. Advêm da necessidade de oferecer uma rota alternativa aos mestrados puramente acadêmicos, introduzindo uma perspectiva de formação mais aplicada (Fischer, 2005). Apesar disso, são, tais quais estes últimos, uma pós-graduação *stricto sensu* – em contraposição a cursos de especialização, MBAs e às residências em saúde, que são modalidades de pós-graduação *lato sensu*.

Fora do tradicional tripé de classificação de cursos de educação terciária (graduação, pós-graduação e extensão), passaram a existir os chamados cursos sequenciais, cuja regulamentação só adveio em fins da década de 1990 (Segenreich e Castanheira, 2009). Trata-se de cursos de nível superior com duração mais curta, podendo ser de formação específica (que conduz a um diploma) ou de complementação de estudos (que conduz a um certificado).

Por sua vez, os cursos superiores de tecnologia, que levam ao diploma de tecnólogo em um prazo médio de dois a quatro anos,⁶ já tinham previsão legal desde a Lei da Reforma Universitária de 1968 (Neves, 2003). A inovação, neste caso, está na inclusão deles entre os cursos de graduação, “com todas as prerrogativas de acesso aos níveis mais elevados da formação em nível superior” (Segenreich e Castanheira, 2009, p. 76) – o que significa dizer, inclusive, que diplomas em cursos superiores de tecnologia permitem acesso a cursos de pós-graduação *stricto sensu* (mestrados e doutorados).

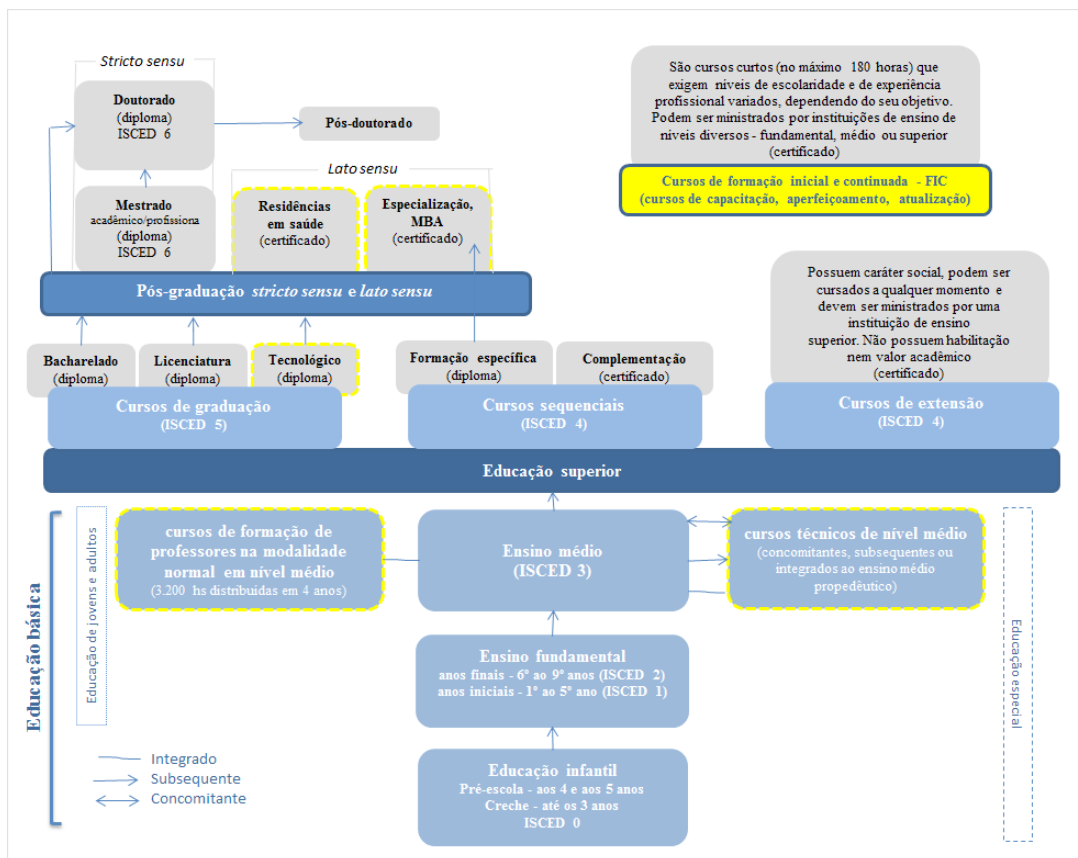
⁶ Neves (2003) fala em um prazo médio de 2 a 3 anos para a conclusão de cursos superiores de tecnologia. Pereira, Nascimento e Araújo (2013) estimam que, no caso dos cursos superiores de tecnologia da grande área de engenharia, produção e construção, o tempo médio de conclusão chega a 4 anos.

Favretto e Moretto (2013) mostram que, ao longo da década de 2000, o número de cursos superiores de tecnologia cresceu mais que o dos demais cursos de graduação. Entretanto, como destaca Barbosa (2012), os tecnólogos costumam encontrar oportunidades de emprego mais restritas, de menor remuneração e de menores níveis de responsabilidade do que os bacharéis.

Afora esses, ressalte-se a diversidade de cursos de formação inicial e continuada (FIC), cursos profissionalizantes de curta duração (máximo de 180 horas) previstos na LDB e no Decreto nº 5.154/2004. Exigem níveis bem variados de escolaridade e de experiência profissional, dependendo de qual seja seu objetivo. Há desde cursos FIC que não demandam nenhuma escolaridade mínima até outros que exigem formação superior. É comum serem denominados de cursos de capacitação, de atualização ou de aperfeiçoamento. A rigor, cursos de especialização (pós-graduação lato sensu) também são cursos FIC. Assim como os cursos técnicos de nível médio e os cursos superiores de tecnologia, integram a modalidade de educação profissional e tecnológica.

A figura 1 resume os variados tipos de percurso acadêmico previstos pela legislação brasileira, da educação infantil ao pós-doutorado.

FIGURA 1 - Estruturas dos diferentes percursos acadêmicos na educação brasileira



Fontes: LDB (Brasil, 1996); OCDE (2013); Araújo (2008).

Elaboração dos autores.

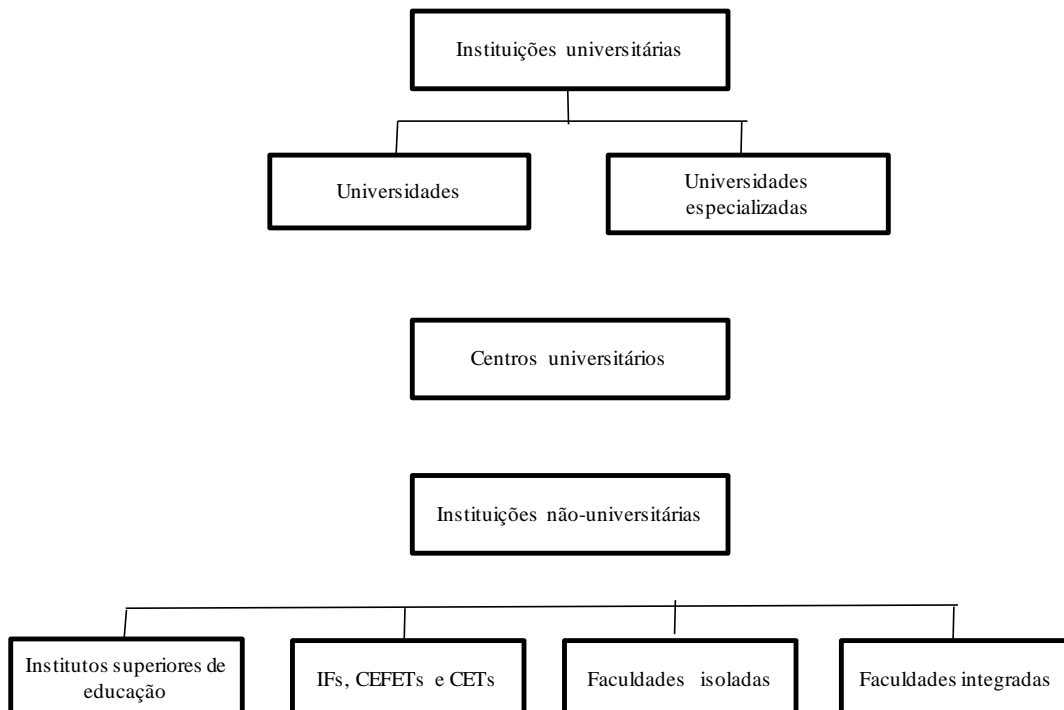
Obs.:

1. Traçado ou preenchimento da forma na cor amarela indicam percursos associados à modalidade de educação profissional e tecnológica (previstos nos Artigos 36 e 39 a 41 da LDB/1996, regulamentados pelo Decreto nº 5.154/2004).
2. Embora possam também ser por vezes associados à modalidade de educação profissional e tecnológica, os cursos de pós-graduação stricto sensu (mestrado e doutorado) não foram identificados como tais por terem, em sua maioria, caráter acadêmico.
3. A rigor, pós-doutorado não é uma modalidade de pós-graduação. Trata-se, isto sim, de um estágio de pesquisa a que eventualmente podem se submeter pessoas portadoras de título de doutor.
4. Cursos de extensão podem, por vezes, assumir características de cursos de formação inicial e continuada (FIC) e apresentar um viés mais voltado a alguma prática profissional. Assim, em alguns momentos há cursos ministrados por instituições de ensino superior que podem se configurar simultaneamente como cursos FIC e como cursos de extensão, conquanto não sejam sinônimas estas duas categorias.
5. Residências em saúde incluem as residências médicas e as residências multiprofissionais e em área profissional da saúde. Os tipos de residência em saúde estão disponíveis em: <<http://goo.gl/14SL2F>>. Acesso em: 25 nov. 2013
6. Sobre a classificação internacional uniforme de educação (ISCED), consultar <<http://www.uis.unesco.org/Education/Pages/international-standard-classification-of-education.aspx>> (acesso em 3 abr. 2014).

No que tange às instituições, a legislação vigente permite a atuação de diferentes tipos na oferta de ensino superior. A primeira diferenciação, mais tangível e preexistente, se dá pela natureza administrativa, que pode ser pública ou privada. As públicas são aquelas mantidas pelo poder público, sendo federais, estaduais ou municipais. As instituições privadas dividem-se em particulares, comunitárias, confessionais ou filantrópicas, incidindo para cada uma delas diferentes regimes tributários. A segunda diferenciação é por organização acadêmica, e esta tem ensejado uma diversificação muito mais pronunciada de IES. Tal qual enumeram Nunes, Carvalho e Albrecht (2009), são elas: i) faculdades, escolas e institutos; ii) centros universitários; iii) faculdades integradas; iv) centros tecnológicos; e v) universidades. Neves (2003) esquematiza bem em uma figura a hierarquia das IES brasileiras por formas de organização acadêmica (conforme a figura 2). Usando-se esta nomenclatura formal e os dados de 2010 extraídos do Censo da Educação Superior, o sistema pode ser descrito por quase duas centenas de universidades, 126 centros universitários, 2 mil faculdades e 37 institutos e centros de educação tecnológica.⁷

7. Atenção redobrada deve ser dada às mudanças e à vigorosa expansão dessa categoria decorrentes da implementação do Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego Institucional (PRONATEC), que deverá colocar em funcionamento mais 134 estabelecimentos federais da categoria.

FIGURA 2 - Formas de organização acadêmica das IES brasileiras



Fonte: Adaptado de Neves (2003).

Deve ser lembrado que, ao final dos anos 1960, quando se fez uma grande reforma no ensino superior,⁸ idealizou-se que a universidade seria o modelo nuclear de instituição no sistema brasileiro; e se fez um considerável esforço para que as universidades federais e as do sistema paulista de universidades concretizassem este propósito. Nem todas, apesar do nome, se desenvolveram como o idealizado, integrando, numa mesma estrutura, as funções de ensino, pesquisa e extensão. A formação pós-graduada e a indissociabilidade ensino-pesquisa foram se consolidando em apenas algumas das instituições. Num certo momento, vários conglomerados de escolas profissionais superiores – tipicamente no setor privado – pleitearam e obtiveram o título e as prerrogativas de universidades, mesmo restringindo-se à mera formação profissional e com baixo ativismo em pesquisa científica e tecnológica. Numerosas outras entidades conformaram-se em não exibir aquela denominação, limitando-se a figurar como centros universitários ou faculdades isoladas.

Há poucas diferenças formais entre as universidades e os centros universitários. O Decreto nº 5.786/2006⁹ abrigou parte destas entidades optantes por não exibir a denominação de universidades; elas também são “instituições de ensino superior pluricurriculares”. Porém, desde logo – nessa definição legal – se reconhece que elas se “caracterizam pela excelência do ensino oferecido, pela qualificação do seu corpo docente e pelas condições de trabalho acadêmico oferecidas à comunidade”. Tomam o nome de centros universitários e se lhes exige dedicação integral para apenas um quinto de seus quadros docentes, mantido o patamar de um terço para a titulação pós-graduada stricto sensu. Em outros termos,

8 A já mencionada reforma universitária de 1968.

9 Dispõe sobre os centros universitários.

também são agrupamentos de escolas profissionais superiores não necessariamente comprometidas com o binômio ensino-pesquisa e ostentam padrões de qualidade também muito variados.¹⁰

Na visão de Neves (2003), a ideia subjacente a todas essas diferenciações passa pela necessidade de responder às transformações vivenciadas em nível internacional, em que o modelo clássico de educação superior fundado em instituições de excelência destinadas à formação das elites e à produção de conhecimento científico e desenvolvimento cultural em geral (as universidades) dá lugar a um modelo de educação pós-secundária ou terciária bastante ampla e diversificada. Não obstante, tal como questiona a própria autora citada, as inovações introduzidas pela legislação evoluíram de fato para um sistema diferenciado, no qual se percebe uma multiplicidade de instituições com perfis organizacionais e vocações acadêmicas distintas.¹¹

A seu ver, "as alterações legais e as novas alternativas abertas, destituídas de programas de fomento pertinentemente implementados, arriscam frustrarem-se pela resistência do sistema e/ou pela sua deturpação" (Neves, 2003, p. 42). Sem embargo a tal argumento, a nosso ver, contudo, ao consagrar critérios formalistas (quicá mais destinados a acomodar conveniências políticas do que a responder a tendências mundiais), a legislação brasileira põe ênfase em características acessórias¹² para diferenciar os variados tipos de organização acadêmica. E com isso, não permite de pronto distinguir aquelas que, efetivamente, integram ensino, pesquisa e extensão e realmente proporcionam recursos e competências institucionais que têm a ver com o nível de complexidade e os padrões de qualidade da formação educativa, com sua inserção nos sistemas de produção e disseminação de ciência e tecnologia e, não menos importante, com as oportunidades de inserção dos seus concluintes na sociedade e nos mercados de trabalho.

Sem entrar detalhadamente na discussão dos possíveis entraves institucionais e/ou culturais a uma efetiva transformação do sistema de ensino superior brasileiro em um modelo mais diversificado, flexível e próximo das tendências globais, é possível que tamanha proliferação de tipos de instituição e de cursos se reflita na qualidade da educação ofertada. E que sejam essas diferenças de resultado o que percebe a sociedade em geral – não as idiosincrasias dos formalismos legais.

Depreender-se-ia, então, que as diversas ramificações institucionais previstas pela legislação brasileira constituem-se em uma diferenciação meramente pró-forma, e não efetiva? Não, pois não se nega aqui o papel que uma maior diferenciação das IES desempenha na consolidação de um sistema de educação pós-secundária ou terciário mais amplo e segmentado do que a tradicional educação superior fundada nas universidades como modelo nuclear. Questiona-se, em verdade, a confusão que tal proliferação de nomenclaturas tende a ensejar, levando o senso comum a confundir todas elas com uma única e idealizada rosa, qual seja, a universidade.¹³ Ao fim e ao cabo, os centros universitários e as instituições não universitárias (faculdades isoladas, escolas e institutos, faculdades integradas e centros de educação tecnológica) são, todas elas, instituições de educação terciária, e sob tal roupagem poderiam todas ser apresentadas.

10 Como, aliás, evidenciam as avaliações promovidas pelo INEP.

11 As confusões geradas por tantos tipos diferentes de cursos e de IES desprovidos de identidade acadêmica precisa não é privilégio do Brasil: a título de exemplo, Silva (2012) aponta esse mesmo problema em relação à Colômbia, onde a falta de clareza sobre as diferentes ofertas educativas e os diversos tipos de instituições também realça as assimetrias de mercado do ensino superior.

12 Por exemplo, a proporção de docentes com titulação de mestre/doutor em lugar das estruturas curriculares.

13 A própria expressão "centro universitário" contribui para essa confusão.

2.2 A tipologia Steiner

Para além de uma classificação fundada na natureza administrativa e na organização acadêmica das IES, é possível conceber uma configuração alternativa de tipo de instituição, mais próxima de taxonomias de sistemas de ensino superior utilizadas em comparações internacionais e baseadas em critérios mais enfocados em resultados do que em formalismos legais. Como destacam Nunes, Carvalho e Albrecht (2009), atualmente a classificação mais utilizada sob tal perspectiva é a da Carnegie Foundation.¹⁴ Por esse critério, as IES são separadas em cinco categorias distintas, de acordo com o tipo de diploma oferecido (bacharelado ou associate degree), com que intensidade titula mestres e doutores e quais as áreas de concentração dos diplomas oferecidos (apud Nunes, Carvalho e Albrecht, 2009): i) instituições de doutorado; ii) universidades e faculdades de mestrado; iii) faculdades de bacharelado; iv) instituições especializadas; e v) faculdades e universidades tribais.

Não se trata, pois, de um critério de ranqueamento das IES, e sim de uma tipologia alternativa àquela baseada na natureza administrativa e na organização acadêmica.

Há alguns anos, o ex-diretor do Instituto de Altos Estudos da Universidade de São Paulo, João Steiner, buscou adaptar a classificação da Carnegie Foundation à realidade brasileira (Gusso, 2008; Nunes, Carvalho e Albrecht, 2009). Sua classificação compreendia três diferentes estratos, enumerados no quadro 1, onde também é detalhada com algum pormenor o primeiro deles, correspondente mais acuradamente ao que americanos e europeus chamam de *research universities*.

14 Disponível em: <<http://classifications.carnegiefoundation.org/>>. Ver, também, as propostas da League of European Research Universities (Leru), em: <<http://www.leru.org/index.php/public/home/>>.

QUADRO 1 - Diferenciação de instituições de ensino superior segundo concentração em pesquisa e oferta de pós-graduação

Estrato 1: universidades de pesquisa e doutorado – oferecem, tipicamente, uma ampla gama de programas de bacharelado, e estão comprometidas com o ensino de pós-graduação (até o doutorado). Estas IES se dividem nas subclasses a seguir.

1.1 Universidades de pesquisa e doutorado diversificadas (DrDiv), que oferecem, pelo menos, 25 programas de doutorado em, no mínimo, seis grandes áreas do conhecimento, e formaram ao menos 150 doutores/ano no período considerado.

1.2 Universidades de pesquisa e doutorado intermediárias (DrInt), que oferecem, pelo menos, dez programas de doutorado em, no mínimo, duas grandes áreas do conhecimento, e formaram ao menos cinquenta doutores/ano no período considerado.

1.3 Universidades de pesquisa e doutorado restritas (DrRes), que formaram, pelo menos, dez doutores/ano em, no mínimo, três programas, ou formaram pelo menos vinte doutores/ano no total.

1.4 Instituições de pesquisa e de doutorado especializadas (DrEsp), as quais oferecem programas de doutorado, mas concedem diplomas de graduação em uma única área do conhecimento, ou não ofertam graduação e formaram, pelo menos, vinte doutores/ano no período considerado.

Estrato 2: universidades de mestrado – oferecem, tipicamente, uma vasta gama de programas de bacharelado, e estão comprometidas com o ensino de pós-graduação até o mestrado.

Estrato 3: instituições de graduação – oferecem ensino de graduação.

Fonte: Steiner (2005; 2006).

Elaboração dos autores.

Obs.:

1. Versão expandida deste quadro pode ser encontrada em Gusso (2008).

2: Ver no Apêndice B a relação completa de IES do Estrato 1 identificadas em Steiner (2005; 2006).

Usando dados de 2003 para classificar as IES brasileiras nesses três estratos, Steiner (2005; 2006) encontra 45 IES no estrato 1, 73 no estrato 2 e 1.554 no estrato 3. Das 45 IES do estrato 1, 36 são públicas e nove privadas¹⁵ – uma relação de quatro para uma, portanto.

2.3 A classificação ora utilizada

A classificação utilizada doravante para as IES brasileiras conjuga as nomenclaturas oficiais com a taxonomia proposta por Steiner. Entretanto, a fim de simplificar a complicada teia institucional emergida da LDB de 1996, limitar-se-á a tratar em separado as universidades, agregando todas as demais em um conjunto batizado de IES de educação terciária. Essas duas

15 Ver relação completa no apêndice B. Das nove IES privadas, apenas uma é particular, isto é, com fins lucrativos. Todas as demais são comunitárias, confessionais ou filantrópicas. Mesmo a única particular do grupo era instituição filantrópica até 2003 – ano que coincide com o de coleta dos dados por Steiner –, quando perdeu esse status.

categorias (universidades versus IES de educação terciária) serão, cada qual, subdividida em públicas e em privadas. Afinal, a mera agregação de quatro formas de organização acadêmica em uma única categoria, ainda que capaz de melhor defini-las, não elimina as significativas diferenças presentes no Brasil entre os sistemas público e privado de educação superior. Reduz-se, porém, de dez (cinco diferentes tipos de organização acadêmica, cada uma delas associadas à natureza jurídica pública ou privada) para quatro os tipos de IES.

Ao lado das categorias universidades e IES de educação terciária (com a devida subdivisão entre públicas e privadas), será acrescentada a categoria universidades de pesquisa e doutorado. Trata-se, pois, de adicionar uma terceira categoria em separado, formada, como visto, majoritariamente (mas não exclusivamente) por universidades públicas. Com essa estratégia, dois objetivos são intentados.

Em primeiro lugar, busca-se agregar informação que transcende as dicotomias universidades versus IES de educação terciária e público versus privado. Afinal, a classificação de Steiner, ao ter por foco alguns indicadores de resultado, comporta sob um mesmo estrato universidades e não-universidades,¹⁶ bem como instituições públicas e instituições privadas.¹⁷

Ao lado disso, procura-se testar se a evolução dos indicadores adotados difere para a “nata do creme” (as universidades de pesquisa e doutorado da tipologia Steiner)¹⁸ em relação a conjuntos mais heterogêneos de IES. Este segundo objetivo é também a razão pela qual apenas o primeiro dos três estratos da classificação de Steiner foi utilizado para criar uma categoria adicional de IES nas próximas seções.

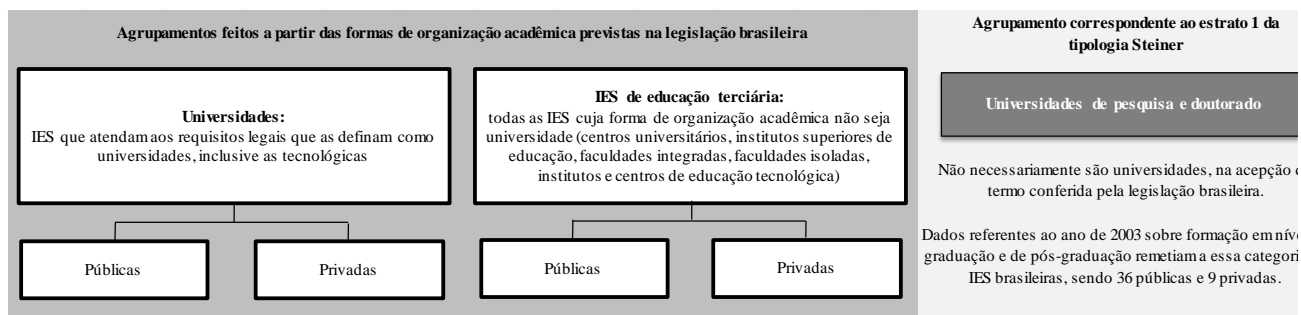
A figura 3 sumariza as cinco categorias de IES que aparecem nos gráficos que adiante reportam dados por instituição.

16 Por exemplo, no estrato 1 podem ser encontrados o Instituto Tecnológico da Aeronáutica (ITA), a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), a Fundação Getúlio Vargas de São Paulo (FGV/SP), o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e a Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (FCMSCSP) – nenhuma dessas instituições atendem aos critérios da legislação brasileira para ostentarem o título de universidades. Algumas das IES deste estrato nem sequer dispõem de cursos de graduação. São estes os casos da Fiocruz, do INPA e do INPE.

17 Por exemplo, no estrato 1 estão presentes nove IES privadas: as unidades da Pontifícia Universidade Católica (PUC) de São Paulo, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Campinas, além da Universidade do Vale dos Sinos (Unisinos), da Universidade Metodista de São Paulo (Umesp), da FGV/SP, da FCMSCSP e da Universidade Gama Filho – ver siglas e relação completa no apêndice B. Ressalte-se, uma vez mais, que Steiner chegou a essa composição utilizando dados de 2003. Uma eventual atualização dessa lista possivelmente excluiria algumas dessas e incluiria outras tantas. Não era, contudo, objetivo deste trabalho esmiuçar as universidades de pesquisa e doutorado da tipologia Steiner, e é bem possível que uma atualização de sua composição, ainda que útil e desejável, não alterasse significativamente os indicadores gerais agregados de matrículas, ingressos, conclusões e outros apresentados ao longo deste texto.

18 Até por ser uma classificação fundada em alguns indicadores de resultado (embora outros que não os utilizados no decorrer do presente trabalho), parte-se aqui da premissa de que o estrato 1 da classificação de Steiner reúna as IES públicas e privadas de melhor qualidade. Na seção 4, quando qualidade é o foco da discussão, são também apresentados dados relacionados aos fluxos de conclusão de IES que Carnoy et al. (2013) consideram como de elite. O agrupamento de Carnoy et al. (2013) é fundado na percepção dos autores, não em indicadores, daí ser apresentado e utilizado apenas na seção em que qualidade é o tema central da discussão.

FIGURA 3 - Os diferentes agrupamentos das IES brasileiras utilizados neste capítulo



Elaboração dos autores.

Obs.: sobre os estratos da tipologia Steiner, ver quadro 1 e a seção 2.2 deste trabalho e consultar Steiner (2005, 2006) e Gusso (2008).

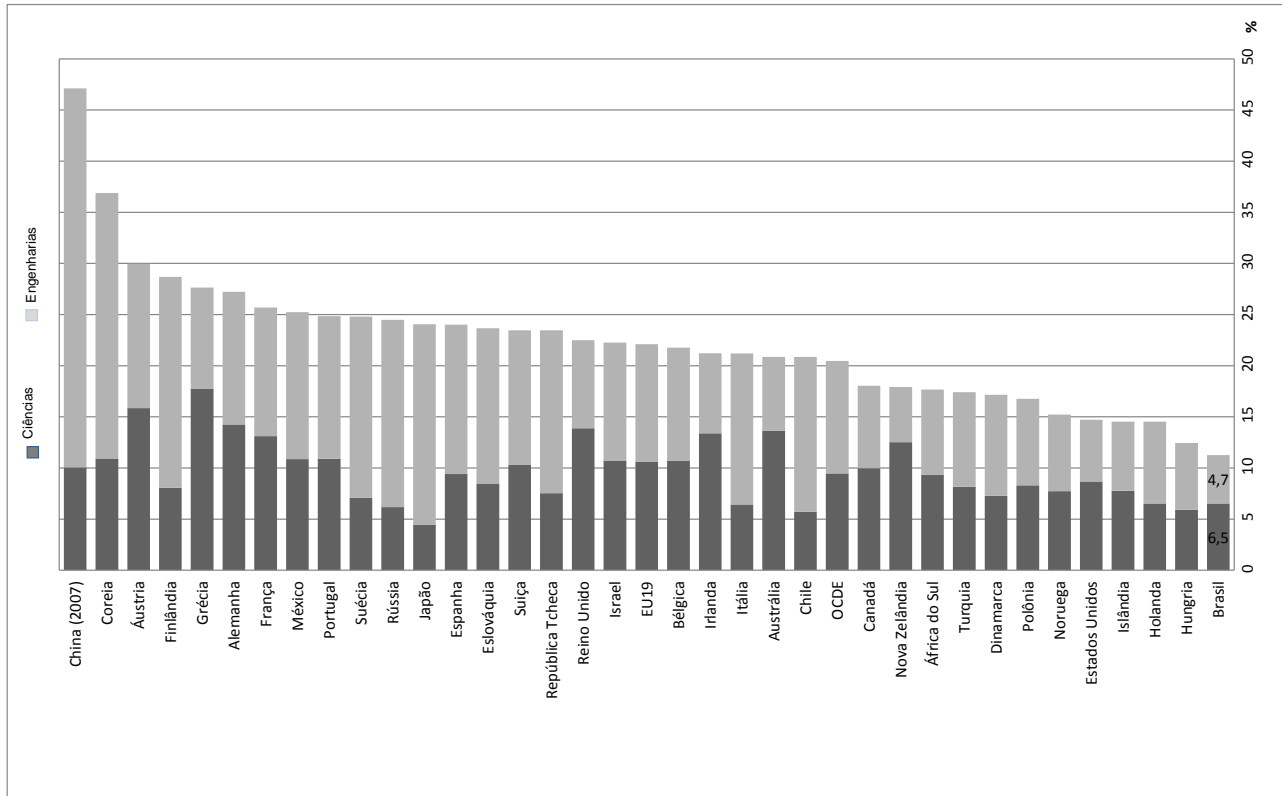
3. TENDÊNCIAS DA FORMAÇÃO TERCIÁRIA NO BRASIL ENTRE 2000-2012, COM ÊNFASE EM CARREIRAS TÉCNICO-CIENTÍFICAS

3.1 O Brasil forma poucos profissionais técnico-científicos de nível superior?

Entre os países de renda média e alta, o Brasil tem um dos mais baixos índices de escolaridade superior em todo o mundo, conforme ressalta Pacheco (2010). Apesar de o Plano Nacional de Educação (PNE) vigente para o período 2001-2010 ter como meta colocar no ensino superior 30% dos jovens brasileiros de 18 a 24 anos, o país fechou a primeira década do século XXI com tão-somente 14,4% da população nessa faixa etária matriculada em cursos superiores (em 2001, eram cerca de 9%, sempre segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD). O problema costuma ser apontado como mais crítico em áreas técnico-científicas, relacionadas a ciências, tecnologia, engenharias e matemática (CTEM), dada a histórica concentração do ensino superior brasileiro nas áreas de administração, direito e educação.

Em comparação com outros países, o Brasil realmente forma relativamente poucos profissionais de CTEM. O gráfico 1 abaixo mostra que, em uma vasta lista de países de renda média e alta enumerados pela Organização para a Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE), o Brasil situava-se, em 2006, na derradeira posição em termos de conclusões de cursos de engenharias e ciências como proporção do total de formandos no ensino superior. Encontrava-se atrás, inclusive, de países com semelhante performance em termos de desenvolvimento humano, como Chile, México, Turquia e África do Sul.

GRÁFICO 1 - Concluintes de cursos de graduação em engenharias e em ciências como proporção do total de concluintes de cursos de graduação – Brasil, OCDE, União Europeia e países selecionados (2006) (Em %)



Fonte: OCDE (2009).

Como será mostrado a seguir, a situação ilustrada no gráfico 1 evidencia uma realidade advinda de um perfil da educação superior brasileira sistematicamente enviesado para as chamadas soft sciences (assim comumente referidas as ciências humanas e as ciências sociais), em detrimento das hard sciences (às quais costumam estar associados os campos da ciência, tecnologia, engenharia e matemática). Esse quadro, embora persistente, parece mudar parcialmente de contorno, quando são analisadas as tendências recentes de expansão do sistema no país.

3.2 Como têm evoluído os indicadores do ensino superior brasileiro para áreas técnico-científicas?

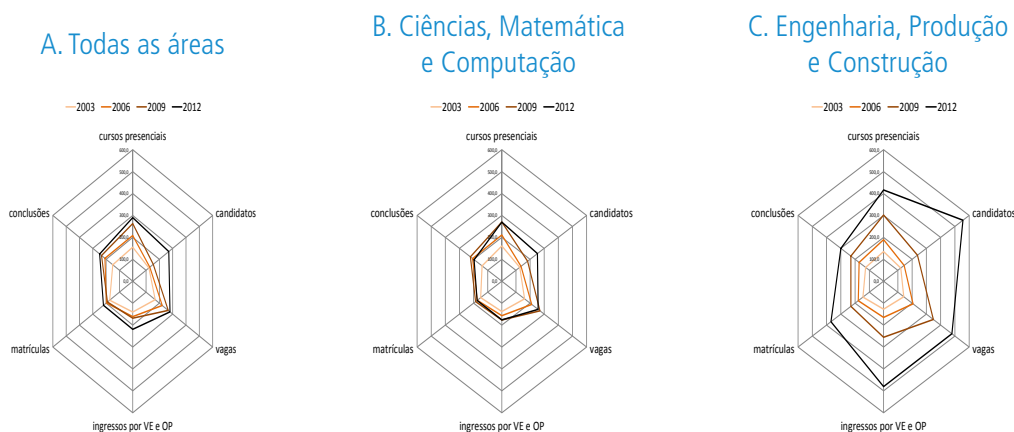
Por razões históricas, as áreas científicas e tecnológicas ocuparam posição secundária no sistema de educação superior brasileiro. Seja por fatores ligados a disponibilidades de recursos, seja por demandas específicas e idiosincrasias culturais, os cursos de direito, de administração, de pedagogia e os de licenciaturas para docência na educação básica constituíram, por muitos anos, as principais linhas de expansão do sistema. Esse viés repercute até os anos mais recentes: em 2011, um a cada dois matriculados em cursos de graduação no Brasil estavam estudando em cursos de uma dessas áreas, conforme dados do censo da educação superior daquele ano.

A partir de meados da década de 2000, no entanto, os cursos da área de engenharia, produção e construção têm experimentado forte expansão, ainda mais pronunciada do que a já marcante expansão do ensino superior brasileiro como um todo. Até 2009, a expansão da área se deu, principalmente, por meio da oferta de cursos. Embora todos os indicadores já crescessem proporcionalmente mais nessa área do que no conjunto do sistema, era o número de vagas em cursos de engenharia, produção e construção o que apresentava maior expansão no final da década de 2000. Já entre 2010 e 2012, acelerou-se de tal maneira a procura pelos cursos dessas áreas que a expansão da demanda então se mostra mais significativa do que a da oferta, ainda que esta também tenha continuado a ocorrer. Esse crescimento é puxado principalmente pelo maior interesse nos cursos de engenharia e foi tão marcante que, em 2011, pela primeira vez na história, houve mais calouros nas engenharias do que em direito.¹⁹ Por seu turno, os cursos da área de ciências, matemática e computação acompanham, aproximadamente, a tendência do conjunto de todas as áreas até 2009, para depois sofrer uma retração na maioria dos indicadores de oferta e de demanda.

A evolução dos principais indicadores de oferta e de demanda por cursos superiores no Brasil entre 2000 e 2012 é ilustrada no gráfico 2, para todo o ensino superior, para a grande área que concentra os cursos superiores de ciências (ciências, matemática e computação) e para a grande área que concentra a formação de engenheiros e profissionais afins (engenharia, produção e construção).

GRÁFICO 2 - Evolução de indicadores de oferta e de demanda por cursos superiores no Brasil (2003, 2006, 2009 e 2012)

(Em número-índice; ano-base = 2000)



Fonte: INEP/MEC, Censo da Educação Superior.

Elaboração dos autores.

Obs.: VE = vestibular; OP = outros processos seletivos.

¹⁹ Conforme noticiado pelos meios de comunicação após a divulgação oficial dos dados do Censo da Educação Superior 2011. Ver, por exemplo, reportagens disponíveis em <<http://www1.folha.uol.com.br/educacao/1262233-pela-primeira-vez-engenharia-tem-mais-calouros-do-que-direito.shtml>> e em <<http://g1.globo.com/bom-dia-brasil/noticia/2013/04/pela-primeira-vez-engenharia-recebe-mais-calouros-que-curso-de-direito.html>>. Acesso em 13/05/2013.

Entre 2000 e 2012, o número de ingressos em cursos superiores por vestibular e outros processos seletivos cresceu 120%, enquanto o número de conclusões cresceu 149%. Na grande área de engenharia, produção e construção, o avanço nesses dois indicadores no mesmo período foi, respectivamente, de 381% e de 200%.

A forte expansão dos ingressos nessa grande área reflete o substancial aumento de vagas e de candidatos na última década.²⁰ Em 2012, havia aproximadamente 5,6 vezes mais candidatos a processos seletivos de cursos dessa grande área do que havia em 2000, e 4,8 vezes mais vagas abertas. Embora o crescimento da procura pelos cursos de engenharia, produção e construção seja verificado ao longo de todo o período, o salto mais expressivo do número de candidatos ocorreu de 2010 para 2011, quando o número de candidatos inscritos nos processos seletivos dessa área cresceu 70,3%. Em 2012, já havia mais do que o dobro de candidatos a cursos de engenharia, produção e construção do que havia em 2009. Antes disso, esse indicador havia levado oito anos (de 2001 a 2009) para dobrar de tamanho. Nota-se, pois, que a atratividade dos cursos de engenharia tem se mostrado maior aos vestibulandos na virada da década.

A grande área de ciências, matemática e computação, que completa o conjunto de cursos de cunho técnico-científico, exibiu taxas de crescimento elevadas em seus indicadores de oferta, de demanda e de conclusão até 2009, ainda que apenas um pouco acima das taxas observadas para todo o sistema de educação superior brasileiro. Em 2010, todos os indicadores para essa grande área sofreram queda significativa, voltando a apresentar um viés de alta em 2011 e em 2012, mas ainda em níveis mais baixos que os de 2009. Essa estranha quebra, em 2010, para essa grande área mereceria um estudo à parte, quiçá qualitativo, podendo até mesmo ser resultado de alguma mudança na forma de coleta dos dados não informada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP).

Seria o massivo crescimento dos ingressos e das matrículas que vem sendo verificado na grande área de engenharia, produção e construção desde meados da década de 2000 suficiente para alterar de forma notória a posição do Brasil no indicador plotado no gráfico 1?²¹

O gráfico 3 sugere que este só será o caso se o intenso crescimento de ingressos e de matrículas nos cursos de engenharia, produção e construção transbordar, daqui a alguns anos, para as conclusões, e desde que o desempenho relativo dos cursos de ciências, matemática e computação não prossiga se deteriorando.²² O quadro atual indica que a formação na área de engenharia, produção e construção vem se expandindo de forma expressiva no Brasil, mas não a formação de pessoal de áreas técnico-científicas de nível superior como um todo.

20 Isso correspondeu a uma recuperação de demanda, em face do que se passou na década de 1990, quando, num período de generalizada expansão, a procura pela graduação em engenharias proporcionalmente se reduziu. Em 1990, aproximadamente 9,5% dos ingressos em cursos superiores no Brasil aconteciam na área de engenharia, produção e construção. Na virada para os anos 2000, essa proporção situava-se entre 6,8% e 7,5%, patamar em que permaneceu até meados da década, quando saltos expressivos começaram a ocorrer ano após ano. Em 2012, 16,4% dos ingressos em cursos superiores no Brasil ocorriam nessa área.

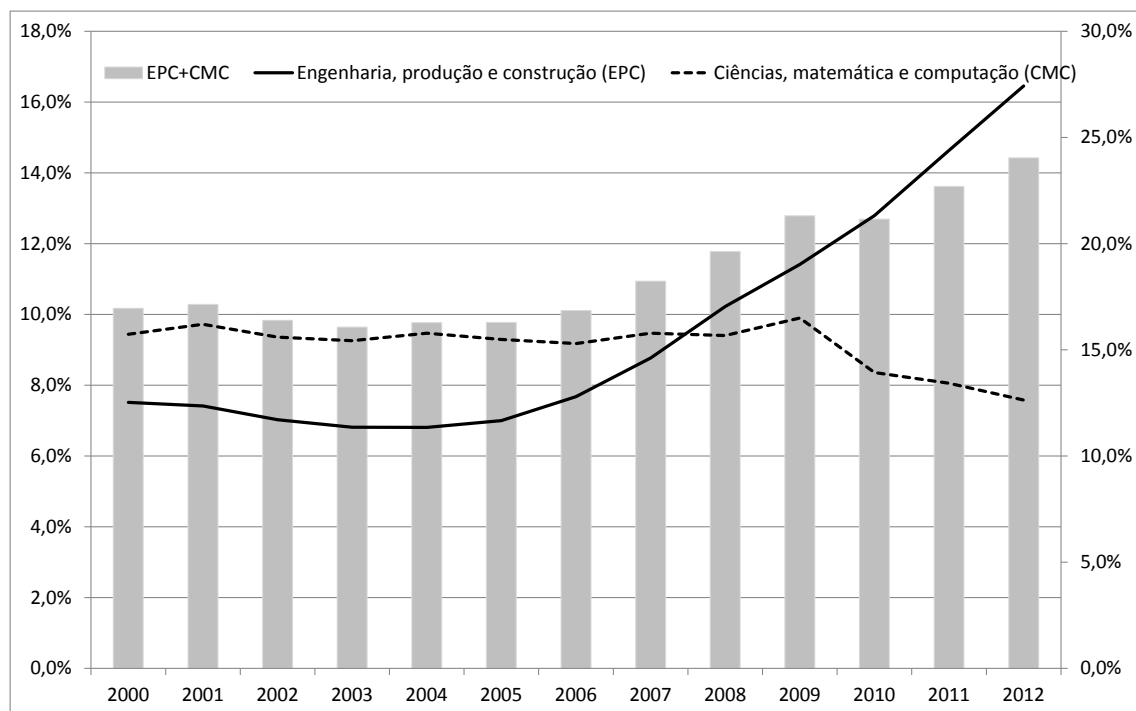
21 Ver seção anterior.

22 Ressalte-se que, mesmo com essa deterioração, em números absolutos a área de ciências, matemática e computação também vem crescendo, na maioria dos anos da análise.

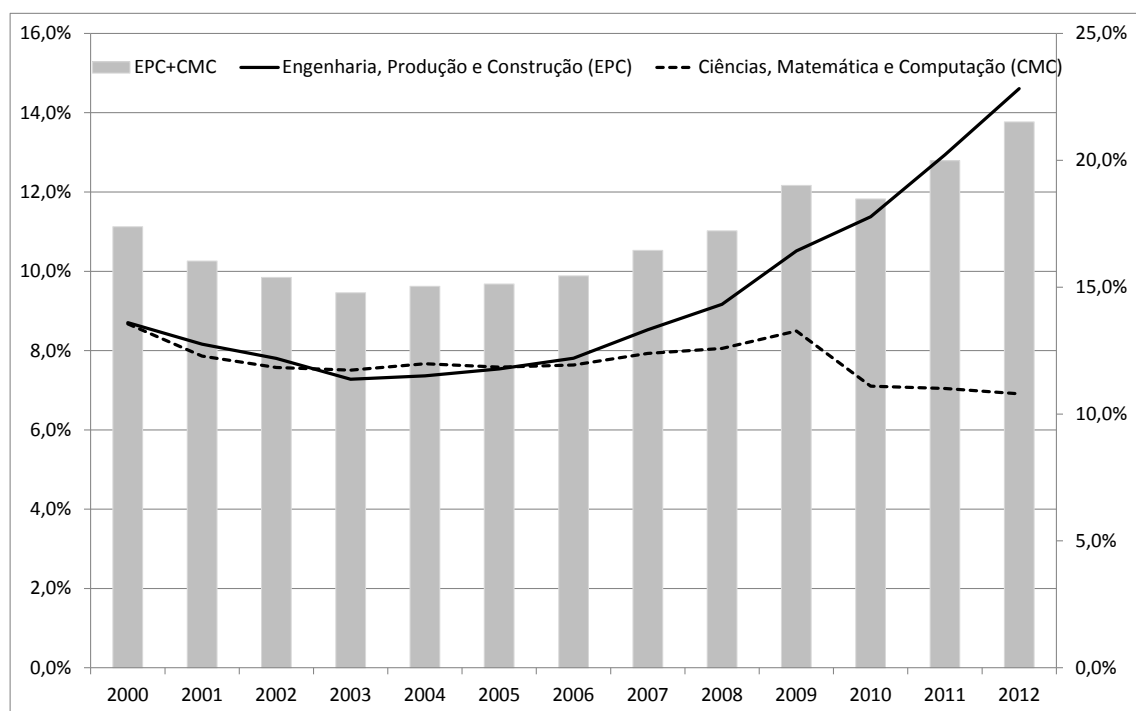
GRÁFICO 3

Número de ingressos, de matrículas e de conclusões das grandes áreas de engenharia, produção e construção e de ciências, matemática e computação em relação ao total observado no conjunto de todas as áreas – Brasil (2000-2012)

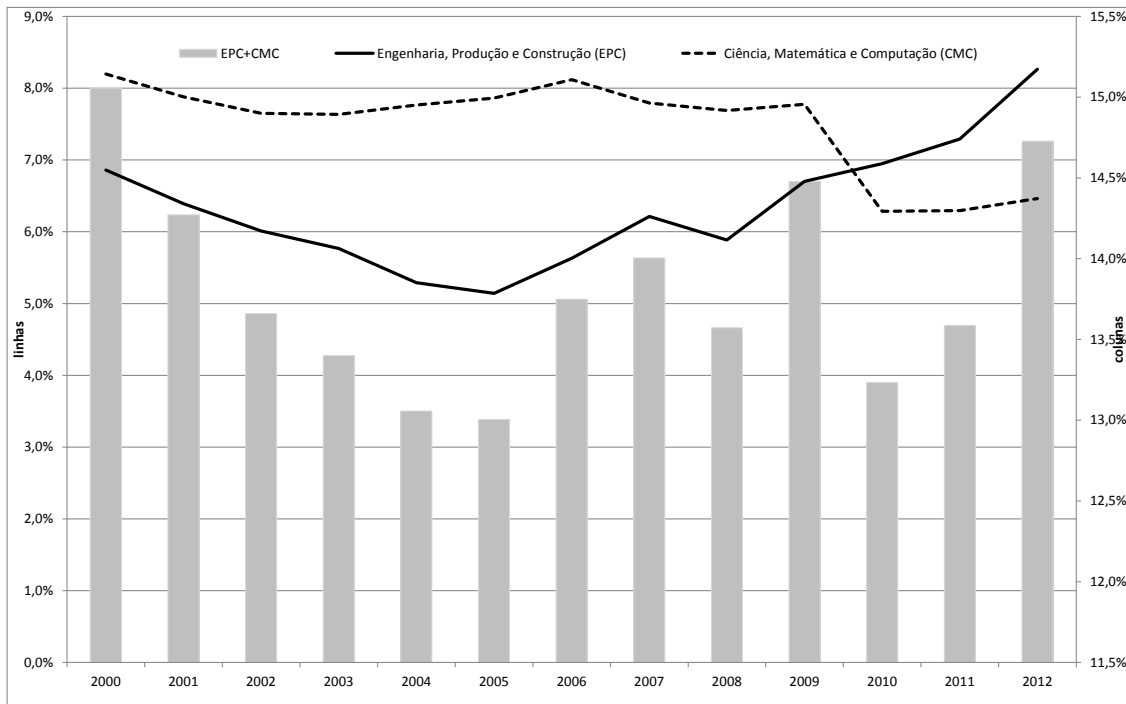
3A – Ingressos por vestibular e outros processos seletivos (como % do total em todas as áreas)



3B – Matrículas (como % do total em todas as áreas)



3C – Conclusões (como % do total em todas as áreas)



Fonte: INEP/MEC, Censo da Educação Superior.

Elaboração dos autores.

Obs.: o eixo à esquerda refere-se às linhas, enquanto o eixo à direita reporta os dados plotados nas colunas.

Pelo gráfico 3, percebe-se que o crescimento da participação dos cursos de engenharia, produção e construção no total de ingressos, de matrículas e de conclusões em cursos superiores no Brasil torna-se mais significativo a partir de 2006, sendo que o ritmo é particularmente intenso nos ingressos e nas matrículas. Já é maior a parcela de graduados nessa área do que na área de ciências, matemática e computação, mas a queda do desempenho relativo desta última faz com que, mesmo não usando dados perfeitamente comparáveis aos do gráfico 1, o gráfico 3C sugira que a posição relativa do Brasil na formação de engenheiros e cientistas poderá não ser muito melhor quando a OCDE atualizar suas comparações com dados mais recentes. Só deverá ser observado, nas conclusões, o mesmo nível de aceleração visualizados nos gráficos 3A e 3B quando os ingressantes dos últimos anos começarem a obter seus diplomas. Mesmo assim, isto dependerá de não haver uma reversão do quadro, com um crescimento da evasão no período.

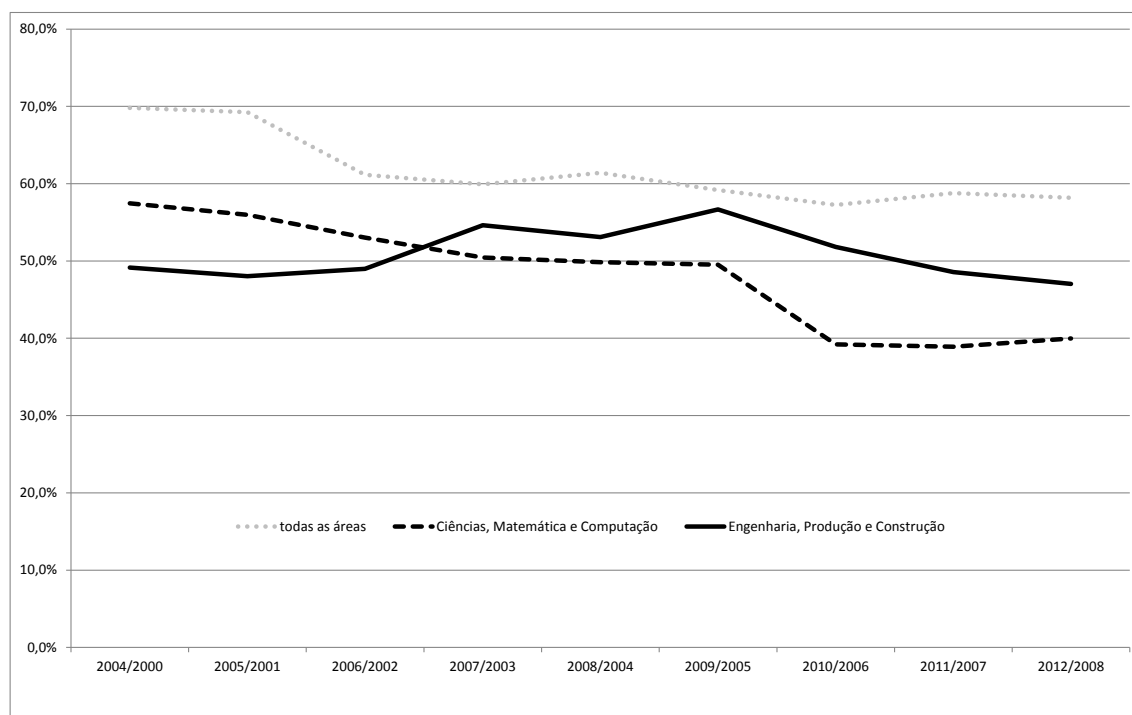
A evasão do ensino superior brasileiro ainda é um fenômeno pouco explorado pela literatura (Silva, 2013). Algumas tentativas de precisar a magnitude da evasão são encontradas, mas sempre é difícil de fazê-lo com os dados disponíveis. Silva Filho et al. (2007) buscam uma aproximação ao estimar as perdas ano a ano, a partir dos dados de matrícula, ingressos e conclusões.²³ Pereira, Nascimento e Araújo (2013) fazem também uma aproximação, para engenharia, produção e construção, ao calcularem um índice de titulação a partir da comparação entre os ingressos nos cursos, pelos processos

23 Ressalte-se, porém, que as mudanças na forma de coleta dos dados do Censo da Educação Superior, a partir de 2009, dificultam a forma de cálculo proposta em Silva Filho et al. (2007) – a despeito das vantagens que advieram do fato de que os dados desde então são informados em nível de estudante, não apenas de matrícula.

de seleção, num ano base, com as conclusões após seis anos, tempo que um estudante médio leva, nas estimativas dos autores, para concluir um bacharelado em cursos dessa área.

Para fins de simplificação, buscou-se calcular aqui um índice aproximado de titulação em cinco anos para cursos de engenharia, construção e produção e de ciências, matemática e computação, independentemente do grau de obtenção (tecnólogo ou bacharel). O gráfico 4 mostra a evolução desse índice.

GRÁFICO 4 - Índice aproximado de titulação em cinco anos nos cursos de graduação de todas as áreas, de EPC e de CMC – Brasil (2000-2012)



Fonte: INEP/MEC, Censo da Educação Superior.

Elaboração dos autores.

A despeito de ser apenas uma aproximação,²⁴ o índice plotado no gráfico 4 sugere que menos estudantes concluem em cinco anos cursos das duas áreas ora analisadas do que é observado para o conjunto do ensino superior brasileiro. A performance na área de engenharia, produção e construção era pior do que na área de ciências, matemática e computação em 2004, mas desde 2006 o quadro se inverte. Mesmo assim, embora viesse com aproveitamento crescente, a área que concentra as engenharias já apresenta um índice de titulação em cinco anos decrescente, tendo retornado a patamares inferiores a 50% desde 2011 – e preocupa que, no período, esse índice tenha caído quase 20% na área de ciências, matemática e computação e mais de 10% no conjunto de todas as áreas.

24 Além de não medir evasão, o dado plotado no gráfico 4 é apenas uma versão menos rigorosa do índice de titulação proposto por Pereira, Nascimento e Araújo (2013), pois agrupa cursos de bacharelado e de tecnologia. Nas estimativas dos autores citados, para a área de engenharia, produção e construção, os cursos de bacharelado levavam, entre 2000 e 2009, em média seis anos para serem concluídos no Brasil, enquanto os de tecnologia levavam quatro.

A evolução futura desse índice é incerta. A despeito das iniciativas governamentais recentes de promover áreas técnico-científicas,²⁵ é geralmente sabido que a demanda pelos cursos da área de engenharias tende a oscilar conforme a percepção das pessoas quanto ao desempenho dos setores produtivos (especialmente indústria e construção civil) da economia e, pois, quanto às perspectivas de empregabilidade na profissão. Entre 2004 e 2010, a economia brasileira cresceu a uma média de 4,4% a.a. e nesse período eram recorrentes as inserções na imprensa acerca de uma propalada necessidade crescente de engenheiros e de profissionais técnico-científicos de um modo geral (ver, a esse respeito, notícias veiculadas em: Folha de São Paulo (CONSTRUÇÃO..., 2010); Isto É (O RISCO..., 2011); O Estado de São Paulo (FALTA..., 2011); O Globo (FALTA..., 2008; EMPRESAS..., 2010)). Assim sendo, a transposição futura para o número de conclusões das tendências recentemente observadas no número de ingressos e de matrículas certamente dependerá de um bem-sucedido desempenho dos indicadores econômicos, particularmente dos setores que mais empregam esses profissionais. Do contrário, é possível que a evasão desses cursos cresça com intensidade semelhante à observada para o crescimento recente de sua procura.

Ressalte-se, ademais, que tanto os cursos de engenharia, produção e construção quanto muitos dos cursos de ciências, matemática e computação, mesmo já tendo atualmente oferta majoritariamente das redes privadas, têm uma participação maior, em relação a outras áreas, de oferta por IES públicas. Em muitas destas IES, as aulas se distribuem aleatoriamente nos três turnos (matutino, vespertino e noturno), inviabilizando, muitas vezes, que o estudante concilie estudo com trabalho. Além disso, são cursos que tendem a exigir mais tempo para estudo, notadamente nas etapas iniciais. Isto tudo pode contribuir para afastar estudantes que precisam estudar e trabalhar e/ou que só conseguem ingressar em escolas menos seletivas porém pagas. Adicione-se a isto o fraco desempenho, ainda que em vias de melhora, em matemática e ciências exibido pelos nossos jovens de 15 anos (portanto, futuros vestibulandos) nas provas do Programme for International Student Assessment (Pisa) aplicadas trienalmente desde 2000 (a respeito do desempenho brasileiro no Pisa, ver Soares e Nascimento, 2012). Como destaca Mont'Alvão (2011, p. 392), "o baixo rendimento interno do sistema escolar como um todo não consegue assegurar o acesso da maior parte da população que sai do nível primário aos níveis superiores, mostrando-se, assim, um sistema marcado por alto grau de seletividade". Estes são fatores que constroem não só as probabilidades de acesso, como também as de permanência dos estudantes e de conclusão dos cursos.

Continuando a haver crescimento da demanda por esses cursos, a oferta certamente responderá no mesmo patamar, pois, como se verá nos dados apresentados na próxima seção, o setor privado já não parece ter dificuldades em expandir com vigor sua oferta de cursos nessas áreas. No entanto, a manutenção de uma demanda aquecida por cursos superiores de áreas técnico-científicas dependerá do desempenho da economia ao longo do restante da década de 2011-2020, pois, como argumentado, prolongados períodos de baixo crescimento costumam reduzir a demanda por trabalho qualificado nessas áreas, refletindo, por conseguinte, na atratividade desses cursos. Ademais, um maior crescimento de uma força de trabalho efetivamente qualificada em áreas técnico-científicas tende a esbarrar também em deficiências carregadas pelos jovens desde a formação básica, reforçadas por uma formação terciária de baixa qualidade e, possivelmente, por questões culturais que valorizem mais a formação nas chamadas soft sciences (ciências humanas e sociais) em detrimento das chamadas hard sciences (ciências naturais, exatas e da terra).

.....
25 São exemplos disso os programas Ciências sem Fronteiras e o Pró-Engenharia. A respeito do primeiro, ver Castro et al. (2012). Sobre o Pró-Engenharia, ver Capes (2011).

3.3 Quais tipos de IES concentram a formação superior de pessoal técnico-científico?

Ao longo dos anos recentes, a oferta do ensino superior tem crescido tanto no setor público quanto no privado.

A expansão do ensino superior público tem sido puxada por duas vertentes: i) o programa de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), sobretudo com a criação de novas universidades federais e de novos campi das preexistentes, com foco principalmente na interiorização; ii) a remodelagem da rede federal de educação científica e tecnológica, com a transformação da maioria dos antigos centros federais de educação tecnológica em institutos federais de educação, ciência e tecnologia, com expansão da rede e ampliação do escopo de tais institutos, que passam paulatinamente a adentrar mais no ensino superior.

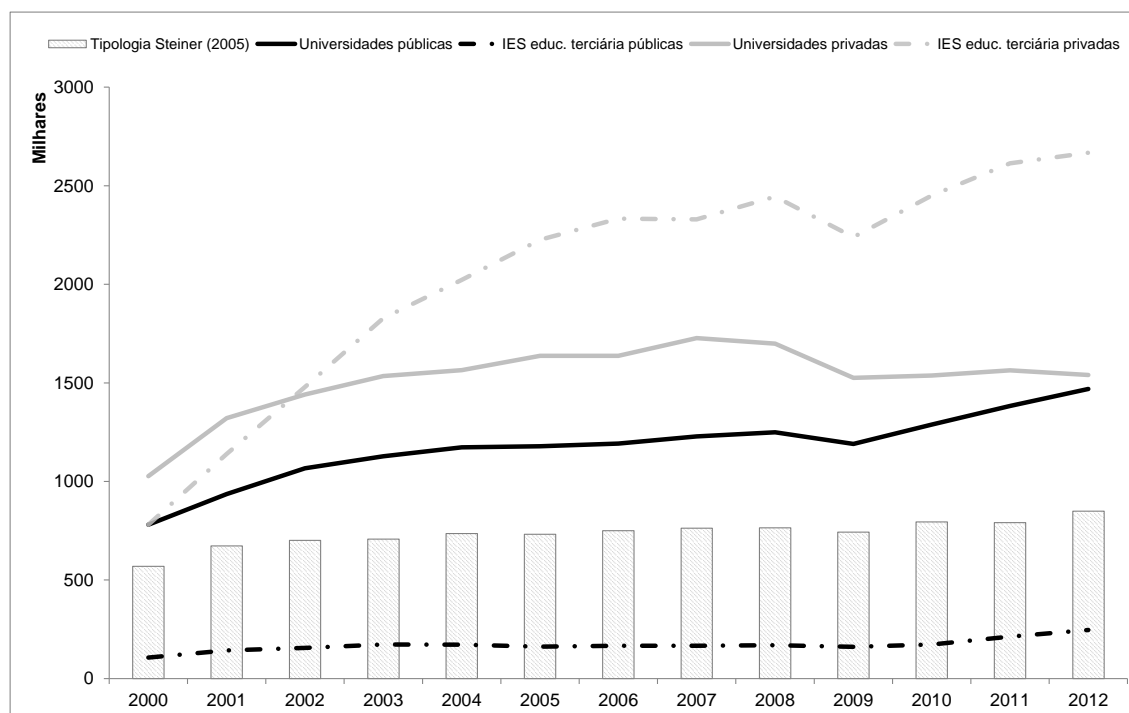
Porém, é a capacidade de oferta privada que é fortemente incrementada, quiçá estimulada pela elevação da renda das classes C e D, pela expansão do financiamento estudantil subsidiado (por meio do Fundo de Financiamento ao Estudante do Ensino Superior – Fies) e pela implantação do Programa Universidade para Todos (Prouni).

O gráfico 5 mostra a evolução do número de matrículas e de conclusões no conjunto do ensino superior brasileiro, por tipo de instituição.

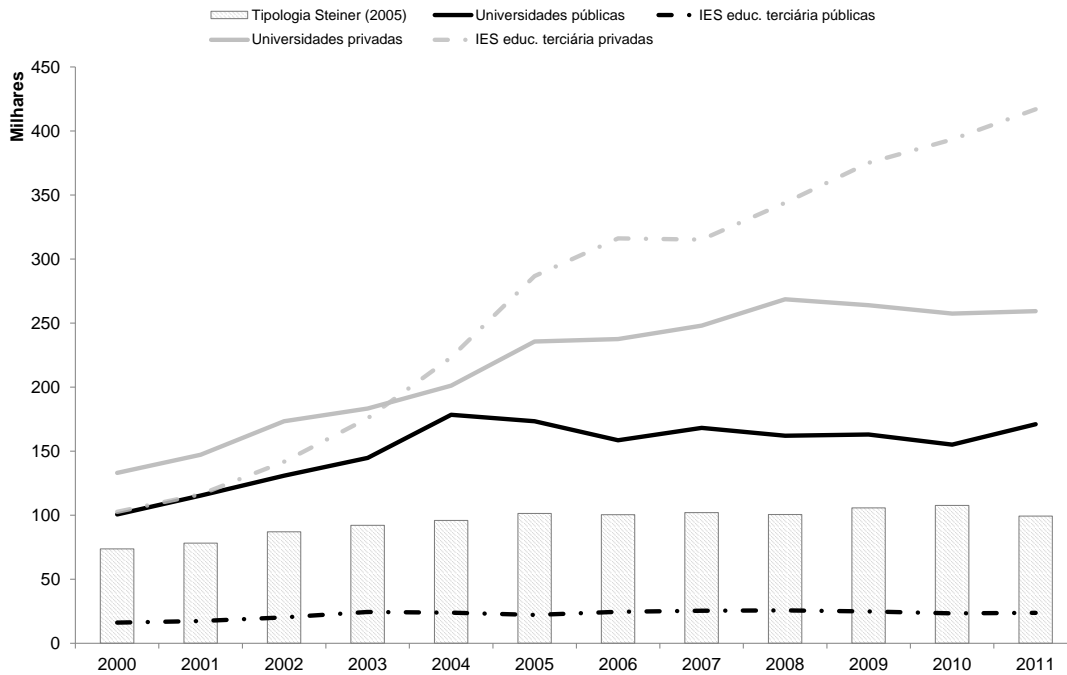
GRÁFICO 5

Evolução das matrículas e conclusões em cursos superiores no Brasil em todas as áreas (2000-2012)

5A – Matrículas



5B – Conclusões



Fonte: INEP/MEC, Censo da Educação Superior.

Elaboração dos autores.

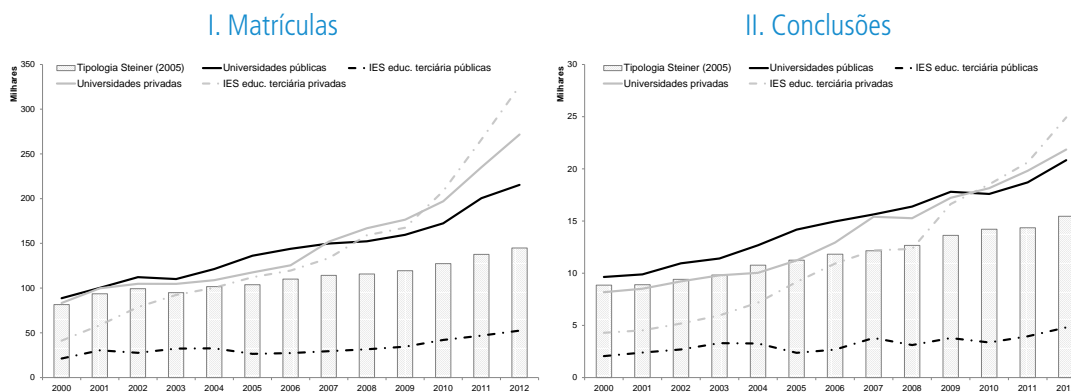
De fato, nota-se que as IES privadas dominam tanto a oferta de matrículas quanto o fluxo de conclusões, particularmente as IES de educação terciária (isto é, as que não são universidades). Há um crescimento das matrículas nas públicas, mas as conclusões têm estagnado – até porque há um lapso temporal de alguns anos entre ingressos e conclusões. A inserção das IES públicas de educação terciária (que seriam, fundamentalmente, os antigos centros federais de educação tecnológica – CEFETs) ainda é bem residual, embora a transformação de muitas delas em institutos federais traga consigo um processo de expansão de sua participação no ensino superior (vale lembrar que os CEFETs eram predominantemente instituições de ensino médio e técnico). E as universidades de pesquisa e doutorado identificadas por Steiner (2005; 2006), que seriam, teoricamente, a “nata do creme” da educação superior brasileira, crescem em número tanto de matrículas quanto de conclusões, mas respondem por parcela reduzida do total de matriculados e de graduados a cada ano.²⁶

Nas áreas de engenharia, produção e construção e de ciências, matemática e computação, as participações das universidades públicas e das universidades de pesquisa e doutorado são maiores, mas, mesmo assim, nota-se que as universidades privadas já romperam o antes histórico domínio das públicas nas áreas técnico-científicas. O gráfico 6 mostra a evolução das matrículas e das conclusões nessas duas grandes áreas.

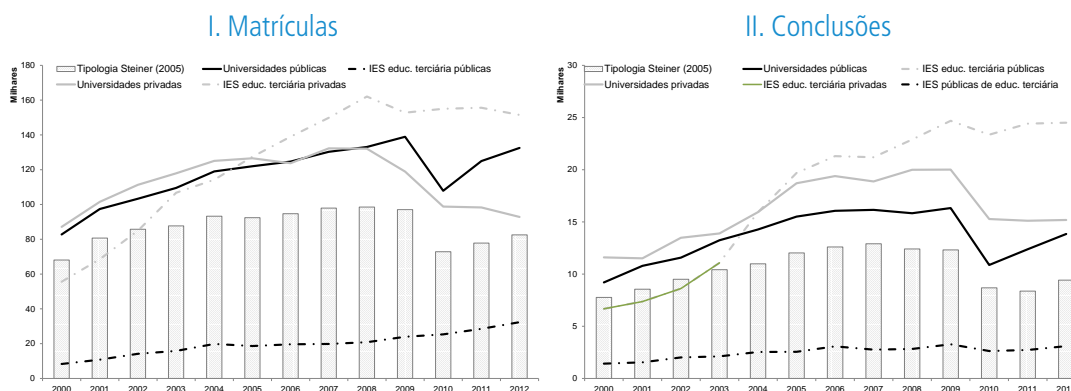
26 Como será evidenciado na seção 4, a participação dessas IES no total de conclusões tem decrescido em todas as áreas, mesmo nas áreas técnico-científicas, nas quais historicamente são mais presentes, e a despeito de expandirem, ao longo dos anos 2000, seus números de ingressos, matrículas e conclusões.

GRÁFICO 6 - Evolução das matrículas e conclusões em cursos superiores no Brasil – engenharia, produção e construção e ciências, matemática e computação (2000-2012)

5A – Engenharia, produção e construção



5B – Ciências, matemática e computação



Fonte: INEP/MEC, Censo da Educação Superior.

Elaboração dos autores.

No caso específico das engenharias, talvez se possa dizer que houve mudança de patamar na trajetória passada de crescimento da oferta de ensino ao final dos anos 1990. Teria havido um primeiro surto de expansão, ainda em menor escala, no final dos anos 1980, quando se consolida a reforma universitária de 1968 e os programas de estímulo à formação de engenheiros no âmbito do II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) e do II Plano Setorial de Educação e Cultura (PSEC). Segue-se um período de estagnação, que é rompido a partir das políticas de rápido crescimento do ensino médio – que leva um enorme contingente de estudantes à busca por ensino superior – e da acelerada expansão da oferta privada de ensino superior.²⁷

27 Várias medidas de estímulo levam a um crescimento do mercado de educação superior de par com a concentração – de certo modo, oligopolização – das entidades mantenedoras, que lhes permite elevadas escalas de operação e a viabilização de investimentos em cursos de maior custo de instauração e operação, como os das áreas tecnológicas.

3.4 Fluxos e refluxos nas engenharias

Outro argumento que se coloca em jogo na repercussão da ideia de escassez de engenheiros seria o do descompasso entre as demandas de determinados setores econômicos – que implicariam habilitações “especializadas” – e o perfil de diversificação dos cursos de engenharia. Por exemplo, uma expansão maior do setor de petróleo e gás (ainda mais quando puxada pelos investimentos no pré-sal) exigiria um correspondente “salto” na demanda por engenheiros de petróleo e afins. Nos serviços de telecomunicações, de logística, entre outros, mais engenheiros de telecomunicações, de transportes, etc. E, por causa dos programas habitacionais e de construções pesadas (de infraestruturas de energia e viária), os correspondentes engenheiros de construção ou engenheiros civis.

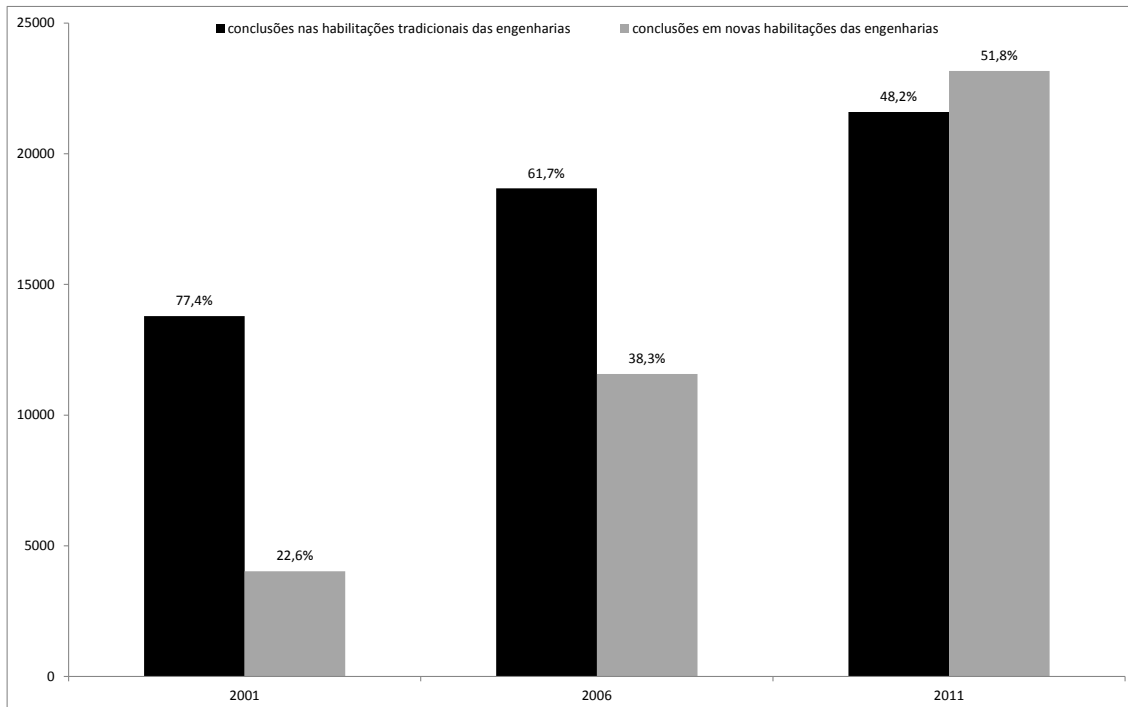
Certamente o único caso mais real será este último. As empresas de construção civil de fato aumentaram suas queixas sobre dificuldades em preencher seus novos postos de trabalho. Não porque haja diminuído ou crescido pouco o volume de matrículas e conclusões de curso em engenharia civil, mas por várias outras razões. Desde o efeito dos baixos salários dominantes no passado recente, que “desviou” muito desses graduados para outros setores – inclusive para a administração pública e o setor de serviços –, até a pouca disposição de muitos deles para deslocar-se para regiões distantes das cidades, onde estão as maiores obras; e mesmo o tempo demandado para engenheiras, ante a crescente participação feminina nessas áreas, se ajustarem às peculiaridades da vida em canteiros de obras.

Noutros setores, petróleo inclusive, as demandas são por um amplo leque de habilitações (civil, mecânica, elétrica, petróleo, entre outras). As possibilidades de retreinamentos e adaptações podem vir a ser menos problemáticas para profissionais formados nas habilitações mais tradicionais (civil, elétrica, mecânica e química), e mais problemáticas para profissionais formados em habilitações muito específicas (como petróleo, telecomunicações, têxtil, pesca, alimentos). Ainda assim, o que se observou nos anos mais recentes, a par de uma expansão considerável de matrículas e conclusões de cursos, foi, sim, uma acentuada diversificação. Ela começa já no final dos anos 1990 e se acentua ao longo da década seguinte.

O processo de diversificação das habilitações se apoia, inicialmente, na LDB e, mais adiante, nas Diretrizes Curriculares estabelecidas em 2002; mas tem também a ver com as estratégias adotadas pelas entidades privadas, ao acelerarem o crescimento da oferta e aumentarem sua participação na oferta total.

O gráfico 7 mostra a evolução das conclusões nas habilitações tradicionais e nas novas habilitações das engenharias ao longo dos anos 2000.

GRÁFICO 7 - Conclusões nas habilitações tradicionais e nas novas habilitações das engenharias – Brasil (2001, 2006 e 2011)



Fonte: INEP.

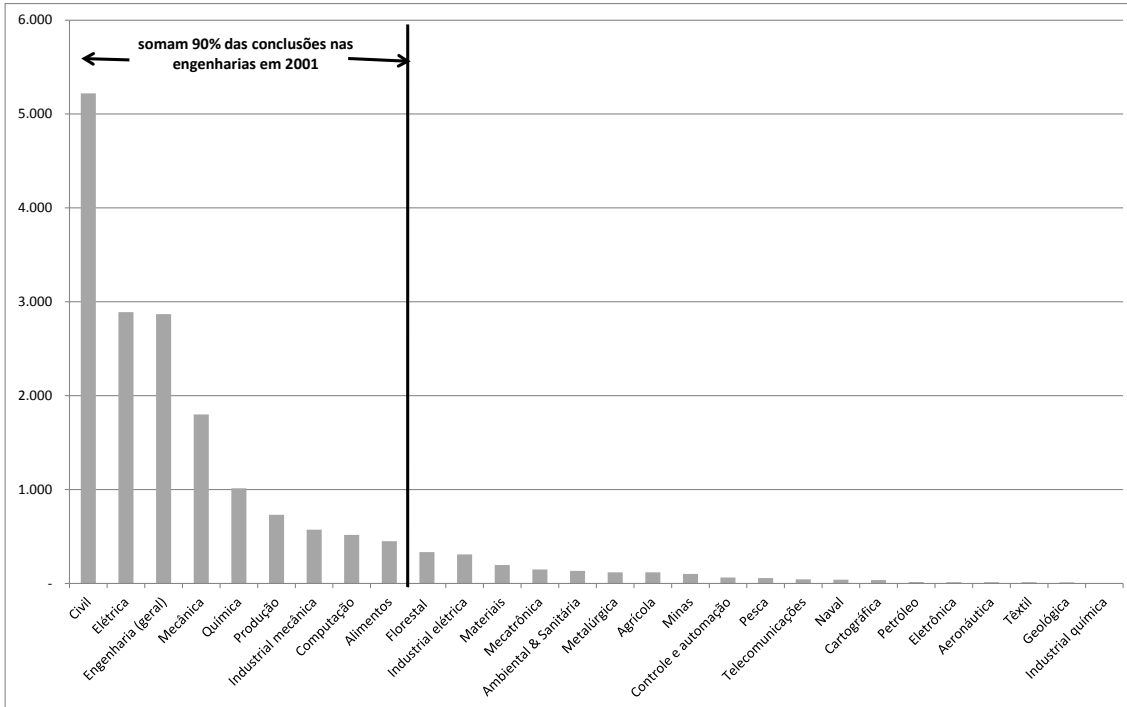
Elaboração dos autores.

Obs.: Foram considerados como cursos de habilitações tradicionais os cursos gerais de engenharia e os cursos de engenharia civil, engenharia elétrica, engenharia mecânica e engenharia química.

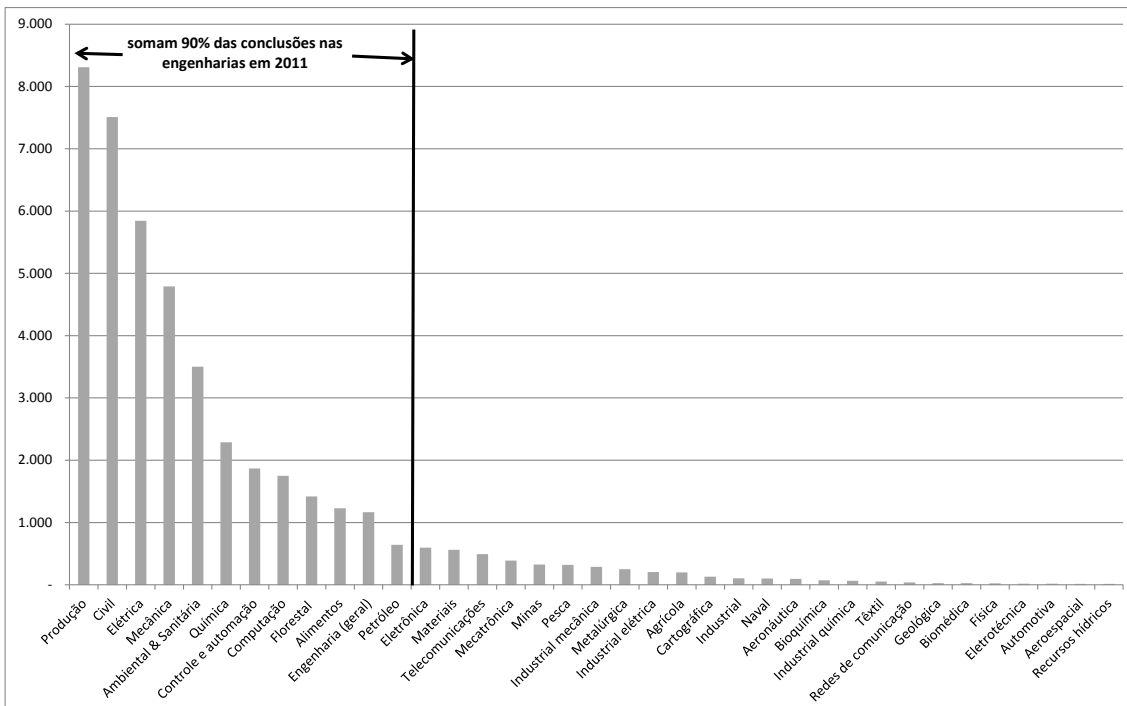
No gráfico 8, a seguir, ao plotar o dado de conclusões por habilitação, consolida-se o cenário de que a década de 2000 foi, além da década da expansão (como já mostrado anteriormente), também a década da diversificação das engenharias.

GRÁFICO 8 - Conclusões nas engenharias, por habilitação

8A – Total em 2001

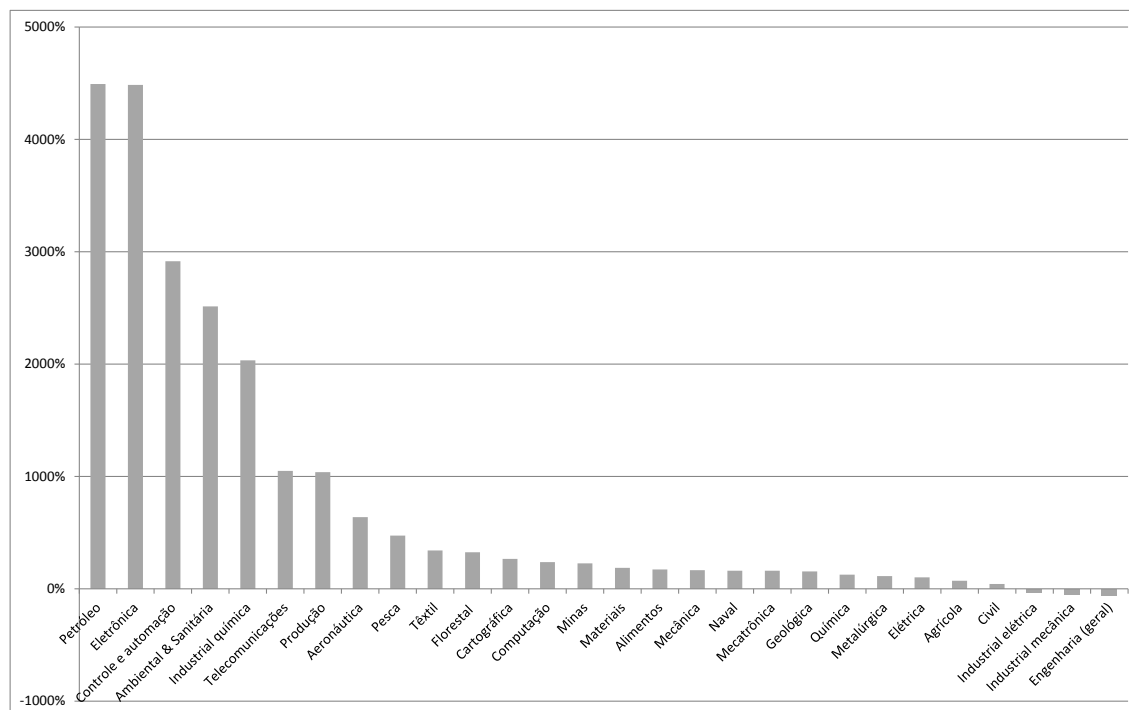


8B – Total em 2011



8C – Crescimento – 2011 em relação a 2001

(Em %)



Fonte: INEP.

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. "Produção" inclui cursos de produção civil, produção mecânica e produção química, que eram separadas de engenharia de produção no Censo da Educação Superior de 2001, e produção de materiais, que era separado nos dois anos, mas não tinha conclusões em 2011.

2. "Ambiental e sanitária" inclui cursos de engenharia ambiental, de engenharia sanitária e de engenharia ambiental e sanitária. Esta última não existia no Censo da Educação Superior de 2011. As conclusões em engenharia sanitária são cada vez menores, as de engenharia ambiental não são em grande quantidade e a tendência parece ser a fusão de ambas as habilitações em uma só – esta, sim, uma habilitação com grande número de graduados.

3. Quatro habilitações que aparecem no Censo da Educação Superior de 2011 não existiam no Censo da Educação Superior de 2001: biomédica, eletrotécnica, automotiva e nuclear. Dessas, a de nuclear não tinha conclusões registradas em 2011.

4. Seis habilitações existiam no Censo da Educação Superior de 2001, mas não apresentavam registro de conclusões naquele ano: aeroespacial, bioquímica, industrial, física, recursos hídricos, e redes de comunicação.

Com efeito, em 2001 as conclusões em cursos de engenharia concentravam-se nas habilitações tradicionais, com civil, elétrica, cursos gerais, mecânica e química liderando os diplomas concedidos em 2001. Adicionando-se a elas as habilitações de produção, industrial mecânica, computação e alimentos, perfazia-se 90% das conclusões nas engenharias naquele ano (gráfico 8A). Já em 2011, como se vê no gráfico 8B, além do número de habilitações ser maior, a que mais forma novos engenheiros passa a ser a engenharia de produção. Além disso, habilitações como ambiental e sanitária, controle e automação, computação, florestal e alimentos começam a superar algumas habilitações tradicionais. Ficam particularmente para trás os cursos gerais de engenharia, ainda entre as habilitações responsáveis por 90% das conclusões de engenharia, mas já com menos da metade do número de diplomas que concedia em 2001. Completando o quadro de

maior diversificação das habilitações, o gráfico 8C mostra as engenharias de petróleo e eletrônica como as habilitações que mais cresceram entre 2001 e 2011, em termos de fluxos de conclusões. Em segundo patamar de crescimento, controle e automação, ambiental e sanitária, e industrial química. Em seguida, telecomunicações e produção. As habilitações tradicionais pouco cresceram no período, com os cursos gerais tendo reduzido a menos da metade seu fluxo de conclusões.

Desse modo, é considerável o índice de diversificação resultante, medido pela proporção de novas habilitações além das tradicionais (civil, elétrica, mecânica, química e geral). Assim, não seria a pouca variedade de habilitações o obstáculo ao ajuste entre as especificidades das demandas setoriais e o perfil de saída do conjunto de cursos. Ao contrário, tanta diversificação pode ser justamente uma das raízes do problema. Como argumenta Silva Filho (2012), a pulverização de habilitações não é uma política desejável em um mundo de contínuas transformações tecnológicas a exigir um profissional dinâmico, com sólida formação geral e capaz de se adaptar rapidamente a novos conhecimentos e técnicas.

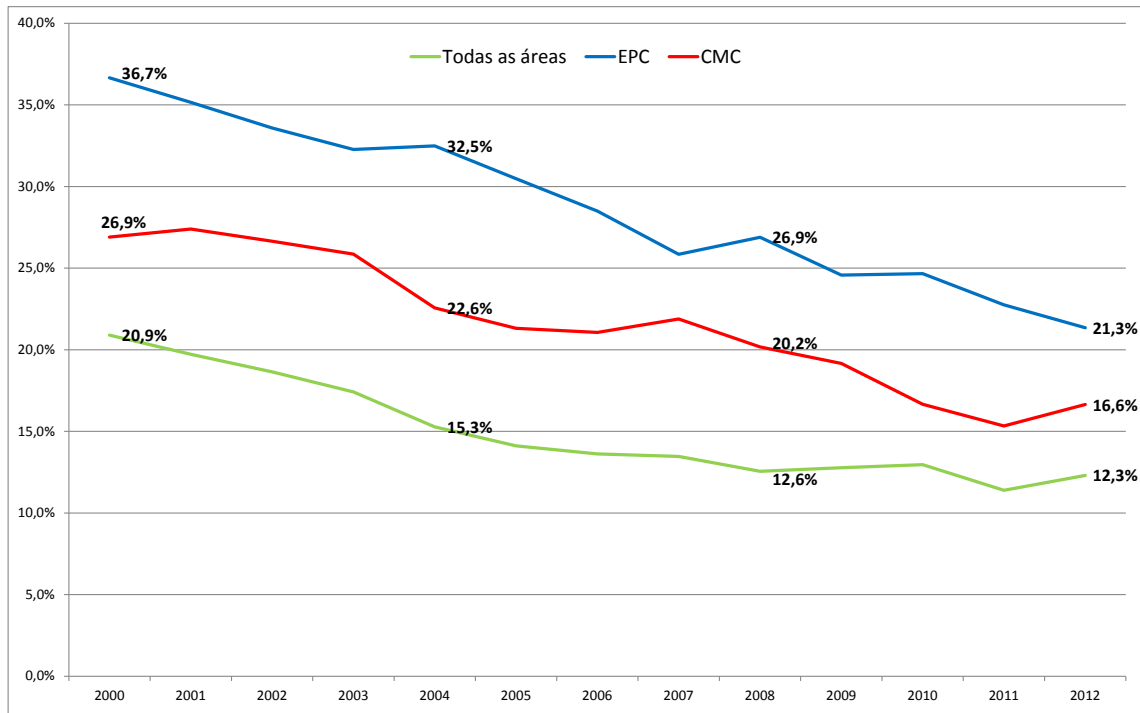
A proliferação de habilitações específicas demais dificulta, inclusive, a própria adaptabilidade do profissional a futuras condições de mercado. A título de exemplificação, um engenheiro mecânico pode, mediante formação continuada em serviço ou por meio de uma formação complementar relativamente rápida, vir a se tornar um bom engenheiro de petróleo, ao passo que o contrário tende a ser mais difícil, em função das especificidades da própria formação inicial deste último, muito mais especializada do que a de um engenheiro de formação mais geral. Considerando que mesmo setores altamente especializados, a exemplo das indústrias naval e petrolífera, também demandam muito engenheiros com formação em habilitações mais gerais, é razoável supor que incentivar uma expansão puxada pelas habilitações tradicionais seja uma política mais eficaz e efetiva do que apostar na proliferação de habilitações voltadas a atividades econômicas muito específicas.

4. UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE A QUALIDADE DA FORMAÇÃO

Outro aspecto importante a considerar é a qualidade dos cursos superiores que formam os profissionais técnico-científicos brasileiros. O próprio conceito de qualidade não é consensual, coexistindo múltiplos significados associados a esse termo que vão além do simples atendimento às demandas de mercado (Tavares et al., 2011). Não obstante, ainda que sejam variadas as percepções do que seja qualidade, algumas aproximações podem ser tentadas.

Tomemos, primeiramente, os fluxos de conclusões naquelas instituições classificadas por Steiner (2005; 2006) como universidades de pesquisa e doutorado (ver quadro 1 supra). Tal categoria de instituições representaria a nata das IES brasileiras. O gráfico 9 mostra a evolução, entre 2000 e 2012, da proporção de concluintes do nível superior que se graduaram em alguma dessas instituições, nas áreas de engenharia, produção e construção, de ciências, matemática e computação, e no conjunto de todas as áreas.

GRÁFICO 9 - Proporção de concluintes que se diplomaram em uma das 45 universidades de pesquisa e doutorado da tipologia Steiner – em todas as áreas; engenharia, produção e construção (EPC); e ciências, matemática e computação – Brasil (2000 a 2012)



Fonte: INEP.

Elaboração dos autores.

Percebe-se que, desde 2000, tem sido decrescente a participação das universidades de pesquisa e doutorado da tipologia Steiner nos fluxos de conclusões do sistema de educação superior brasileiro. Historicamente, essas instituições respondiam por parcelas significativas das conclusões em cursos relacionados a áreas técnico-científicas. Em 2000, saíam delas quase dois quintos dos graduados em cursos de engenharia, produção e construção, e mais de um quarto dos graduados em cursos de ciências, matemática e computação. Tais instituições ainda apresentam participação relativa maior nessas áreas do que em outras, porém, em anos de expansão massiva do sistema, têm formado parcelas cada vez menores dos novos diplomados em nível superior no Brasil. Em 2012, apenas 21,3% dos egressos de cursos de engenharia, produção e construção saíram dessas instituições. Em ciências, matemática e computação, 16,6% dos concluintes de 2012 se graduaram em algumas das 45 universidades de pesquisa e doutorado da tipologia Steiner. Vê-se, portanto, que as IES brasileiras de elite²⁸ não acompanham o mesmo ritmo de crescimento do sistema de educação superior – reforçando a percepção geral de que este se expande por meio de uma oferta de formação de baixa qualidade.

28 O termo "instituições de elite" aqui deve ser entendido como se referindo a instituições reputadas e percebidas como de melhor qualidade, e não necessariamente a instituições frequentadas apenas pela elite econômica do país – embora a concentração desta costume ser mais pronunciada justamente nas instituições percebidas como melhores.

Se, ao invés de utilizarmos as universidades de pesquisa e doutorado da tipologia Steiner, tomarmos como instituições de elite as que assim são classificadas em Carnoy et al. (2013)²⁹ e considerarmos os números reportados por esses autores, temos que a proporção de egressos das engenharias que se diplomaram em instituições de elite diminuiu de 29,1% em 2006 para 26,2% em 2009 – embora, em números absolutos, a quantidade de concluintes nas engenharias tenha crescido, nessas instituições, 24,5% entre os dois anos da análise. Mais uma vez, uma indicação de que a expansão do sistema também chega aos melhores cursos, porém em um ritmo consideravelmente menor, levando a fluxos proporcionalmente menores de novos profissionais com uma formação percebida como de qualidade.

Outro possível caminho para se investigar a qualidade da formação em nível superior no Brasil é utilizar os dados disponíveis do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade). Destaque-se, inclusive, que o Brasil é o único país de que se tem notícia que atualmente aplica um exame nacional obrigatório aos concluintes dos cursos de ensino superior (Nusche, 2008; Verhine e Dantas, 2009), embora avaliações em larga escala também sejam conduzidas nos sistemas de ensino superior da Austrália, do México e dos Estados Unidos (Nusche, 2008).

Parte integrante do Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior (Sinaes), que avalia estudantes, cursos e instituições, o Enade dispõe de um exame aplicado todos os anos a concluintes de cursos de graduação no Brasil, sendo que cada área tem seus cursos avaliados a cada três anos (Griboski, 2012; Pedrosa, Amaral e Knobel, 2013; Tavares et al., 2011; Verhine, 2010). Os cursos recebem um conceito Enade de 1 a 5, atribuído de acordo com sua nota Enade final. Esta é a média ponderada da nota padronizada dos seus concluintes nos componentes de formação geral (peso de 25%) e específico (peso de 75%) que compõem a prova aplicada aos concluintes dos cursos daquela mesma área (para maiores detalhes sobre o cálculo do conceito Enade, ver INEP, 2010).

Em um primeiro ensaio anterior (Gusso e Nascimento, 2011), destacamos que aproximadamente 40% dos egressos dos cursos de engenharia eram provenientes de cursos de baixo desempenho no Enade (assim considerados os cursos com conceito 1 ou 2) e que menos de 30% advinham de cursos de alto desempenho (assim considerados os cursos com conceitos 4 ou 5). Os cursos de universidades públicas são majoritários entre os cursos com maiores conceitos, embora as IES privadas, quiçá até em adequação ao instrumento regulatório no qual se transformou o exame, vêm crescendo sua participação entre os cursos 4 ou 5. Os institutos tecnológicos federais e estaduais, que correspondem ao que aqui são chamadas de IES públicas de educação terciária e que costumam ser apontados por alguns autores como alternativa à expansão com qualidade da formação superior em áreas técnico-científicas, ainda são residuais em número de matrículas e não têm, no geral, obtido desempenho diferenciado nas provas do Enade.

Não obstante tratar-se de uma boa aproximação do que é possível extrair dos conceitos Enade, a utilização destes como parâmetro para uma distribuição da qualidade dos formados no Brasil exige, contudo, algumas ressalvas.

29 Carnoy et al. (2013) reportam os resultados de um estudo da Universidade de Stanford (Estados Unidos) sobre a formação nas engenharias nos países que compõem o acrônimo BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China). Os autores consideram como de elite, no Brasil, as universidades federais, três universidades católicas (as Pontifícias Universidades Católicas de São Paulo, do Rio Grande do Sul e de Minas Gerais), a Universidade de São Paulo (USP) e a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Como admitem que não necessariamente todas as federais apresentem bom desempenho, consideram em seus cálculos apenas 80% de todos os concluintes oriundos de universidades federais. Ressalte-se que os autores deixam de fora, contudo, uma universidade católica de prestígio (a Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio) e duas IES de grande prestígio em áreas técnico-científicas, o ITA e o Instituto Militar de Engenharia (IME). Se incluirmos estas três IES no cálculo dos pesquisadores de Stanford, usarmos os dados referentes a 2012 e considerarmos como “engenharias” todos os cursos da grande área de engenharia, produção e construção, chegaremos a 19,5% dos egressos como advindos de “IES de elite”.

A primeira delas é o risco de se incorrer em falácia ecológica. Trata-se do problema que decorre de se atribuir a indivíduos características de grupos. Ainda que possam se constituir em uma sinalização útil, os conceitos do Enade são para os cursos, e não para os estudantes que fizeram a prova. Portanto, nem um engenheiro oriundo de um curso de conceito 1 ou 2 será necessariamente um profissional pouco qualificado, nem um engenheiro egresso de um curso de conceito 5 será necessariamente um profissional altamente qualificado. Destaque-se, inclusive, que essa ressalva aplica-se também aos dados reportados previamente para os fluxos de conclusões das universidades de pesquisa e doutorado da tipologia Steiner ou das instituições consideradas por Carnoy et al. (2013) como de elite: é apenas um indicador, mas não significa que todos os graduados nessas instituições sejam bem formados, nem tampouco que os graduados pelas demais instituições sejam necessariamente mal formados.

Além disso, a questão da qualidade dos cursos é muito mais complexa do que cinco ou n categorias de um modelo de avaliação possam exprimir. Ressalte-se ainda que o Enade só passou a ser censitário em 2010 – e mesmo assim, apenas para os cursos avaliados. Mesmo quando compulsório e censitário para os alunos dos cursos avaliados, a força do dado do Enade dependerá da ausência de viés nas observações perdidas ao longo do processo – uma suposição pouco defensável quando: i) o atrito (perda de observações) é alto (em 2005 esteve por volta de 40%); ii) algumas IES ainda conseguem abster-se do exame, que é obrigatório por lei apenas para instituições federais e para as privadas, sendo opcional para as estaduais e municipais (vide, por exemplo, os casos da USP e da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp,³⁰ apenas para ficar no estrato mais alto da classificação de Steiner); iii) os jornais costumam noticiar boicotes ao Enade por parte de grupos estudantis organizados.³¹

Por último, mas não menos importante, deve-se ressaltar que as notas e conceitos do Enade em diferentes anos não são comparáveis.

As notas dos estudantes em anos diferentes não são comparáveis porque as provas de cada ano são formuladas com itens que não necessariamente avaliam exatamente as mesmas competências e podem, ademais, apresentar graus de dificuldade diferentes das provas dos anos anteriores. Embora o processo de normalizar as notas dos estudantes faça desaparecer o problema das variações do nível de dificuldades em provas de anos diferentes, o processo acaba por permitir apenas verificar em que medida o curso alterou sua posição relativa entre uma e outra aplicação.

Os conceitos aferidos por cada curso em anos diferentes a partir das notas de seus concluintes tampouco são comparáveis entre si porque cada um deles reflete o desempenho relativo do curso na respectiva aplicação, o que significa dizer que sempre haverá uma proporção semelhante de cursos distribuídos em cada conceito. Sendo os conceitos Enade relativos e dependentes do desempenho de todos os cursos e instituições na mesma aplicação, não há, por conseguinte, uma escala de níveis esperados de desempenho (Pedrosa, Amaral e Knobel, 2013). Assim, pouca informação é adicionada se constatamos que, entre um ano e outro, os cursos de alto desempenho passaram de X% para (X+Y)%. As comparações intertemporais podem ser feitas em outros aspectos, como, por exemplo, qual a participação de cada tipo diferente de

.....
30 A Unicamp participou do Enade pela primeira vez em 2010. Por sua vez, USP decidiu aderir em 2013, mas ainda de forma parcial, por meio de uma cooperação técnica com o MEC; os resultados de seus cursos não serão divulgados nos primeiros três anos e a participação não será compulsória para seus estudantes (USP ADE-RE..., 2013).

31 "UNE propõe boicote ao Enade mais uma vez" (O Estado de São Paulo, 07 Nov. 2008); "UNE propõe boicote ao Enade neste domingo" (O Globo, 07 nov. 2008). O próprio MEC reconhece que há boicote por parte de estudantes, mas alega que o efeito disso sobre as notas seria mínimo. A título de ilustração, o site do ministério divulga que, em 2007, a média de estudantes que entregaram a prova em branco ou com rasuras foi de 7,88% entre as IES públicas e de 0,76% entre as IES privadas.

instituição entre os cursos com maiores conceitos. Não permitem, contudo, dizer muito acerca da evolução do desempenho do sistema entre as sucessivas aplicações.

De todo modo, vale destacar que, mesmo tomando como indicador de qualidade as universidades de pesquisa e doutorado de Steiner ou as instituições de elite de Carnoy, observam-se percentuais semelhantes aos de cursos que obtêm conceitos 4 ou 5 no Enade. Dessa forma, pode-se dizer que menos de 30% dos engenheiros que se formaram no Brasil nos últimos anos tiveram a oportunidade de ter acesso a uma formação em cursos de melhor padrão.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sempre se tem a pretensão de que, com alguns indicadores bem selecionados, se possa dar uma visão compreensiva e a mais simples e aclaradora possível de realidades que soem ser bastante complexas. É o caso deste capítulo, cujos autores compreendem ser necessário mobilizar o sistema de educação superior de que o país já dispõe para que sejam satisfeitas as demandas emergentes – e, diga-se, não tão bem dimensionadas – que se expressam no debate cotidiano sob termos como “escassez”, “apagão” e semelhantes.

Analisando-se a formação nas áreas de engenharia, produção e construção e de ciências, matemática e computação, o que se pode observar é que a oferta encontrou sendas de expansão tanto no volume total de matrículas como no de conclusões de curso, além de passar por grande diversificação de habilitações e por um considerável aumento da participação do setor privado na área. Embora em menor ritmo, também se expandiu a oferta nas universidades de pesquisa e doutorado da tipologia Steiner e nas IES tidas como de elite por Carnoy et al. (2013), onde seriam maiores as probabilidades de os cursos se desenvolverem com melhores padrões de qualidade.

Comparações internacionais indicam que a formação em áreas de ciências, matemática, tecnologia e engenharia ainda era pouco numerosa em meados da década de 2000, mas foi justamente a partir desse momento que se observou uma mais forte expansão da oferta, particularmente na área de engenharia, produção e construção, a ponto de ser esta uma marca preponderante do ensino superior brasileiro na primeira década do século XXI. Já nos últimos três anos do período aqui analisado (2010 a 2012), foi a demanda por cursos dessa área, revelada pelo número de candidatos por vaga, o indicador que mais cresceu, apresentando, nesses três anos, salto ainda mais significativo do que os indicadores de oferta ao longo de todo o período compreendido entre 2000 e 2012.

O presente trabalho também apresentou diferentes aproximações para a qualidade dessa formação, analisando ora os fluxos de conclusões nas universidades de pesquisa e doutorado da tipologia Steiner, ora verificando os fluxos de conclusões nas engenharias entre as IES classificadas como de elite por Carnoy et al. (2013), ora averiguando os conceitos do Enade. Preocupa perceber que, em todas essas perspectivas, não mais do que algo entre 20% e 30% dos novos profissionais formados nessas áreas nos últimos anos seriam egressos de cursos de melhor desempenho. Isto reforça a percepção geral de que a formação de pessoal técnico-científico no Brasil concentra-se em cursos e instituições de baixa qualidade.

Os recortes aqui apresentados apontam, não casualmente, para um dos espaços preferenciais na busca de alternativas para uma boa calibragem de oferta e demanda de graduados em áreas técnico-científicas no médio prazo: as universidades públicas de melhor desempenho. Ainda residual nos fluxos de formação superior e com desempenho aquém do esperado

no Enade, os institutos tecnológicos federais e estaduais colocam-se adicionalmente como alternativas a uma expansão com qualidade nessas áreas. E um número crescente de IES privadas têm apresentado melhorias em suas performances no Enade, muito embora as limitações do exame imponham cautela na interpretação desse resultado como uma efetiva melhoria de qualidade.

De todo modo, diante de decisões sobre os caminhos de expansão do sistema, mais indicado seria antes aprofundar o estudo das características dos cursos que se mostram sistematicamente associados ao estrato denominado de alto desempenho – dado que qualidade parece se colocar como um problema mais central neste momento do que quantidade – e que poderão ser um guia mais seguro das políticas de incentivo à expansão e melhoria das formações nesta área.

Este cenário básico geral precisa ser complementado, oportunamente, por dois outros: o de estruturas que confirmem maior eficácia à difícil transição do mundo escolar ou acadêmico para o mundo do trabalho; e o da formação de agentes de inovação que conectem a produção de conhecimento com o avanço das capacidades tecnológicas e competitivas do sistema produtivo. Afinal, conforme apontam resultados de pesquisa reportados em Pereira, Nascimento e Araújo (2013) e em Maciente e Araújo (2011), não parece ser meramente a quantidade de oferta de diplomados em engenharias e áreas afins o problema da formação desses profissionais no Brasil e, em última instância, o determinante principal dos chamados gargalos de mão de obra no país nos últimos anos. A questão a ser debatida tende a ser, isto sim, em que medida os profissionais brasileiros de formação técnico-científica em geral, e os engenheiros em particular, mostram-se suficientemente gabaritados para suprir a contento os requerimentos técnicos presentes e futuros do setor produtivo.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. B. Educação tecnológica para a indústria brasileira. *Revista Brasileira de Educação Profissional e Tecnológica*, v. 1, n. 1, p. 69–82, jun. 2008.
- BARBOSA, M. L. The expansion of higher education in Brazil: credentials and merit. *REMIE: Multidisciplinary Journal of Educational Research*, v. 2, n. 3, p. 251–271, outubro 2012.
- CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Plano Nacional Engenharia (Pró-Engenharías). Brasília: Capes e Inova Engenharia, mai. 2011.
- CARNOY, M. et al. *University expansion in a changing global economy: triumph of the BRICs?* Stanford: Stanford Press, 2013.
- CASTRO, C. M. et al. Cem mil bolsistas no exterior. *Interesse nacional*, p. 25-36, jun. 2012.
- CHUBIN, D. E.; MAY, G. S.; BABCO, E. L. Diversifying the engineering workforce. *Journal of Engineering Education*, v. 94, n. 1, p. 73-86, 2005.
- Construção usa tecnologia para driblar escassez de mão de obra. *Folha de São Paulo*, São Paulo, 26 nov. 2010.
- ECO, U. *Interpretação e superinterpretação*. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

Empresas apresentam alternativas para enfrentar falta de engenheiros e mão de obra técnica qualificada. O Globo, Rio de Janeiro, set. 2010.

Falta de mão de obra reduz exigências nas contratações. O Estado de São Paulo, São Paulo, 21 jan. 2011.

Falta de mão de obra ameaça crescimento do Brasil, diz NYT. O Globo, Rio de Janeiro, 08 jul. 2008. Disponível em: <<http://oglobo.globo.com/economia/falta-de-mao-de-obra-ameaca-crescimento-do-brasil-diz-nyt-3611192>>. Acesso em: 21 maio 2013.

FAVRETTO, J.; MORETTO, C. F. Os cursos superiores de tecnologia no contexto de expansão da educação superior no Brasil: a retomada da ênfase na educação profissional. *Educação & Sociedade*, v. 34, n. 123, p. 407–424, jun. 2013.

FISCHER, T. Mestrado profissional como prática acadêmica. *Revista Brasileira de Pós-Graduação*, v. 2, n. 4, p. 24–29, jul. 2005.

GRIBOSKI, C. M. O Enade como indutor da qualidade da educação superior. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 23, n. 53, p. 178–195, dez. 2012.

GUSSO, D. A formação de agentes de inovação no Brasil: oportunidades e riscos em políticas públicas. In: NEGRI, J. A. DE; KUBOTA, L. C. (Orgs.). *Políticas de incentivo à inovação tecnológica no Brasil*. Brasília: Ipea, 2008. .

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

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Cálculo do conceito Enade. Brasília: INEP/MEC, 2010. (Nota técnica).

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

MACIENTE, A. N.; NASCIMENTO, P. A. M. M. A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal. In: OLIVEIRA, M. et al. (Eds.). *Rede de pesquisa "Formação e mercado de trabalho": coletânea de artigos*. Brasília: Ipea; ABDI, 2014. v. 4, cap. 3, pp. 99-134.

MENEZES-FILHO, N. Apagão de mão de obra qualificada? As profissões e o mercado de trabalho brasileiro entre 2000 e 2010. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2012/10/Apag%C3%A3o-de-M%C3%A3o-de-Obra-Qualificada-Naercio-Menezes-Filho.docx.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2013.

MONT'ALVÃO, A. Estratificação educacional no Brasil do século XXI. *Dados*, v. 54, n. 2, p. 389–430, jan. 2011.

NEVES, C. E. B. Diversificação do Sistema de Educação terciária: um desafio para o Brasil. *Tempo Social*, v. 15, n. 1, p. 21-44, abril 2003.

NUNES, E.; CARVALHO, M.; ALBRECHT, J. V. Quantas universidades realmente existem no Brasil? Parte 1: resumo analítico. *Observatório universitário (Documento de Trabalho n. 82)*, jun. 2009.

NUSCHE, D. Assessment of learning outcomes in higher education: a comparative review of selected practices. Paris: OECD Publishing, 2008. (OECD Education Working Paper, n. 15). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/244257272573>>. Acesso em: 24 set. 2013.

OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. Science, technology and industry scoreboard 2009. Paris: OECD, 2009. Disponível em: <www.oecd.org/edu/eag2008>.

____. A tuning-AHELO conceptual framework of expected desired/learning outcomes in engineering. Paris: OECD, 21 fev. 2011. Disponível em: <<http://www.oecd-ilibrary.org/content/workingpaper/5kghtchn8mbn-en>>. Acesso em: 25 jul. 2013.

O risco do apagão da mão de obra. Isto é, 4 jan. 2011.

PACHECO, C. A. A formação de engenheiros no Brasil: desafio ao crescimento e à inovação. São Paulo: IEDI, jul. 2010. Disponível em: <http://www.iedi.org.br/admin_ori/pdf/20100723_engenharia.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2011.

PEDROSA, R. H.; AMARAL, E.; KNOBEL, M. Assessing higher education learning outcomes: the Brazilian experience. Higher education management and policy, v. 24, n. 2, out. 2013.

PEREIRA, R. H. M.; ARAÚJO, T. C. Oferta de engenheiros e profissionais afins no Brasil: resultados de projeções iniciais para 2020. Brasília: Ipea, Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, n. 12, p. 35-42, fev. 2011.

PEREIRA, R. H. M.; NASCIMENTO, P. A. M. M. ; Araújo, T. C. . Projeções de mão de obra qualificada no Brasil: cenários para a disponibilidade de engenheiros até 2020. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 30, n. 2, p. 519-548, 2013.

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

SALERNO, M. S. et al. Uma proposta de sistematização do debate sobre falta de engenheiros no Brasil. In: OLIVEIRA, M. et al. (Eds.). Rede de pesquisa "Formação e mercado de trabalho": coletânea de artigos. Brasília: ABDI; Ipea, 2014. v. 4, cap. 4, pp. 135-162.

SEGENREICH, S. C. D.; CASTANHEIRA, A. M. Expansão, privatização e diferenciação da educação superior no Brasil pós-LDBEN/96: evidências e tendências. Ensaio: Avaliação e políticas públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 17, n. 62, 2009.

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 FILHO, R. L. L. Para que devem ser formados os novos engenheiros? O Estado de São Paulo, 19 fev. 2012.

SILVA, G. P. Análise de evasão no ensino superior brasileiro: uma proposta de diagnóstico de seus determinantes. Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior, Campinas, Sorocaba, SP, v. 18, n. 2, p. 311-333, jul. 2013.

SILVA, L. E. O. Ideas para una reforma del componente legal relacionado con la tipología de las instituciones de educación superior. Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior, Campinas, Sorocaba, SP, v. 17, n. 3, p. 713–762, nov. 2012.

SOARES, S. S.; NASCIMENTO, P. A. M. M. Evolução do desempenho cognitivo dos jovens brasileiros no Pisa. *Cadernos de Pesquisa*, v. 42, n. 145, jan. 2012.

STEINER, J. E. Qualidade e diversidade institucional na pós-graduação brasileira. *Estudos Avançados*, v. 19, n. 54, p. 341–365, 2005.

_____. Diferenciação e classificação das instituições de ensino superior no Brasil. In: STEINER, J. E.; MALNIC, G. (Eds.). *Ensino superior: conceito e dinâmica*. São Paulo: Edusp, 2006. p. 327–358.

TAVARES, M. DAS G. M. et al. Políticas de expansão da educação superior no Brasil pós-LDB/96: desafios para a avaliação. *Revista Inter Ação*, v. 36, n. 1, p. 81–100, 23 set. 2011.

USP adere ao Enade, avaliação do governo federal. *Folha de S.Paulo, Educação*, São Paulo, 07/08/2013. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/educacao/2013/08/1322766-usp-adere-ao-enade-avaliacao-do-governo-federal.shtml>>. Acesso em: 8 out. 2013.

VERHINE, R. E. O novo alfabeto do Sinaes: reflexões sobre o IDD, CPC e IGC. In: DALBEN, A. et al. (Eds.). *Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente*. Coleção Didática e Prática de Ensino. Belo Horizonte: Autêntica, 2010. v. 5p. 632–650.

VERHINE, R. E.; DANTAS, L. M. A avaliação do desempenho de alunos de educação superior: uma análise a partir da experiência do ENADE. In: LORDÊLO, J. A.; DAZZANI, M. V. (Orgs.). *Avaliação educacional: desatando e reatando nós*. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 173-199.

APÊNDICE A

RELAÇÃO DOS CURSOS QUE INTEGRAM AS ÁREAS DE CIÊNCIAS, MATEMÁTICA E COMPUTAÇÃO E DE ENGENHARIA, PRODUÇÃO E CONSTRUÇÃO

| |
|--|
| Ciências, matemática e computação |
| Biologia e bioquímica |
| Biologia molecular |
| Biomedicina |
| Bioquímica industrial |
| Ciências biológicas |
| Ciência da computação |
| Administração de redes |
| Banco de dados |
| Ciência da computação |
| Tecnologia da informação |
| Tecnologia em desenvolvimento de softwares |
| Ciências ambientais |
| Ciências ambientais |
| Ecologia |
| Saneamento ambiental |
| Ciências da terra |
| Ciências da terra |
| Geofísica |
| Geografia (natureza) |
| Geologia |
| Meteorologia |
| Oceanografia |
| Ciências físicas (cursos gerais) |
| Ciências físicas |
| Estatística |
| Ciência atuarial |
| Estatística |
| Física |
| Acústica |
| Astronomia |

| |
|---|
| Física |
| Matemática |
| Matemática |
| Matemática aplicada |
| Processamento da informação |
| Análise de sistemas |
| Análise e desenvolvimento de sistemas (tecnólogo) |
| Segurança da informação |
| Sistemas de informação |
| Química |
| Química |
| Química industrial |
| Química orgânica |
| Uso do computador |
| Uso da internet |
| Engenharia, produção e construção |
| Arquitetura e urbanismo |
| Arquitetura e urbanismo |
| Paisagismo |
| Urbanismo |
| Eletricidade e energia |
| Distribuição de energia elétrica |
| Engenharia eletrotécnica |
| Engenharia elétrica |
| Engenharia industrial elétrica |
| Estudos de energia |
| Produção de energia |
| Refrigeração/aquecimento |
| Tecnologia em eletrotécnica |
| Eletrônica e automação |
| Engenharia de computação |
| Engenharia de controle e automação |
| Engenharia de redes de comunicação |
| Engenharia de telecomunicações |
| Engenharia eletrônica |
| Engenharia mecatrônica |
| Manutenção de aparelhos médico-hospitalares |

| |
|---|
| Sistemas Eletrônicos (experimental) |
| Tecnologia digital |
| Tecnologia eletrônica |
| Tecnologia mecatrônica |
| Telecomunicações |
| Telemática |
| Engenharia civil e de construção |
| Agrimensura |
| Construção civil |
| Construção de edificações |
| Engenharia cartográfica |
| Engenharia civil |
| Engenharia de recursos hídricos |
| Engenharia sanitária |
| Materiais de construção (produção e utilização) |
| Operação de canteiros de obras |
| Tecnologia de edificação |
| Tecnologia em estradas |
| Engenharia e profissões de engenharia (cursos gerais) |
| Automação industrial |
| Engenharia |
| Engenharia biomédica |
| Engenharia ambiental |
| Engenharia ambiental e sanitária |
| Engenharia de materiais |
| Engenharia de produção |
| Engenharia física |
| Engenharia industrial |
| Geoprocessamento |
| Manutenção industrial |
| Produção industrial |
| Sensoriamento remoto |
| Tecnologia de materiais |
| Tecnologia em gestão de telecomunicações |
| Engenharia mecânica e metalurgia (trabalhos com metais) |
| Engenharia industrial mecânica |
| Engenharia mecânica |

| |
|---|
| Engenharia metalúrgica |
| Mecânica de precisão |
| Tecnologia mecânica |
| Tecnologia metalúrgica |
| Fabricação e processamento (cursos gerais) |
| Produção gráfica |
| Produção joalheira |
| Materiais (madeira, papel, plástico, vidro) |
| Cerâmica (industrial) |
| Engenharia de produção de materiais |
| Fabricação de móveis |
| Fabricação e processamento de papel |
| Polímeros |
| Produção gráfica |
| Tecnologia de madeira |
| Mineração e extração |
| Engenharia de minas |
| Engenharia de petróleo |
| Engenharia geológica |
| Extração de petróleo e gás |
| Rochas Ornamentais |
| Tecnologia de mineração |
| Processamento de alimentos |
| Engenharia de alimentos |
| Indústrias de laticínios (industriais) |
| Processamento de carnes |
| Produção de vinhos |
| Tecnologia de alimentos |
| Tecnologia em açúcar e álcool |
| Tecnologia em produção de cachaça |
| Química e engenharia de processos |
| Engenharia bioquímica |
| Engenharia industrial química |
| Engenharia nuclear |
| Engenharia química |
| Tecnologia química |
| Têxteis, roupas, calçados, couros |

| |
|--|
| Engenharia têxtil |
| Indústria do vestuário |
| Indústria têxtil |
| Veículos a motor, construção naval e aeronáutica |
| Construção naval |
| Engenharia aeroespacial |
| Engenharia aeronáutica |
| Engenharia automotiva |
| Engenharia naval |
| Manutenção aeronáutica |
| Mecanização agrícola (experimental) |
| Sistemas automotivos (eExperimental) |
| Tecnologia aeroespacial |

APÊNDICE B

ESTRATO 1 DA CLASSIFICAÇÃO DE STEINER: INSTITUIÇÕES DE PESQUISA E DOUTORADO

Usando dados de 2003, Steiner (2005, 2006) classifica as seguintes instituições no estrato 1 (instituições de pesquisa e doutorado):

1.1 – Universidades de pesquisa e doutorado – diversificadas

Neste subestrato, todas são públicas (9, no total):

USP – Universidade de São Paulo. Unicamp – Universidade Estadual de Campinas. Unesp – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. UFRJ – Universidade Federal Rio de Janeiro. UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais. UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. UnB – Universidade de Brasília. UFPE – Universidade Federal de Pernambuco.

1.2 – Universidades de pesquisa e doutorado – intermediárias

Públicas (8):

UFV – Universidade Federal de Viçosa. UFPR – Universidade Federal do Paraná. UFSCar – Universidade Federal de São Carlos. UFBA – Universidade Federal da Bahia. UFC – Universidade Federal do Ceará. UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. UFF – Universidade Federal Fluminense. UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Confessionais, comunitárias e filantrópicas (3):

PUC-SP – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. PUC-RJ – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. PUC-RS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

1.3 – Universidades de pesquisa e doutorado – restritas

Públicas (14):

UFPA – Universidade Federal de Lavras. UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. UFSM – Universidade Federal de Santa Maria. UFU – Universidade Federal de Uberlândia. UEM – Universidade Estadual de Maringá. UFPB – Universidade Federal da Paraíba. UFPEL – Universidade Federal de Pelotas. UFPA – Universidade Federal do Pará. UENF – Universidade Estadual do Norte Fluminense. UFCG – Universidade Federal de Campina Grande. UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco. UEL – Universidade Estadual de Londrina. UFG – Universidade Federal de Goiás. UFES – Universidade Federal do Espírito Santo.

Confessionais, comunitárias e filantrópicas (3):

Puccamp – Pontifícia Universidade Católica de Campinas. Uninos – Universidade do Vale do Rio dos Sinos. Umesp – Universidade Metodista de São Paulo.

Particular (1):

UGF – Universidade Gama Filho.

1.4 – Instituições de pesquisa e doutorado – especializadas

Públicas (5):

Unifesp – Universidade Federal de São Paulo. Fiocruz – Fundação Instituto Oswaldo Cruz. Inpe – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Inpa – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. ITA – Instituto Tecnológico de Aeronáutica.

Confessionais, comunitárias e filantrópicas (2):

FGV/SP – Fundação Getulio Vargas-SP. FCMSCSP – Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo.

CAPÍTULO 2

A FORMAÇÃO NAS ÁREAS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA, ENGENHARIAS E MATEMÁTICA (CTEM) EM NÍVEL SUPERIOR NO BRASIL: SABERES MODERNOS EM INSTITUIÇÕES TRADICIONAIS

MARIA LÍGIA DE OLIVEIRA BARBOSA *

CAROLINA ZUCCARELLI **

* Laboratório de Pesquisa Ensino Superior: Expansão, Diversificação, Democratização do Programa de Pós-Graduação em Sociologia e Antropologia (PPGSA) do Instituto de Filosofia e Ciências Sociais(IFCS) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

** doutoranda em sociologia (PPGSA/UFRJ)

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 66 |
| 2. O DESENHO INSTITUCIONAL DO SISTEMA DE ENSINO SUPERIOR BRASILEIRO | 67 |
| 3. ESBOÇOS DE CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E DOS CURSOS DE CTEM, ANALISANDO-SE AS SUAS CONDIÇÕES DE ACESSO E DE SUCESSO | 76 |
| 4. OBSERVAÇÕES FINAIS – OU POR QUE OS ARRANJOS INSTITUCIONAIS DO SES BRASILEIRO SÃO PARTICULARMENTE CRUÉIS PARA AS ÁREAS CTEM | 90 |
| REFERÊNCIAS | 93 |
| ANEXOS | 95 |

1. INTRODUÇÃO

A expansão recente do ensino superior levou ao aumento significativo das matrículas nesse nível de educação. Também o número de conclusões de cursos tem aumentado. Configura-se assim um novo nível de disputas sociais no qual, segundo Valle Silva (2003), tendem a crescer as desigualdades. Se aumentam os estudos sobre o possível caráter democratizante dessa expansão e da diversificação do ensino superior brasileiro, cabe ainda perguntar de que formas e em que proporções tal expansão ocorreu nas diferentes áreas de conhecimento, ou qual a importância dada a cada ramo do conhecimento.

Estudos anteriores¹ indicam diferenças entre as distintas áreas de conhecimento no que diz respeito à qualidade dos cursos e ao oferecimento de maior ou menor igualdade de oportunidades. Verifica-se também a existência de distinções quanto aos efeitos ou ao peso das bolsas de estudos na capacidade que as diferentes áreas teriam para assegurar a permanência dos alunos até sua diplomação: cursos em áreas profissionais, com mercado bastante regulado (medicina, engenharia e direito) têm mais facilidades que as licenciaturas para garantir a conclusão dos cursos. Também a natureza da instituição (pública ou privada) e o tipo de curso (bacharelado ou licenciatura; acadêmico ou tecnológico) permitem diferenciar os níveis de aprendizado atingidos pelos alunos.

Tudo isso indica que, efetivamente, existem diferenças significativas entre áreas de conhecimento que se traduzem em níveis variáveis de atratividade dos cursos, estratégias de formação, padrões de aprendizado e preparação para o mercado.

No caso em pauta, a abordagem das chamadas áreas CTEM – ciência, tecnologia, engenharias e matemática – se constitui num desafio colocado pelas novas demandas de mão de obra muito qualificada, particularmente nos segmentos de tecnologia e engenharias.

Esta abordagem se justifica, do ponto de vista empírico, pelo papel muitas vezes atribuído às áreas de ciências exatas em geral e à engenharia em particular, como sustentáculo do progresso e do desenvolvimento econômico e social de cada nação. Discute-se também, atualmente, a existência de uma demanda não atendida de pessoal qualificado na área nos diversos níveis. Tal demanda desenha o contorno de uma problemática abrangente: em que medida o nosso sistema de ensino superior está habilitado a formar eficientemente e com altos padrões de qualidade os profissionais que fazem falta no mercado?² De um ponto de vista mais teórico, há indicações da necessidade de se considerar de maneira mais específica os efeitos (ou a influência) da divisão técnica do trabalho sobre os padrões de relações sociais, quer nas formas pedagógicas e organizacionais do ensino em cada área, quer nos mecanismos distintos de produção e difusão dos conhecimentos (Grusky e Weeden, 2001; Grusky e Sorensen, 1998). Ou seja, evidencia-se a necessidade de avançar a pesquisa sobre os diferentes tipos de formação e construção das identidades profissionais e suas relações com a estrutura da sociedade.

Para compreender essa variabilidade, suas causas e seus efeitos, este capítulo se propõe a analisar as áreas CTEM segundo as dimensões que delimitam as três seções posteriores a esta introdução. Na segunda seção, serão discutidas as formas institucionais e os desenhos da divisão técnica do trabalho no sistema de ensino superior. Na terceira seção, é esboçada

1 Por exemplo, Barbosa e Santos (2011), Moreira (2010) e Ojala (2008).

2 A esse respeito, ver Gusso e Nascimento (2011), Barbosa (2012) e Trigueiro (2010).

uma caracterização das áreas CTEM e dos cursos que as compõem, sendo analisadas as suas condições de acesso e de sucesso. Na quarta seção, são feitas observações finais, destacando-se particularmente os entraves colocados às áreas de CTEM pelos próprios arranjos institucionais do sistema de ensino superior brasileiro.

A análise dessas dimensões permite avançar na compreensão do sentido social atribuído aos cursos das áreas CTEM. As indicações dessa análise exploratória confirmam estudos desenvolvidos para o sistema brasileiro de ensino superior como um todo que mostram a prevalência de uma visão academicista e bacharelesca, típica das sociedades tradicionais e pouco afeita às características modernas do conhecimento científico e tecnológico predominante nessas áreas. Esse domínio do chamado "viés acadêmico" reduziria o valor social e econômico de títulos associados a cursos mais técnicos.

São usados neste capítulo os microdados dos censos da educação superior disponíveis na página do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) na internet. Por meio desses dados será possível avaliar o peso relativo da área em pauta no processo recente de expansão do ensino superior, analisando-se tanto o número quanto o padrão ou tipo das instituições de formação, bem como a proporção dos alunos, dos ingressantes e dos formandos nos cursos. Para a caracterização social do alunado, não serão utilizados os indicadores clássicos (escolaridade e renda familiar), mas apenas idade de entrada e conclusão dos cursos, também reconhecida como um indicador razoável de posição social.

2. O DESENHO INSTITUCIONAL DO SISTEMA DE ENSINO SUPERIOR BRASILEIRO

2.1 Reorganização das formas burocrático-administrativas do Sistema de Ensino Superior

Para se avaliar a formação superior nas áreas CTEM, há imensos desafios já anteriormente apontados. Seguindo caminho trilhado por Gusso e Nascimento (2014),³ iniciamos pela tentativa de caracterizar tendências de diferenciação nos padrões de qualidade do nosso sistema de ensino superior (SES), a partir das informações disponíveis sobre as instituições que o constituem.

A expansão recente do SES pode ser evidenciada preliminarmente no crescimento do número de instituições ao longo do período de 2001 a 2010. Introduzindo-se desde já a diferenciação por categoria administrativa, na tabela 1, pode-se observar que o total de instituições passa de 1.391, em 2001, para 2.378, em 2010.

3 Gusso, D. A.; Nascimento, P. A. M. M.. Evolução da formação de engenheiros e profissionais técnico-científicos no Brasil entre 2000 e 2012, capítulo 1 deste volume.

TABELA 1 - Evolução do número de instituições de educação superior por categoria administrativa – Brasil (2001-2010)

| Ano | Federal (%) | Estadual (%) | Municipal (%) | Privada (%) | Total |
|------|-------------|--------------|---------------|-------------|-------|
| 2001 | 4,82 | 4,53 | 3,81 | 86,84 | 1.391 |
| 2002 | 4,46 | 3,97 | 3,48 | 88,09 | 1.637 |
| 2003 | 4,46 | 3,50 | 3,17 | 88,86 | 1.859 |
| 2004 | 4,32 | 3,73 | 3,08 | 88,87 | 2.013 |
| 2005 | 4,48 | 3,46 | 2,73 | 89,33 | 2.165 |
| 2006 | 4,63 | 3,66 | 2,64 | 89,07 | 2.270 |
| 2007 | 4,65 | 3,59 | 2,67 | 89,08 | 2.281 |
| 2008 | 4,13 | 3,64 | 2,71 | 89,52 | 2.252 |
| 2009 | 4,06 | 3,63 | 2,9 | 89,41 | 2.314 |
| 2010 | 4,16 | 4,54 | 2,99 | 88,31 | 2.378 |

Fonte: INEP/MEC.

É importante notar que esse crescimento, aqui medido apenas pelo número de instituições, já aconteceu a partir de um período anterior em que teria havido uma quase duplicação do número de estudantes (Porto e Régnier, 2003). Essa informação torna ainda mais significativo esse crescimento. É essencial notar também que houve um recrudescimento da presença de instituições privadas, que aumentaram sua participação, evoluindo de 86,84% em 2001 para 88,31% em 2010. Essa proporção atingiu um nível máximo em 2008, e a pequena queda dos anos seguintes pode estar associada, além dos processos de compra das instituições menores, a uma pequena retomada da expansão no setor público estadual e federal. A pouca expansão do ensino superior controlado por municípios aparece como um fator importante do fortalecimento do setor privado, também auxiliado pela quase paralisia – com movimentos de decréscimo no início do período e um pequeno crescimento a partir de 2008 – das instituições estaduais e por uma redução das instituições federais.

A tabela 2 apresenta uma melhor caracterização das instituições de ensino superior (IES), através da razão entre o número de matrículas de graduação e o total de instituições por categoria administrativa. É possível notar que as categorias federal e estadual concentram o maior número de matrículas numa mesma instituição, se comparadas às IES privadas. Fica claro que as instituições privadas são menores. No entanto, os processos mais recentes de compra e fusão dessas instituições podem mudar o quadro, particularmente considerando-se que apenas uma delas congrega, em 2013, 1 milhão de estudantes.

TABELA 2 - Distribuição do número de instituições por categoria administrativa, segundo faixas de quantidade de matrículas – Brasil (2010)

| Matrículas/faixas de matrícula | Federal | Estadual | Municipal | Privada | Total |
|--------------------------------|---------|----------|-----------|---------|-------|
| Até 1.000 | 0,95 | 3,68 | 3,00 | 92,37 | 1.468 |
| De 1.001 a 2.000 | 4,07 | 4,07 | 3,78 | 88,08 | 344 |
| De 2.001 a 3.000 | 6,59 | 2,99 | 2,99 | 87,43 | 167 |
| De 3.001 a 5.000 | 8,33 | 1,39 | 2,78 | 87,5 | 144 |
| De 5.001 a 7.000 | 15,00 | 8,33 | 3,33 | 73,33 | 60 |
| De 7.001 a 10.000 | 4,00 | 14,00 | 2,00 | 80,00 | 50 |
| Mais de 10.000 | 25,69 | 14,58 | 1,39 | 58,33 | 144 |

Fonte: Inep/MEC.

Obs.: Das 2.378 IES registradas no Censo 2010, uma delas, da categoria privada, não foi incluída no cálculo por oferecer somente cursos sequenciais.

No que diz respeito à organização acadêmica das IES, conforme mostra a tabela 3, as faculdades são presença majoritária, com 85,2% de participação, seguindo-se 8,0% de universidades, 5,3% de centros universitários e 1,6% de institutos federais de educação, ciência e tecnologia (IFs) e centros federais de educação tecnológica (CEFETs), num total de 2.378 instituições. Em relação ao ano anterior, as taxas de variação mostram aumentos de 5,7% para os IFs e CEFETs, 3,0% para as faculdades 2,2% para as universidades, e decréscimo de 0,8% para os centros universitários. Essa dimensão torna-se assaz relevante, pois, mesmo com as dificuldades para a devida caracterização dos padrões organizacionais e das práticas pedagógicas, haveria indicações de que o formato acadêmico adotado pela instituição tem efeitos sobre os níveis de aprendizado obtidos pelos alunos (Prates, Faleiros e Paula, 2012; Prates, 2007; Moreira, 2010).

TABELA 3 - Evolução do número de instituições de educação superior por organização acadêmica – Brasil (2001-2010)

| Ano | Universidades (%) | Centros universitários (%) | Faculdades (%) | IFs e CEFETs (%) | Total |
|------|-------------------|----------------------------|----------------|------------------|-------|
| 2001 | 11,21 | 4,74 | 82,17 | 1,87 | 1.391 |
| 2002 | 9,90 | 4,70 | 83,51 | 1,89 | 1.637 |
| 2003 | 8,77 | 4,36 | 84,78 | 2,10 | 1.859 |
| 2004 | 8,40 | 5,32 | 84,60 | 1,69 | 2.013 |
| 2005 | 8,13 | 5,27 | 85,08 | 1,52 | 2.165 |
| 2006 | 7,84 | 5,24 | 85,46 | 1,45 | 2.270 |
| 2007 | 8,02 | 5,26 | 85,27 | 1,45 | 2.281 |
| 2008 | 8,13 | 5,51 | 84,86 | 1,51 | 2.252 |
| 2009 | 8,04 | 5,49 | 84,96 | 1,51 | 2.314 |
| 2010 | 7,99 | 5,30 | 85,16 | 1,56 | 2.378 |

Fonte: INEP/MEC.

Obs.: Foram consideradas em faculdades: faculdades, faculdades integradas, institutos ou escolas superiores e faculdades de tecnologia.

Nesse quadro, merece destaque a redução relativa do número de universidades, que passa de 11,2% em 2001 para 8,0% em 2010. De outro lado, as faculdades, que já eram 82,2% das instituições, passam a representar 85,2%, reforçando a natureza fortemente privada do processo de expansão do sistema de ensino superior brasileiro.

A tabela 4 busca caracterizar as instituições por número de cursos de graduação oferecidos, dado que pode ser tomado tanto como medida de expansão como de diversificação.

TABELA 4 - Número de instituições de educação superior, conforme o número de cursos de graduação por elas oferecidos – Brasil (2010)

| Número de cursos | Quantidade de IEs | % |
|------------------|-------------------|------|
| Menos que 10 | 1.744 | 73,4 |
| 11-20 | 310 | 13 |
| 21-50 | 191 | 8 |
| 51- 00 | 88 | 3,7 |
| 100 ou mais | 44 | 1,9 |
| Total | 2.377 | 100 |

Fonte: Inep/MEC.

Nota: Das 2.378 IES registradas no Censo 2010, uma delas, da categoria privada, não foi incluída no cálculo por oferecer somente cursos sequenciais.

É grande o número de IES com menos de dez cursos, representando 73,4% do total de IES em 2010. Destas, 771 têm um ou dois cursos, sinalizando que essas pequenas instituições se polarizam em torno de um curso ou área de conhecimento. São oitocentas as instituições – quase um terço das IES – cuja totalidade de matrículas corresponde a uma única área geral do conhecimento científico. A tabela 5 mostra o número de IES que oferecem cursos de uma única área de conhecimento. Nota-se que são as áreas de ciências sociais, negócios e direito e educação as que estão presentes na maior parte das instituições que possuem cursos de apenas uma área.

TABELA 5 - Número de IES que oferecem cursos de uma única área geral de conhecimento – Brasil (2010)

| Área geral do conhecimento | Quantidade de IES |
|---------------------------------------|-------------------|
| Ciências sociais, negócios e direito. | 394 |
| Educação | 175 |
| Saúde e bem-estar social | 72 |
| Engenharia, produção e construção | 52 |
| Humanidades e artes | 50 |
| Ciências, matemática e computação | 44 |
| Agricultura e veterinária | 9 |
| Serviços | 4 |
| Total | 800 |

Fonte: INEP/MEC (2010).

Num resumo pouco analítico, pode-se dizer que o SES brasileiro combina diferentes formatos institucionais em instituições públicas e privadas. Entre as públicas, encontram-se instituições de vários tamanhos, com um predomínio daquelas de grande porte, com muitos cursos. Essa situação se inverte entre as instituições privadas, majoritariamente de pequeno porte.

Apesar de várias controvérsias, algumas animadas por preconceitos ideológicos, é inegável o peso numérico do conjunto das instituições privadas. Com a instalação do Programa Universidade para Todos (Prouni), abriu-se um espaço importante para a discussão da questão da qualidade do ensino superior, considerado de forma inadequada como sendo uniformemente ruim. Ao mesmo tempo, o funcionamento do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) trouxe novos recursos para o ensino superior público, indicando possíveis alterações nesse equilíbrio.

2.2 Diversificação dos percursos de formação

Se esses formatos institucionais podem criar diferenças nas trajetórias sociais, outra indicação da literatura na área é que o tipo de grau associado a cada curso (bacharelado, licenciatura, tecnológico) seria também um fator importante para diferenciar os percursos dos estudantes, tanto ao longo da escolarização quanto no mercado de trabalho. A tabela 6 apresenta o número de cursos segundo o grau conferido em 2010.

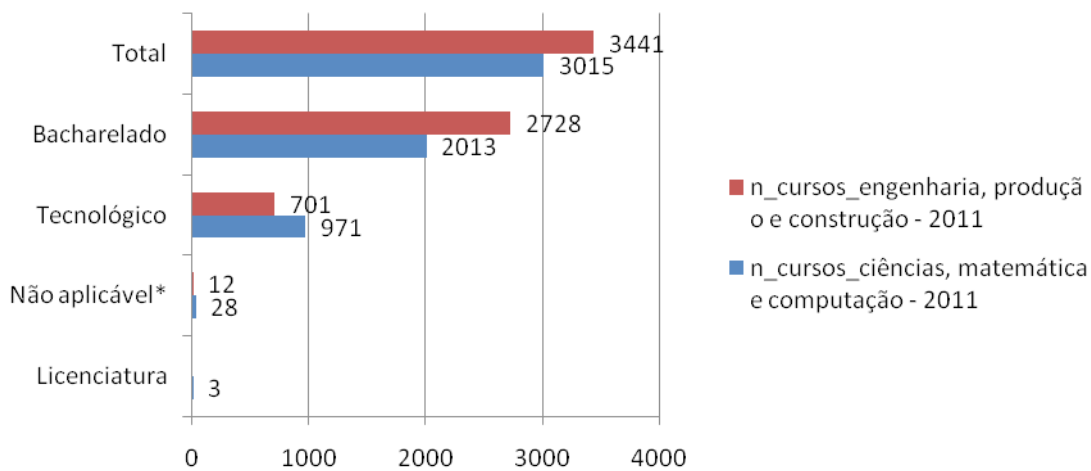
TABELA 6 - Número de cursos segundo o grau conferido (2010)

| Grau conferido | | Nº de cursos | Participação (%) |
|----------------|--------------|---------------|------------------|
| Válidos | Bacharelado | 16.586 | 55,6 |
| | Licenciatura | 7.922 | 26,6 |
| | Tecnológico | 4.999 | 16,8 |
| | Subtotal | 29.507 | 98,9 |
| Missing | System | 328 | 1,1 |
| Total | | 29.835 | 100,0 |

Fonte: INEP (2010).

A partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) de 1996, o ensino superior brasileiro incluiu – reforçando o que já estava disposto na versão anterior dessa lei –, além dos cursos de graduação e programas de pós-graduação, cursos sequenciais e de extensão. Destinados a públicos distintos, os tipos de curso têm estruturas organizacionais e projetos pedagógicos bastante diferenciados. Um dos itens mais intensamente regulados pelo Ministério da Educação (MEC) nessa área é a duração, em termos de mínimo de carga horária a ser cumprida para cada tipo de formação. Obviamente, esse tipo de regulamentação não é meramente burocrático, incidindo sobre a própria organização dos conteúdos curriculares. Do ponto de vista deste estudo, importa reter diferenças significativas entre os cursos de graduação, particularmente para as áreas CTEM. A carga horária mínima estabelecida para cursos selecionados, tanto aqueles de bacharelado quanto os tecnológicos, encontra-se no anexo A.

GRÁFICO 1 - Número de cursos nas áreas CTEM segundo o grau atribuído



Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

O domínio do bacharelado como forma de graduação universitária também pode ser verificado como uma tendência em todas as áreas do conhecimento, tal como ilustra a tabela 7.

TABELA 7 - Cursos segundo o grau acadêmico e a área de conhecimento (2011) // (Em %)

| Área | Grau do curso | | | |
|--------------------------------------|---------------|--------------|-------------|-------|
| | Bacharelado | Licenciatura | Tecnológico | Total |
| Agricultura e veterinária | 77,3 | 0,0 | 22,7 | 100,0 |
| Ciências sociais, negócios e direito | 72,2 | 0,3 | 25,8 | 100,0 |
| Ciências, matemática e computação | 66,8 | 0,1 | 32,2 | 100,0 |
| Educação | 0,5 | 98,6 | 0,0 | 100,0 |
| Engenharia, produção e construção | 79,3 | 0,0 | 20,4 | 100,0 |
| Humanidades e artes | 71,7 | 1,0 | 25,2 | 100,0 |
| Saúde e bem-estar social | 96,8 | 0,1 | 3,0 | 100,0 |
| Serviços | 32,6 | 0,3 | 66,1 | 100,0 |
| Total | 55,4 | 25,7 | 17,8 | 100,0 |

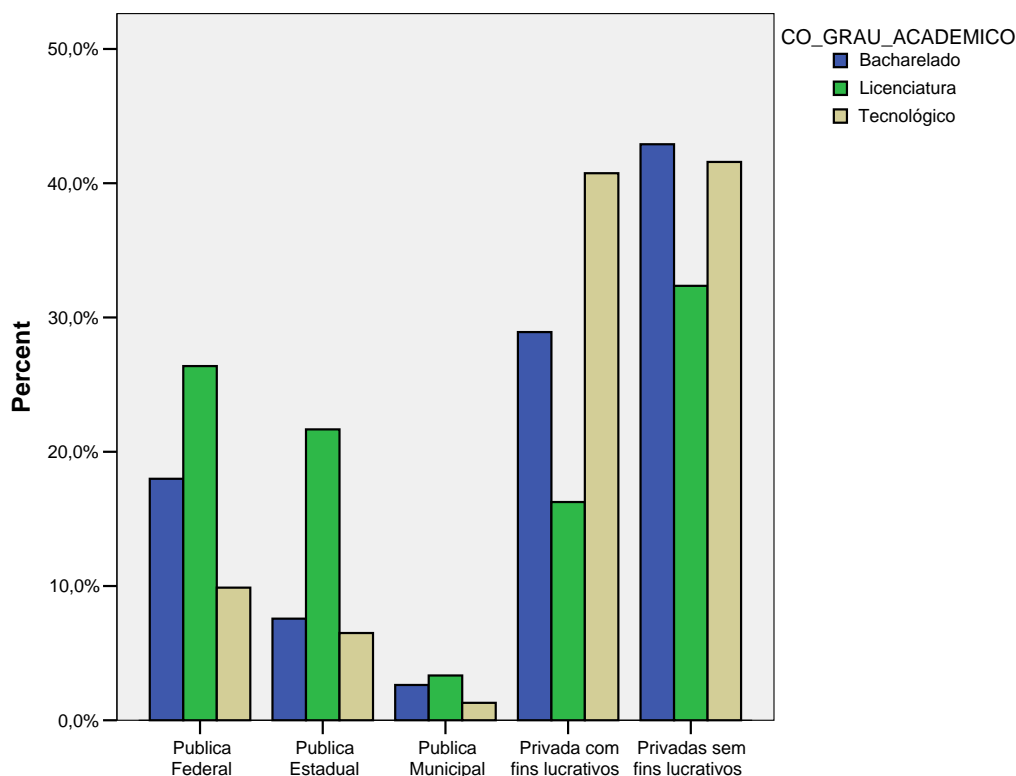
Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

Obs.: Foi excluída a coluna com os dados referentes à resposta "não se aplica" e, por isso, nem sempre o somatório das linhas será exatamente 100%.

É notável que a área de engenharia, produção e construção tenha menos cursos tecnológicos inclusive que a área de humanidades. Mas esse é um dos pontos importantes do nosso argumento.

Verifica-se também as diferentes valorizações atribuídas aos tipos de diplomas no gráfico 2, que aponta as distintas proporções de modalidades de diplomas oferecidos nos cursos segundo a categoria administrativa da instituição. Utilizando dados do Censo do Ensino Superior de 2011, é possível constatar que as licenciaturas são a forma modal de cursos das instituições públicas, ao passo que os cursos tecnológicos ganham maior peso nas instituições privadas. No conjunto, os bacharelados correspondiam, naquele ano, a 55,4% do total de cursos (17.031); as licenciaturas, com 7.911, cursos detinham 24,7% do total; e os 5.478 cursos tecnológicos perfaziam os 17,8% restantes. A criação de inúmeras licenciaturas nas instituições públicas, provavelmente incentivada por políticas recentes, principalmente o Reuni, pode vir a representar uma mudança de sentido no domínio do bacharel como modelo ideal de formação universitária. Todavia, a presença maciça dos cursos tecnológicos no setor privado de ensino terciário pode indicar problemas tanto na valorização desse tipo de percurso educacional quanto no que diz respeito à qualidade dessa formação. As duas indicações aparecem nos estudos mais diversos, muitos deles mencionados ao longo deste estudo.

GRÁFICO 2 - Proporção de tipos de grau acadêmico (número de cursos) oferecidos segundo a categoria administrativa



Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

As diferenças técnicas entre os vários graus conferidos se travestem de diferenças sociais: o bacharelado assume posição dominante num sistema de ensino superior que, apesar de inúmeras tentativas de correção, é fortemente marcado pelo viés acadêmico (Schwartzmann, 2011). Com isso, os cursos de licenciatura e os tecnológicos são muito desvalorizados,

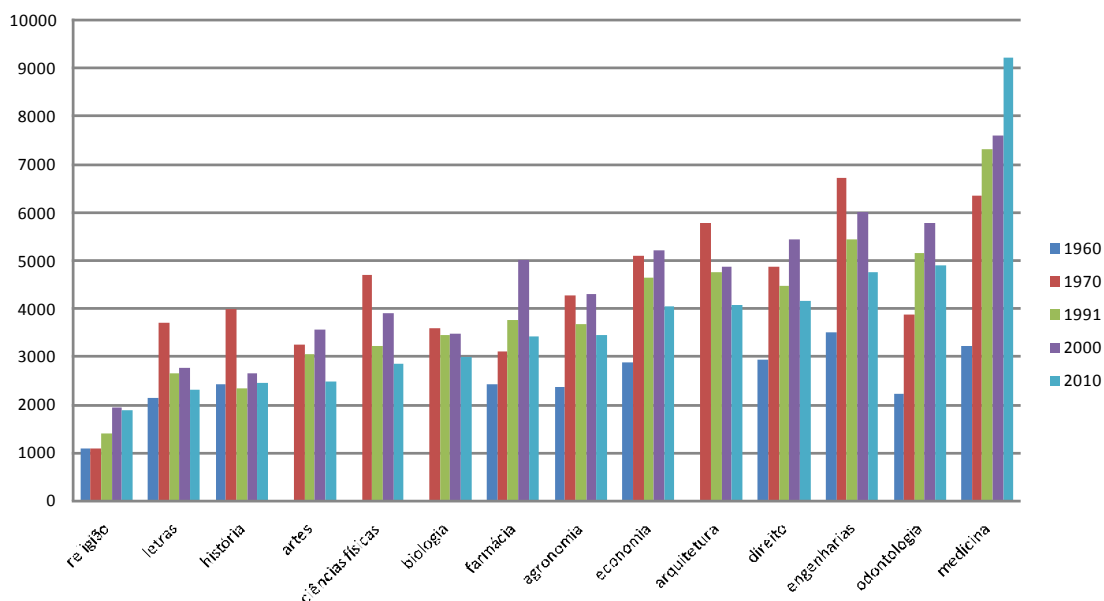
indicando que talvez o academicismo seja, mais que um viés, o traço dominante do nosso ensino terciário. Esse assumiria assim feições patrimonialistas ou tradicionais que tornam o sistema universitário brasileiro pouco eficiente tanto do ponto de vista social quanto econômico e científico (Barbosa, 2012).

É importante notar que os diferentes formatos institucionais e administrativos, assim como o tipo de grau conferido, serão considerados como variáveis explicativas para a análise das áreas CTEM. Fica ainda a pergunta sobre por que alguns desses fatores mencionados até aqui, associados às dimensões sociais da produção e transmissão de conhecimentos, tornam-se particularmente decisivos nessas áreas.

2.3 Diversificação dos conteúdos disciplinares

As áreas em que são oferecidos os diferentes cursos em cada momento expressam – do ponto de vista da sociologia das profissões – o estado da arte das lutas entre grupos profissionais na busca do estabelecimento de controles sobre aquelas áreas da divisão técnica do trabalho que funcionam sob a jurisdição desses mesmos grupos (Abbott, 1988). Nesse sentido, o fato de pertencer a uma ou outra área de conhecimento não seria neutro, nem do ponto de vista técnico nem da perspectiva social. Considerando apenas as profissões de nível superior, Ribeiro e Schlegel (2013) colocam em evidência a existência de diferenças significativas entre os rendimentos monetários segundo as carreiras de nível superior, diferenças que se repetem no que diz respeito às proporções de homens e mulheres e de brancos, amarelos, pretos e pardos. O gráfico 6 mostra, com uso dos dados dos censos demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) de 1960 a 2010, as diferenças de rendimento médio por área do diploma de nível superior.

GRÁFICO 3 - Renda predita para homens com diferentes cursos de nível superior – Brasil (1960, 1970, 1991, 2000 e 2010)

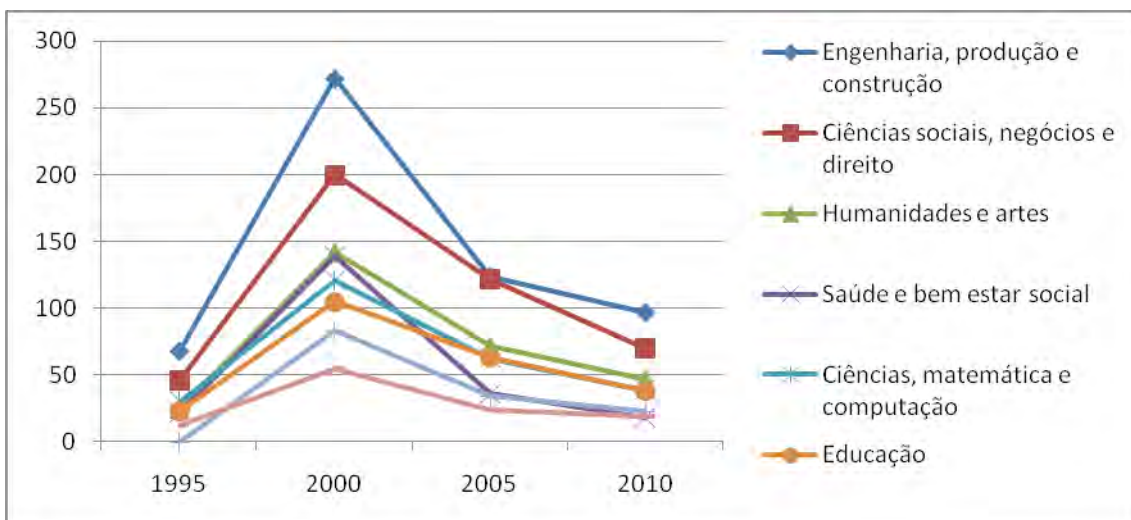


Fonte: Ribeiro e Schlegel (2013, p. 20).

Sem discutir o cuidadoso trabalho de construção e análise das variáveis apresentadas, tomamos o gráfico como evidência das diferenciações associadas aos distintos espaços da divisão técnica do trabalho. Por um trabalho de construção institucional, várias dimensões propriamente sociais são elaboradas pelas lideranças de grupos profissionais, visando não apenas garantir sua posição monopólica no mercado (como é claramente o caso dos médicos, grupo mais bem-sucedido nessa empreitada em todas as sociedades modernas), mas também para assegurar formas adequadas de socialização profissional, o que inclui tanto os currículos dos cursos como outros detalhes menos visíveis – por exemplo, a definição dos nomes dos cursos e das áreas de conhecimento.

A nomenclatura dos cursos superiores, tanto na área tecnológica quanto na acadêmica, sofreu um intenso processo de sistematização na primeira década dos anos 2000, produzindo-se assim um enxugamento de tais áreas. É o que nos informa o gráfico 2, que já considera a normalização feita pelo MEC, em consulta pública, a partir de 2009.

GRÁFICO 4 - Nomenclatura dos cursos superiores segundo as áreas



Fonte: Censos da Educação Superior.

Se em alguns casos estamos diante de meros ajustes nominais, em outros vemos a nomenclatura mudar para estabelecer desenhos institucionais distintos, como, por exemplo, na administração, que passa a dar um caráter tecnológico para algumas de suas habilitações que anteriormente se aninhavam no bacharelado. Para se compreender esses movimentos, seria necessária uma sociologia dos currículos que permitisse explicitar o processo pelo qual diferentes grupos profissionais conseguem se apropriar de espaços maiores ou menores na divisão técnica do trabalho, e de que maneira essa apropriação se expressa nos conteúdos disciplinares de cada área (Gripp, 2013). Apesar de sua importância, não é possível neste espaço entrar muito a fundo nesta discussão. Frisa-se apenas a necessidade de considerar que diferentes áreas de conhecimento geralmente estão associadas a regimes sociais bastante variados, que incluem as dimensões pedagógica e científica, assim como níveis de prestígio e legitimidade sociais.

O estudo de Trigueiro (2010), sobre a formação de recursos humanos nas áreas estratégicas de ciência, tecnologia e inovação, oferece evidências e gera questionamentos essenciais para que se possa analisar a especificidade desse campo

de conhecimento. Esse estudo focaliza exatamente as áreas que estão em pauta (CTEM) para analisar os modos de funcionamento e o grau de adequação do nosso ensino superior. Numa época em que se instalam novos modos de produzir conhecimento científico, o SES brasileiro apresenta inúmeras insuficiências, ficando bem aquém das necessidades apontadas nos mais diversos relatórios (Trigueiro, 2010, p. 26). Entre essas insuficiências destaca-se um desencaixe entre as novas formas de produzir ciência – tendencialmente mais multidisciplinares ou interdisciplinares – e uma estrutura pouco dinâmica e fortemente burocratizada em torno das disciplinas tradicionais. Atento às diferenças desenvolvidas em torno da divisão técnica do trabalho, Trigueiro destaca que a mera expansão de vagas não chega sequer a cumprir todos os requisitos do Reuni, que demandava também uma profunda revisão e adequação dos conteúdos curriculares.

Momento de grandes incertezas no panorama internacional e de muitas expectativas no plano nacional (...) o tema do ensino superior ganha destaque e exige abordagens consequentes e propostas adequadas para enfrentar o difícil debate em torno dos novos perfis profissionais e dos currículos que melhor expressem concepções pedagógicas, práticas e valores acadêmicos, consentâneos aos desafios impostos (Trigueiro, 2010, p. 87).

Juntamente com as categorias administrativas e o tipo de grau conferido, a inserção em cada área específica do conhecimento científico forma um conjunto de fatores de natureza socioinstitucional que estabelece padrões variáveis na qualidade do ensino superior ministrado e na sua capacidade de atender as demandas do mercado de trabalho.

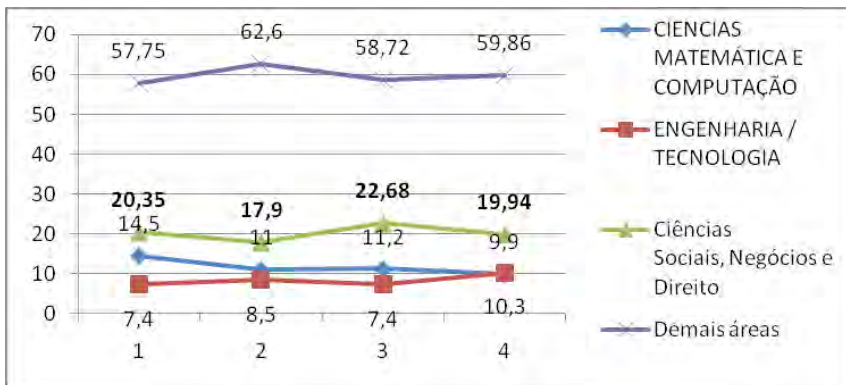
Como argumentam Gusso e Nascimento (2014), a qualidade dos cursos frequentados é um fator importante para a análise dos debates sobre a relação entre as demandas do mercado de trabalho e a oferta de egressos do sistema de ensino superior. Propõe-se aqui avançar na discussão acerca da qualidade, sugerindo três níveis de especificação – categoria administrativa, tipo de grau e área de conhecimento – e verificando alguns indicadores pedagógicos e sociais que podem estar associados aos níveis de qualidade.

3. ESBOÇOS DE CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E DOS CURSOS DE CTEM, ANALISANDO-SE AS SUAS CONDIÇÕES DE ACESSO E DE SUCESSO

Antes de entrar nos perfis propriamente ditos, seria importante verificar a variação do peso das diferentes áreas no conjunto de cursos oferecidos no ensino superior brasileiro. Obviamente não se podem produzir explicações sofisticadas a partir dessa informação. Trata-se apenas de indicações sobre a movimentação das áreas, a qual pode significar tanto processos de racionalização e alteração das nomenclaturas dos cursos quanto percepções de gestores do setor público e investidores do setor privado sobre os interesses do seu público potencial. Nos dois casos, podem-se abrir questões de pesquisa muito interessantes sobre a relevância de cada área.

Apenas como indicação, como foi mencionado, o gráfico 3 mostra as diferentes proporções representadas pelos cursos CTEM no conjunto daqueles oferecidos no país. Verifica-se um crescimento importante dos cursos de engenharia, que passam de 7,4% em 1995 para 10,3% do total em 2010. Com a diminuição da proporção na área de ciências, matemática e computação, os cursos CTEM permanecem estáveis enquanto proporção no quadro de formação oferecido no sistema brasileiro de ensino superior. É interessante comparar com os cursos de ciências sociais, negócios e direito, que têm quase a mesma proporção dos cursos CTEM somados.

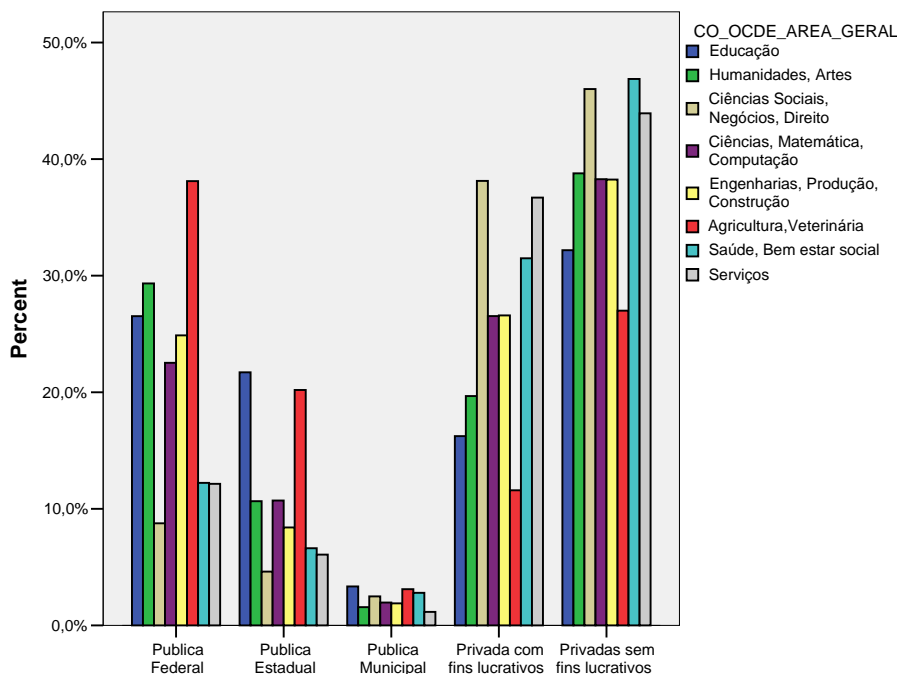
GRÁFICO 5 - Proporção das áreas nos cursos oferecidos (1995, 2000, 2005 e 2010)



Fonte: Inep/MEC, Censos da Educação Superior dos anos de 1995, 2000, 2005 e 2010.

Essas proporções também se alteram quando se considera as diferentes categorias administrativas das instituições de ensino superior. O gráfico 4 permite avaliar o peso das instituições públicas, que abrigam, por exemplo, um pouco mais da metade dos cursos de agronomia e veterinária. Ao mesmo tempo, os cursos de ciências sociais, negócios e direito concentram-se nas instituições privadas. O mesmo pode ser dito das áreas CTEM, que têm o maior percentual de cursos concentrados nessas instituições.

GRÁFICO 6 - Presença das áreas de conhecimento segundo a categoria administrativa



Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

3.1 OS ALUNOS: ACESSO AO ENSINO SUPERIOR

Uma importante característica das IES no Brasil é a concentração de matrículas em um número reduzido de instituições, conforme mostra a tabela 7. As universidades concentram 54,3% das matrículas, mesmo tendo tido uma diminuição no percentual das matrículas ao longo de 2001 a 2010. As faculdades concentram 31,2% das matrículas; os centros universitários, 13,1%; e os IFETs e CEFETs, 1,4%.

Esse tipo de informação gera algum conflito com o dado precedente: a diversidade institucional está associada a variações no desempenho e aprendizado dos alunos. No entanto, a forma universitária é largamente dominante. Nesse sentido, o desequilíbrio entre o título institucional (universidade, por exemplo) e as práticas organizacionais e pedagógicas internas a cada uma delas exige pesquisas que, como destacam Gusso e Nascimento (2014), capturem as realidades além das nomenclaturas formais. Nesse sentido, a metáfora do “nome da rosa”, proposta pelos autores mencionados, junta a pesquisa sociológica sobre o valor dos nomes – que incluiria tanto Pierre Bourdieu quanto Charles Tilly – com a pesquisa sobre as dimensões formais e informais nas organizações, cara a Michel Crozier e Erhard Friedberg, mas também presente nos estudos sobre o “jeitinho” brasileiro de Roberto DaMatta.

TABELA 8 - Evolução da participação matrículas de graduação por organização acadêmica – Brasil (2001-2010) // (Em %)

| Ano | Universidades | Centros universitários | Faculdades | IFs e CEFETs |
|------|---------------|------------------------|------------|--------------|
| 2001 | 64,6 | 11,1 | 23,6 | 0,7 |
| 2002 | 62,1 | 12,3 | 24,8 | 0,7 |
| 2003 | 58,9 | 12,8 | 27,4 | 0,9 |
| 2004 | 57,3 | 14,6 | 27,3 | 0,8 |
| 2005 | 56,1 | 14,9 | 28,4 | 0,6 |
| 2006 | 54,2 | 15,2 | 30 | 0,6 |
| 2007 | 55,8 | 13,4 | 30,1 | 0,7 |
| 2008 | 56,3 | 13 | 29,9 | 0,8 |
| 2009 | 55,5 | 13,4 | 30 | 1,1 |
| 2010 | 54,3 | 13,1 | 31,2 | 1,4 |

Fonte: Inep/MEC.

Obs.: Foram consideradas em faculdades: faculdades, faculdades integradas, institutos ou escolas superiores e faculdades de tecnologia.

Apesar da concentração do número de matrículas nas universidades, os resultados mostram que as faculdades representam o maior número de instituições de educação superior. Vale lembrar que a diversificação do sistema de ensino superior é uma das metas do Plano Nacional de Educação (PNE) 2001-2010. Se o número de instituições poderia indicar diversificação, o percentual de alunos no formato universidade problematiza essa ideia.

Conforme visto acima, pode-se dizer que há um predomínio claro das IES de pequeno porte, visto que 85,2% delas são faculdades (tabela 3). Considerando a distribuição do número de matrículas por área geral de conhecimento, apresentada

na tabela 8, as áreas de ciências sociais, negócios e direito e educação representam mais de 60% de todas as matrículas de graduação.

Nesse ponto é bom destacar que há uma desproporção entre o percentual de alunos e o de cursos, particularmente no que diz respeito à área de ciências, matemática e computação. Apresentando uma tendência de baixa na proporção – essa grande área passou de 14,5% em 1995 para 9,9% do conjunto de cursos oferecidos em 2010 –, os cursos dessa área não parecem muito atrativos. Apenas 2,3% dos estudantes de nível superior ingressam nessa área geral.

TABELA 9 - Distribuição do número de matrículas por área geral de conhecimento – Brasil (2010)

| Área geral do conhecimento | (%) |
|---------------------------------------|------|
| Ciências sociais, negócios e direito. | 41,5 |
| Educação | 21,2 |
| Saúde e bem estar social | 14 |
| Engenharia, produção e construção | 9,9 |
| Humanidades e artes | 6,5 |
| Ciências, matemática e computação | 2,3 |
| Agricultura e veterinária | 2,3 |
| Serviços | 2,3 |

Fonte: Inep/MEC.

Obs.: Não foram consideradas as matrículas nos cursos de Área Básica de Curso.

As taxas de escolarização bruta e líquida do período 2001 a 2009 indicam uma significativa expansão da educação superior. A taxa de escolarização bruta passou de 15,1%, em 2001, para 26,7%, em 2009, e a líquida, de 8,9% para 14,4%.

Uma das metas do PNE aprovado em 2001 era de que até o final da década a oferta de educação superior deveria atingir, pelo menos, 30% da população de 18 a 24 anos. Em 2009, esse provimento foi de 17,2%, incluindo no cálculo da taxa de escolarização líquida o percentual da população na faixa etária de 18 a 24 anos graduada e que está fora da escola.

O Projeto de Lei nº 8.035, relativo ao PNE 2011-2020, definiu a elevação da taxa bruta para 50% e da líquida para 33% da população de 18 a 24 anos, o que, tendo em vista os números acima, revela-se especialmente desafiador. Mais ainda se forem agregadas as questões levantadas por Trigueiro sobre a necessidade de uma revisão profunda das estruturas curriculares.

Em 2010, o Brasil contava com 6.379.299 matrículas em cursos de graduação, o dobro das matrículas de 2001. Apesar do caráter privado da expansão no período, parece haver certa estagnação do setor, que em 2010 correspondia a 74,2% das matrículas. No mesmo período, o setor público experimentou um crescimento significativo no número de matrículas, sendo de 85,9% para a categoria federal e 66,7% para a categoria estadual.

Os dados sobre matrículas ajudam a dimensionar os avanços na busca pela democratização do acesso à educação superior. De acordo com os dados do INEP apresentados na tabela A.1 do anexo A, em 2010 entraram 2.182.228 alunos em cursos

de graduação, um aumento de 109,2% em relação a 2001. A maior elevação proporcional no número de ingressos foi na categoria federal (140,5%), seguida pela categoria privada (115,4%). No ano de 2010, as instituições privadas tinham 78,2% dos ingressos de graduação, seguidas das federais, com 13,9%, estaduais, com 6,5%, e municipais, com 1,5%.

O predomínio de matrículas nos cursos de graduação das instituições privadas ao longo do período 2001 a 2010 foi acompanhado pelo crescimento da participação das instituições públicas, especialmente na categoria federal. Houve um aumento de 19,2% de ingressos nas instituições federais de 2009 para 2010. Quanto às IES privadas, a queda apresentada no mesmo período estaria associada à maior proporção de utilização de formas de ingresso alternativas ao processo seletivo.

Entre os fatores que podem ter concorrido para essas diferenças no crescimento da matrícula pode-se apontar o Reuni, para o caso das universidades federais, e o Prouni, para as instituições privadas. De todo modo, os esforços realizados pelas políticas para instituições federais permitiram um pequeno acréscimo em sua proporção de matrículas. No entanto, isso parece decorrer da redução das entradas nos outros dois tipos de instituições públicas. A rede privada aumentou seu nível de participação.

O caráter socialmente seletivo das matrículas em diferentes instituições do ensino superior é bem conhecido, tendo sido um dos argumentos básicos no processo de implementação das políticas de cotas raciais e sociais, sendo imensa a bibliografia sobre o tema. Ainda assim, as distinções entre os graus acadêmicos são pouco tratadas pela sociologia brasileira, apesar da sua presença quase que universal (Brunello, Garibaldi e Wasmer, 2007; Bills, 2004). Alguns dados apresentados a seguir permitem levantar elementos relativos a essas diferenças.

A tabela 10 indica a evolução do número de matrículas por grau acadêmico no período de 2001 a 2010. É importante destacar, como faz o INEP, que, em 2010, deixa de existir a categoria bacharelado e licenciatura, exigindo-se cuidado especial no tratamento desses dados. Nota-se uma elevação significativa da proporção de matrículas nos cursos tecnológicos, que passaram de 2,3% para 12,25% ao longo do período.

TABELA 10 - Evolução do número de matrículas por grau acadêmico – Brasil (2001-2010)

| Ano | Bacharelado (%) | Bacharelado e licenciatura (%) | Licenciatura (%) | Tecnólogo (%) | Não informado (%) | Total |
|------|-----------------|--------------------------------|------------------|---------------|-------------------|-----------|
| 2001 | 67,08 | 9,20 | 21,37 | 2,30 | 0,05 | 3.036.113 |
| 2002 | 66,48 | 8,70 | 22,43 | 2,31 | 0,08 | 3.520.627 |
| 2003 | 66,05 | 8,46 | 22,49 | 2,92 | 0,09 | 3.936.933 |
| 2004 | 66,02 | 8,16 | 21,99 | 3,76 | 0,07 | 4.223.344 |
| 2005 | 65,70 | 7,81 | 21,24 | 5,19 | 0,06 | 4.567.798 |
| 2006 | 64,96 | 7,39 | 20,96 | 6,67 | 0,01 | 4.883.852 |
| 2007 | 65,13 | 6,59 | 20,23 | 7,90 | 0,15 | 5.250.147 |
| 2008 | 64,96 | 5,73 | 19,97 | 9,29 | 0,05 | 5.808.017 |
| 2009 | 64,96 | 3,59 | 20,02 | 11,43 | | 5.954.021 |
| 2010 | 66,26 | | 21,24 | 12,25 | | 6.379.299 |

Fonte: Inep/ MEC, Censos da Educação Superior de 2001 a 2010.

Com os mesmos dados, torna-se evidente o domínio absoluto dos cursos de bacharelado na preferência dos jovens ingressantes no ensino superior, tanto em 2001 quanto em 2010. Mesmo com o crescimento da matrícula para cursos tecnológicos, que permitiu a esse tipo de grau universitário multiplicar por mais de cinco vezes a sua participação.

Entre os graus atribuídos, é também possível distinguir a modalidade: cursos podem funcionar de forma presencial ou a distância. Novamente, esse é um atributo institucional que demanda atenção. Levando em conta a modalidade de ensino na distribuição de matrículas por grau acadêmico, os cursos presenciais chegam a 3.958.544 de matrículas de bacharelado, 928.748 de licenciatura e 545.844 de grau tecnológico.

Por sua vez, a educação a distância soma 426.241 matrículas de licenciatura, 268.173 de bacharelado e 235.765 em cursos superiores de tecnologia (CST). Os percentuais representativos desses dados são apresentados na tabela 11.

TABELA 11 - Proporção de graus acadêmicos, segundo a modalidade de ensino // (Em %)

| Curso | Presencial | A distância |
|--------------|------------|-------------|
| Bacharelado | 73 | 29 |
| Licenciatura | 17 | 46 |
| Tecnológico | 10 | 25 |

Fonte: Inep/mec.

A tabela 12 apresenta as medidas de idade dos ingressantes nos cursos presenciais e a distância para o ano de 2010. Classicamente, essa variável pode ser tomada como um indicador de posição social quando se trata da idade de ingresso no nível superior de educação.⁴ Verifica-se que, quanto mais jovens são os ingressantes numa determinada carreira, maiores são as probabilidades de que esses ingressantes sejam provenientes principalmente da elite.⁵

TABELA 12 - Medidas de posição para idade de matrículas, ingressos de graduação, segundo modalidade de ensino – Brasil (2010)

| | Modalidade de ensino | 1º quartil | Mediana | 3º quartil | Média | Moda | Nº de observações |
|-------------------|----------------------|------------|---------|------------|-------|------|-------------------|
| Matrículas | Presencial | 21 | 24 | 29 | 26 | 21 | 5.449.120 |
| | A distância | 26 | 32 | 40 | 33 | 29 | 930.179 |
| Ingressos | Presencial | 19 | 22 | 28 | 25 | 19 | 1.801.901 |
| | A distância | 25 | 31 | 38 | 32 | 28 | 380.328 |

Fonte: Inep/MEC.

4 Ver, por exemplo, o balanço já clássico de Jean-Claude Forquin (1995).

5 Para dar uma ideia do comportamento dessa variável, que obviamente está associada a outros fatores, os estudos conduzidos por Jacques Velloso (2002a; 2002b) indicam as fortes diferenças de idade média de titulação de doutores em cada área.

Tomando-se as informações sobre ingressos, observa-se que, nos cursos presenciais, a idade mais frequente (moda) é 19 anos, a média de idade é 25 anos e a metade dos indivíduos possui até 22 anos (mediana). Nos cursos a distância, o ingresso é mais tardio: em média aos 32 anos, sendo 28 anos a idade mais frequente (moda) e até 31 anos a idade da metade dos indivíduos (mediana).

As informações relativas à matrícula confirmam a presença de indivíduos com idade mais avançada nos cursos a distância e maior variabilidade em termos da faixa etária atendida. Nos cursos a distância, metade dos indivíduos possui até 32 anos (mediana), a idade mais frequente (moda) é 29 anos e a idade média é 33 anos. Além disso, os 25% mais velhos dos matriculados possuem mais de 40 anos, idade inicial do grupo localizado no 3o quartil.

Complementando as informações sobre a idade dos ingressantes no sistema, apresenta-se na tabela 13 as variações da média de idade, segundo a categoria administrativa e o grau acadêmico conferido. Convém lembrar que a idade mais elevada de ingresso num curso superior é, ou pode ser, tratada como um indicador (fraco, sem dúvida) de posição social dos alunos.

TABELA 13 - Idade média de ingresso segundo a categoria administrativa (2011)

| Categoria administrativa | Média | N | Desvio-padrão |
|-------------------------------|-------|-----------|---------------|
| 1 – Pública Federal | 23,49 | 308.537 | 7,308 |
| 2 – Pública Estadual | 23,82 | 146.170 | 7,620 |
| 3 – Pública Municipal | 23,27 | 36.131 | 6,678 |
| 4 Privada com fins lucrativos | 27,24 | 845.640 | 8,445 |
| 5 Privada sem fins lucrativos | 26,19 | 1.022.931 | 8,308 |
| Total | 26,02 | 2.359.409 | 8,279 |

Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

Com exceção das instituições públicas municipais, que representam apenas 1,53% das matrículas, as universidades públicas federais têm o conjunto de alunos mais jovens. Destaca-se o fato de que nas instituições privadas encontram-se os alunos com idade acima da média geral qualquer que seja a categoria administrativa, e as públicas sempre têm os alunos com idade abaixo da média.

Quando se consideram os graus acadêmicos, reaparece o mesmo padrão de diferenças, e o bacharelado, como seria de se esperar, tem as idades menos elevadas. Os ingressantes nas licenciaturas e cursos tecnológicos são mais velhos. Em todos os casos, os desvios-padrão são maiores para as instituições ou modalidades que acolhem pessoas com idade mais elevada (tabela 14).

TABELA 14 - Idade média dos ingressantes segundo o grau acadêmico (2011)

| Grau acadêmico | Média (anos) | N | Desvio-padrão |
|------------------|--------------|-----------|---------------|
| 1 – Bacharelado | 24,59 | 1.438.981 | 7,510 |
| 2 – Licenciatura | 28,61 | 454.712 | 9,350 |
| 3 – Tecnológico | 28,07 | 443.253 | 8,467 |
| Total | 26,03 | 2.336.946 | 8,288 |

Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

A idade média de ingresso nos cursos presenciais é de 25 anos, e de 24,59 para os bacharelados. Mesmo que a moda seja de 19 anos para o primeiro caso e que os desvios-padrão sejam imensos nos demais, a média indica uma boa questão a ser pesquisada: se a expansão generalizada do ensino superior é inegável e pode explicar uma média de idade tão elevada, seria importante entender a sua distribuição entre os cursos e as áreas de conhecimento, bem como seu comportamento ao longo do tempo. Sempre lembrando que a idade é um indicador razoável de posição social, entende-se que a entrada de importantes setores das classes populares no ensino superior tenha significado um aumento da idade média de ingresso. Resta saber em que medida nosso sistema de ensino superior está preparado para atender esse tipo novo de demanda proveniente da incorporação de alunos com origem social e trajetória escolar distinta daquela até então dominante nesse sistema.

Os cálculos são bastante dificultados pela não disponibilidade de dados separados por áreas de conhecimento nos arquivos com informações dos alunos e pela dificuldade imposta na agregação dos arquivos com os microdados. De qualquer forma, a idade média dos ingressantes por área pode ser apreciada na tabela 15.

TABELA 15 - Idade média dos ingressantes segundo a área de conhecimento (2011)

| Área geral | Idade média | Desvio-padrão |
|---|-------------|---------------|
| Educação | 26,3875 | 4,51113 |
| Humanidades e artes | 25,7570 | 5,58837 |
| Ciências sociais, negócios e direito | 25,4707 | 3,60906 |
| Ciências, matemática e computação | 23,5722 | 3,02768 |
| Engenharia, produção e construção | 23,5901 | 3,21375 |
| Agricultura e veterinária | 22,1646 | 2,47819 |
| Saúde e bem-estar social | 24,1553 | 3,26100 |
| Serviços | 26,5912 | 3,97752 |

Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

Verifica-se uma clara redução das idades médias em cursos como os de engenharia e também daqueles dedicados à agricultura e à veterinária, que poderiam ser considerados como sendo mais associados à elite. Como as áreas são bastante abrangentes, provavelmente seria possível distinguir com mais nitidez o peso da idade se pudessemos fazer os cálculos por curso e não por área.

3.2 CONCLUINTE: O SUCESSO NO ENSINO SUPERIOR

Se ficam poucas dúvidas quanto ao peso das variáveis mencionadas anteriormente – formas institucionais, tipo de grau acadêmico e área do conhecimento – na configuração das relações sociais em torno de cada curso, falta ainda mostrar o quanto elas podem afetar a eficiência dos mesmos cursos. Essa eficiência seria medida aqui pelas taxas de conclusão dos cursos.

A evolução das conclusões de curso por categoria administrativa é apresentada na tabela 16.

TABELA 16 - Evolução do número de concluintes por categoria administrativa

| Ano | Federal (%) | Estadual (%) | Municipal (%) | Privada (%) | Total |
|------|-------------|--------------|---------------|-------------|---------|
| 2001 | 16,55 | 13,90 | 3,06 | 66,49 | 396.119 |
| 2002 | 15,40 | 13,86 | 3,40 | 67,35 | 467.972 |
| 2003 | 16,06 | 12,82 | 3,65 | 67,47 | 532.228 |
| 2004 | 14,25 | 15,43 | 3,32 | 67,00 | 633.363 |
| 2005 | 12,68 | 12,14 | 3,06 | 72,12 | 730.484 |
| 2006 | 11,12 | 11,38 | 3,10 | 74,40 | 762.633 |
| 2007 | 11,59 | 10,36 | 3,10 | 74,95 | 786.611 |
| 2008 | 9,84 | 9,70 | 2,97 | 77,49 | 870.386 |
| 2009 | 9,75 | 9,70 | 2,12 | 78,43 | 959.197 |
| 2010 | 10,26 | 7,45 | 1,86 | 80,43 | 973.839 |

Fonte: Inep/MEC.

Obs.: Em 2009, também estava incluída a categoria provável formando.

Houve crescimento expressivo do número de concluintes, que atingiu 973.839 estudantes em 2010, um total 145,8% maior que o registrado em 2001. O sistema privado, em 2009, proveria 77% dos formandos, mesmo tendo apenas 73% dos alunos. Continuando numa evolução ascendente, a participação da categoria privada, em 2010, é responsável por 80,4% dos concluintes. Nesse sentido, os possíveis efeitos das políticas de inclusão ainda não puderam ser verificados, devendo aparecer nos próximos anos.

Considerando apenas a modalidade de ensino (presencial ou a distância), os dados da tabela 17 indicam também as diferenças de idade dos concluintes segundo o formato institucional.

TABELA 17 - Medidas de posição para idade de matrículas e concluintes de graduação, segundo modalidade de ensino – Brasil (2010)

| | Modalidade de ensino | 1ª quartil | Mediana | 3ª quartil | Média | Moda | Nº de observações |
|--------------------|----------------------|------------|---------|------------|-------|------|-------------------|
| Matrículas | Presencial | 21 | 24 | 29 | 26 | 21 | 5.449.120 |
| | A distância | 26 | 32 | 40 | 33 | 29 | 930.179 |
| Concluintes | Presencial | 23 | 25 | 31 | 28 | 23 | 829.286 |
| | A distância | 29 | 35 | 43 | 36 | 31 | 144.553 |

Fonte e elaboração: Inep/MEC.

Para os concluintes dos cursos, repetem-se as diferenças observadas em relação à idade: nas IES públicas, a idade de conclusão fica abaixo da média, ao passo que nas IES privadas os formandos apresentam uma idade acima da média (tabela 18).

TABELA 18 - Idade média dos concluintes, segundo a categoria administrativa (2011)

| Categoria administrativa | Média | N | Desvio- padrão |
|--|--------------|----------|-----------------------|
| 1 – Pública federal | 27,0886 | 3.515 | 4,17671 |
| 2 – Pública estadual | 27,3306 | 2.415 | 4,15564 |
| 3 – Pública municipal | 26,6975 | 622 | 3,54473 |
| 4 – Privada com fins lucrativos | 29,1092 | 6.234 | 4,02818 |
| 5 – Privada sem fins lucrativos | 28,6079 | 9.835 | 4,22802 |
| Total | 28,3211 | 22.621 | 4,21438 |

Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

O mesmo padrão se observa em relação às idades médias dos formandos segundo o grau obtido (tabela 19). Nesse caso, como no anterior, os desvios-padrão foram bastante reduzidos, apesar de, relativamente aos padrões internacionais, as idades de conclusão serem extremamente altas.

TABELA 19 - Idade média dos concluintes segundo o grau acadêmico (2011)

| Grau acadêmico | Média | N | Desvio-padrão |
|-----------------------|--------------|----------|----------------------|
| 1 Bacharelado | 27,5394 | 12.853 | 3,81327 |
| 2 Licenciatura | 29,4373 | 5.669 | 4,60471 |
| 3 Tecnológico | 29,1769 | 3.937 | 4,30429 |
| Total | 28,3055 | 22.459 | 4,20857 |

Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

Gusso e Nascimento (2011, p. 27-28) evidenciam as diferenças de eficiência, tanto segundo a categoria administrativa quanto segundo as áreas de conhecimento.

De modo geral, as universidades públicas e os institutos tecnológicos federais e estaduais detêm maior proporção de conclusões de curso nas áreas de ciências físicas, biológicas e de agricultura. Historicamente também concentrada nestas instituições, a formação nas engenharias e em muitas das áreas de exatas já é mais concentrada no setor privado do que no setor público. Centros universitários e faculdades concentram a oferta de formação de educadores, bem como a de formação nas ciências sociais aplicadas e em humanidades (Gusso e Nascimento, 2011, p. 28).

As distintas médias de idade para conclusão do curso em cada área são apresentadas na tabela 20, e destaca-se o fato de que as áreas CTEM são aquelas que apresentam o nível mais baixo de idade, com os formandos mais jovens do conjunto.

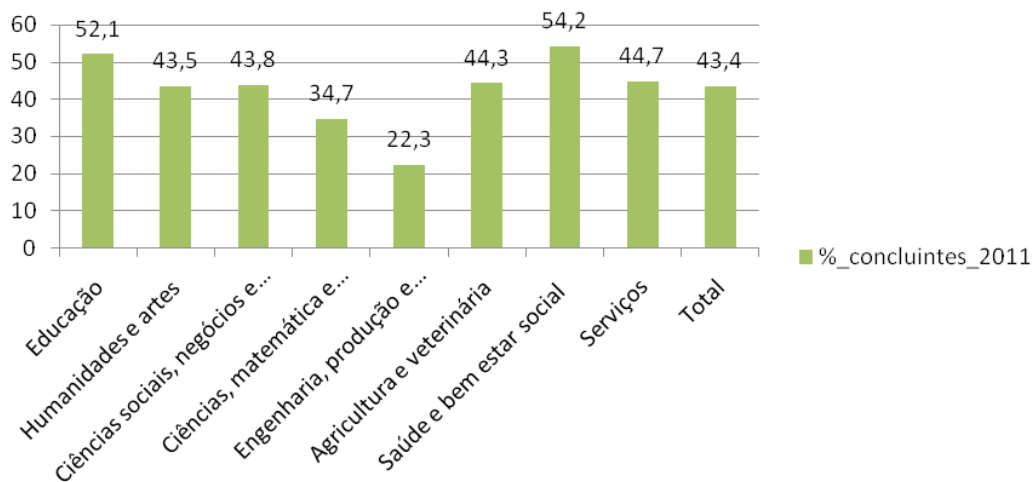
TABELA 20 - Idade média dos concluintes segundo a área de conhecimento (2011)

| Área geral | Idade média | Desvio-padrão |
|--------------------------------------|-------------|---------------|
| Educação | 29,4653 | 4,62380 |
| Humanidades e artes | 28,3749 | 5,48998 |
| Ciências sociais, negócios e direito | 28,8422 | 4,05118 |
| Ciências, matemática e computação | 26,4525 | 3,37783 |
| Engenharia, produção e construção | 27,4206 | 3,58850 |
| Agricultura e veterinária | 26,1764 | 3,22577 |
| Saúde e bem-estar social | 27,1021 | 3,15300 |
| Serviços | 28,6423 | 4,35052 |
| Total | 28,3211 | 4,21438 |

Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

Fica evidente que também as áreas de conhecimento se diferenciam em termos das suas taxas de saída, confirmando os efeitos da divisão técnica do trabalho de produção de conhecimento. O gráfico 4, elaborado pelo INEP, mostra as diferentes taxas de conclusão segundo as áreas.

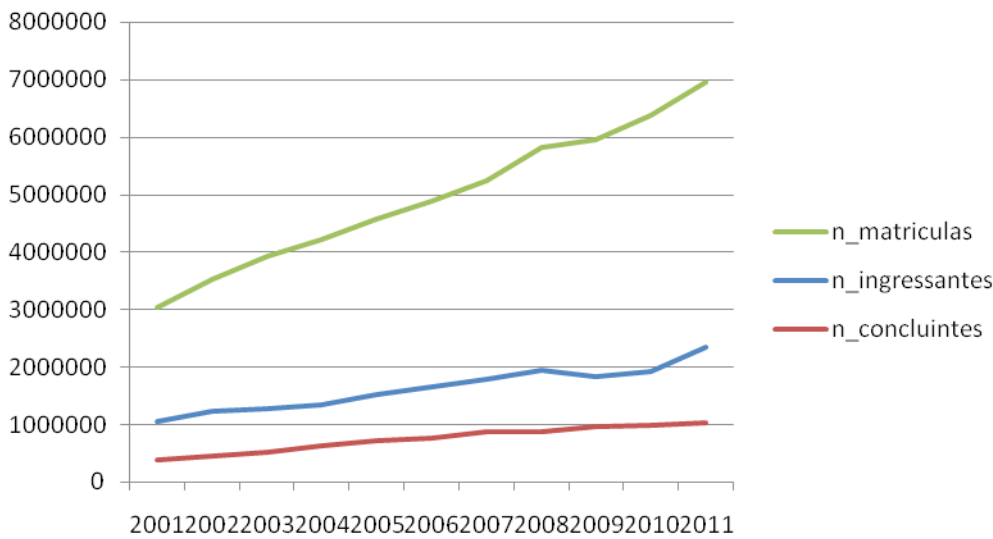
GRÁFICO 4 - Taxas de conclusão segundo as áreas (2011)



Fonte: INEP/MEC. Censo da Educação Superior 2011.

O percentual total de concluintes em 2011 é, em si, um indicador importante da ineficiência do sistema de ensino superior brasileiro. Menos da metade dos alunos que entraram chegaram a concluir seu curso. Mas as taxas de conclusão encontradas nas CTEM e particularmente nas engenharias são extremamente complicadas e exigem melhor explicação. Mais ainda quando se verifica que a tendência histórica é de manter um percentual baixo de conclusões, como se verifica no gráfico 5.

GRÁFICO 5 - Evolução de matrículas, ingressantes e concluintes



Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

Obviamente essa medida feita apenas pela comparação com o número de ingressantes é problemática.⁶ Entretanto, como o mesmo procedimento foi usado para todas as áreas, é possível usar como um indicador preliminar. Contudo, seria importante desenvolver estudos sobre as trajetórias de formação específicas em cada área, que oferecessem indicações de como se desenvolvem estratégias de formação, tanto por parte das instituições quanto por parte dos alunos específicos que escolhem cada uma dessas áreas. Estudos exploratórios⁷ começam a indicar que existem níveis diferentes de permeabilidade às políticas de inclusão segundo a área de conhecimento, mostrando que os processos de formação têm exigências técnicas distintas e relacionam-se desigualmente com os arranjos sociais.

As tabelas A.2 e A.3 do anexo mostram a idade média dos concluintes segundo as áreas do conhecimento e as categorias administrativas e, em seguida, os tipos de organização acadêmica. Em todos os casos, verifica-se o impacto dessas diferentes formas sociais de organização do ensino superior e também um possível efeito da área de conhecimento. Em todas essas formas, a idade média de conclusão do curso superior é menor entre os formandos das áreas CTEM. No entanto, é essencial verificar que, no caso do tipo de grau concedido pelo curso, as licenciaturas alteram esse quadro: os licenciados nas áreas CTEM são mais velhos que nas demais áreas (tabela 21). Lembrando que as engenharias, como seria de se esperar, têm apenas três cursos de licenciatura no ano analisado (2011), pode-se verificar que a formação de professores nas áreas de ciências, matemática e computação redefine negativamente o padrão geral da área CTEM. Esse dado poderia indicar uma dificuldade extra na preparação para o ensino de ciências e matemática.

6 Uma boa discussão desses procedimentos e indicadores usados pelo INEP pode ser vista em Verhine (2010).

7 Barbosa e Santos (2011).

TABELA 21 - Idade média dos formandos segundo a área e o grau

| STEM área e demais | CO_GRAU_ | Mean |
|--------------------|--------------|---------|
| Demais áreas | Bacharelado | 29,8828 |
| | Licenciatura | 29,4369 |
| | Tecnológico | 29,6840 |
| | Total | 28,6385 |
| STEM Áreas | Bacharelado | 26,4537 |
| | Licenciatura | 30,2687 |
| | Tecnológico | 28,0271 |
| | Total | 26,8977 |
| Total | Bacharelado | 27,5394 |
| | Licenciatura | 29,4373 |
| | Tecnológico | 29,1769 |
| | Total | 28,3055 |

Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

O quadro sintético (quadro 1) resume uma série de indicadores sociais que permitem vislumbrar as diferenças que vêm sendo abordadas neste texto. Cada um deles abre um imenso espaço de discussão, mas o conjunto permite reforçar o argumento de que as diferenças entre as áreas são cruciais para a análise dos processos de expansão e diversificação do nosso sistema de ensino superior e para se entender o quanto esse sistema tem sido mais ou menos eficiente no atendimento das demandas econômicas e sociais a ele dirigidas.

QUADRO 1

Perfil do aluno 1 de graduação segundo a área de conhecimento do curso – Brasil (2010)

| Atributos | Educação | Humanidades e artes | Ciências sociais, negócios e direito | Ciências, matemática e computação | Engenharia, produção e construção | Agricultura e veterinária | Saúde e bem-estar social | Serviços |
|--------------------------|--------------|---------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------|--------------------------|-------------|
| Sexo | Feminino | Feminino | Feminino | Masculino | Masculino | Masculino | Feminino | Feminino |
| Categoria administrativa | Privada | Privada | Privada | Privada | Privada | Pública | Privada | Privada |
| Modalidade de ensino | Presencial | Presencial | Presencial | Presencial | Presencial | Presencial | Presencial | Presencial |
| Grau acadêmico | Licenciatura | Bacharelado | Bacharelado | Bacharelado | Bacharelado | Bacharelado | Bacharelado | Tecnológico |
| Turno | Noturno | Noturno | Noturno | Noturno | Noturno | Integral | Integral | Noturno |
| Idade (matrícula) | 21 | 21 | 21 | 21 | 20 | 21 | 21 | 20 |
| Idade (ingresso) | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 18 | 18 | 19 |
| Idade (concluinte) | 23 | 22 | 23 | 22 | 23 | 23 | 23 | 22 |

Fonte e elaboração: Inep/MEC.

Obs.: 1. Para construção do perfil do aluno, foi considerada a moda, medida de posição que identifica o atributo com maior frequência na distribuição dos aspectos selecionados.

As variáveis sexo e turno frequentado não foram analisadas neste estudo, ainda muito exploratório. Porém, sendo áreas com forte predomínio masculino, talvez – sempre hipoteticamente, na medida em que essa análise exige estudos mais específicos – a variável sexo não seja muito relevante. No entanto, o fato de que seja uma área em que a maior parte dos alunos frequenta cursos noturnos – tanto nas engenharias quanto ciências, matemática e computação – parece indicar a existência de um forte contingente de alunos que trabalham ao mesmo tempo em que fazem seus cursos. Esse dado, que combina oferta institucional e demanda do alunado específico, compõe o quadro do ensino nas áreas CTEM, podendo indicar um dos fatores de ineficiência da formação oferecida.

4. OBSERVAÇÕES FINAIS – OU POR QUE OS ARRANJOS INSTITUCIONAIS DO SES BRASILEIRO SÃO PARTICULARMENTE CRUÉIS PARA AS ÁREAS CTEM⁸

Ao longo deste texto, esboçamos alguns argumentos que permitem – ao menos é o que esperamos – apoiar a ideia de que uma das maiores dificuldades encontradas para a formação de recursos humanos nas áreas CTEM está associada à concepção e ao modo de funcionamento do nosso SES. O ensino terciário no Brasil, fortemente marcado por uma perspectiva academicista tradicional, não abre espaços adequados para o desenvolvimento e fortalecimento dos saberes modernos, base principal das ciências, tecnologias, engenharias e matemática.

Começamos pelos dados que aferem o crescimento do SES, assim como a sua diversificação institucional e técnico-científica: nos últimos 20 anos, a partir da LDB de 1996, aumenta enormemente o número de cursos e de matrículas ao mesmo tempo em que são reconhecidos, legal e institucionalmente, novos percursos na escolarização superior. Atinge-se o patamar de 6.379.299 estudantes em 2011, mais de 30 mil cursos, e entram em funcionamento graduações tecnológicas, de bacharelado e de licenciaturas. Criam-se cursos mais ou menos longos, com distintas distribuições por turno e por modalidade – presencial e a distância.

Duas observações sobre as CTEM aparecem então. A primeira: trata-se de áreas com pouca presença de cursos tecnológicos, particularmente entre as engenharias. A segunda: apesar de alguns momentos de expansão das engenharias, o conjunto CTEM permanece com a mesma proporcionalidade dos anos 1990 no conjunto de cursos oferecidos pelo SES. As decantadas carências de mão de obra qualificada na área parecem não ter atingido os gestores e investidores do sistema. Isso fica particularmente claro quando se tomam os dados apresentados por Nascimento et al. (2014):⁹ enquanto o Brasil tem 5,8% de formandos na grande área de engenharia, produção e construção, o México e a Áustria têm, cada um, 19,3%, a Rússia tem 22,0%, a Coreia do Sul tem 24,6%, a Finlândia tem 25,1% e a Malásia, 25,9% (dados de 2010). Ainda no ano de 2010, 41,5% das matrículas do SES brasileiros foram feitas nos cursos de ciências sociais, negócios e direito. Enquanto medida de valorização das áreas de conhecimento, mesmo reconhecendo sua precariedade como tal, esse dado chega a ser chocante no caso de um país que pretende expandir seu sistema produtivo e suas capacidades de inovação.

8 Agradecemos aos colegas que se dispuseram a debater o esboço inicial de análise apresentado no seminário de 25 e 26 de abril. Destacamos particularmente a pergunta feita por Aguinaldo Maciente, que nos ajudou a organizar o argumento aqui apresentado. Nenhum deles tem qualquer responsabilidade por nossos eventuais enganos neste capítulo.

9 Nascimento et al. (2014).

Outra indicação importante dessa pouca importância dada às áreas CTEM é a sua rejeição – no sentido bourdieusiano do termo, indicando uma espécie de abandono – das áreas CTEM para o setor privado de ensino, que concentra fortemente os cursos tanto das engenharias quanto das ciências e matemáticas. Reforça-se esse sentido de rejeição com a quantidade bastante exígua de cursos tecnológicos nas instituições públicas de todos os níveis. Houve um grande investimento em licenciaturas – certamente necessário – mas um abandono quase sistemático dos cursos tecnológicos. Seria isso mais uma das manifestações do academicismo?

O acesso ao SES tem se expandido fortemente nos últimos anos, auxiliado tanto pela expansão do ensino médio, que aumenta o número de candidatos potenciais ao ensino superior, quanto pela implementação, ao longo dos últimos vinte anos, de uma série de políticas de inclusão que diversificaram muito o público na educação terciária. Verifica-se que esta expansão parece manter inalterados alguns padrões de desigualdade entre as categorias administrativas das IES, permanecendo inalterada a hegemonia das universidades públicas federais. As políticas mais recentes, particularmente o Reuni, abriram caminhos para uma possível democratização do acesso a essas universidades.

É importante notar também que, ao mesmo tempo em que a expansão generalizada do SES se traduz num aumento da idade média de ingresso dos estudantes – fato recorrente na história dos sistemas que passam a atingir públicos mais amplos –, a idade média dos ingressantes nas áreas CTEM é mais baixa que nas demais áreas, indicando possivelmente um ligeiro privilégio social entre os alunos das primeiras.

Os baixos níveis de desempenho¹⁰ encontrados entre os alunos brasileiros, particularmente em matemática e ciências, insistem em gerar problemas nas trajetórias escolares nas áreas em pauta. O caso da disciplina cálculo I, campeã nacional de reprovações, é exemplar e remete a duas dimensões relevantes na sociedade brasileira. A primeira delas, menos objetiva mas razoavelmente forte como fator capaz de desestabilizar processos de aprendizagem, é a dificuldade que brasileiros têm diante de avaliações, que julgam ser ou injustas ou inadequadas (Barbosa, 1996; Barbosa, 2006). A segunda dimensão, mais objetiva, diz respeito à ausência de treinamento didático específico para lecionar matemática. Professores brasileiros têm fracos conhecimentos de matemática e ainda mais fracos conhecimentos sobre os métodos didáticos através dos quais essa disciplina, central para as CTEM, pode ser ensinada.¹¹ Nesse sentido, reforça-se o problema associado à idade elevada dos concluintes das licenciaturas na área: há indícios de que os profissionais que se dedicam ao ensino das matemáticas e ciências tendem a ter trajetórias de formação mais atribuladas.

Quanto ao exame das condições de sucesso no SES, identifica-se – precariamente, em função da ausência de dados adequados sobre as trajetórias e sobre os concluintes – um grau elevado de ineficiência, verificável pelas baixas taxas gerais de conclusão dos cursos. Mesmo com dados problemáticos, as taxas de conclusão são particularmente baixas nas áreas CTEM, nas quais chegam a ficar abaixo de 30% em alguns períodos.

Esse tipo de informação corrobora análises desenvolvidas previamente sobre a formação nessas áreas. Discutindo as dificuldades da formação dos engenheiros, Silva Filho (2012) mostra que:

10 Ver, por exemplo, Soares e Nascimento (2011).

11 Barbosa (2010). Sobre as dificuldades com matemática, no caso português, ver particularmente os estudos de Nuno Crato (por exemplo, 2006).

A formação atual (e tradicional) dos engenheiros no Brasil tem especializado muito cedo o estudante, e conseqüentemente, o profissional. Há centenas, e mesmo que se diminua, ainda haverá dezenas de especialidades de bacharelados em Engenharia no Brasil.

A especialização prematura está, claramente, em conflito com a visão generalista exigida dos novos profissionais. Seria mais prudente dotá-los de uma formação básica sólida, que demora mais para se tornar obsoleta, fazê-los conhecer os problemas e as ferramentas mais importantes da Engenharia, ao lado do desenvolvimento de características pessoais cada vez mais importantes para as novas funções que os engenheiros passam a desempenhar, fazê-los adquirir uma visão do mundo e das necessidades da sociedade, saber estimar a viabilidade comercial de um produto e dos custos de um projeto, pois esses conhecimentos não dependem especificamente de uma tecnologia transitória e mutável.

Avançando nesse tipo de diagnóstico, Michelangelo Trigueiro (2010) chama a atenção para um desencaixe (no sentido atribuído por Giddens) entre os novos modos de produção de ciência e a capacidade do nosso ensino superior, emperrado por perspectivas burocráticas e corporativas (nesse caso, o termo é nosso), de oferecer uma formação que acompanhe os avanços recentes da ciência e que atendam os requisitos do mercado de trabalho.

O que os dados e análises aqui apresentados podem indicar? Aparentemente, as áreas CTEM sofrem as conseqüências do predomínio de uma visão academicista equivocada no sistema de ensino superior brasileiro. Essa perspectiva equivocada assume feições esclerosadas que valorizam a retórica, muitas vezes vazia, e a chamada (por Max Weber) pedagogia do cultivo, tipo ideal de instrução nas sociedades patrimonialistas. Nesse quadro, não há espaço para os saberes modernos, científicos e técnicos, que caracterizam as áreas CTEM. Isso pode ser visto tanto no peso relativamente fraco dessas áreas no sistema de ensino, seu lugar acanhado entre as instituições dominantes do sistema (as universidades públicas federais), como também na ausência de investimentos em formação e produção de conhecimentos didáticos adequados ao ensino das ciências.

Na virada do século XIX para o XX, os engenheiros se valeram dos favores de um imperador amante da ciência, D. Pedro II, e conseguiram estabelecer o domínio de uma perspectiva mais científica e meritocrática, tanto em áreas do sistema de ensino superior quanto dentro de empresas, ou mesmo no interior do Estado (Schwartzmann, 1987; Barbosa, 1994). Esse domínio estava associado ao controle sobre os chamados "saberes modernos", vistos como superiores à perspectiva tradicional, forte entre os advogados que se formavam tanto em Portugal quanto já no Brasil.

O retrato atual do nosso sistema de ensino parece indicar que os engenheiros, a ciência, os saberes modernos, foram dominados pela perspectiva patrimonialista, tradicional. Nesse quadro, serão formados muitos sociólogos, pedagogos, advogados, administradores. E poucos cientistas, engenheiros, matemáticos. Todos eles com uma qualidade de formação muito duvidosa.

REFERÊNCIAS

- ABBOTT, A. The system of professions: an essay on the division of expert labor. Chicago: The University of Chicago Press, 1988.
- BARBOSA, L. Meritocracia à brasileira: o que é desempenho no Brasil? Revista do Serviço Público, ano 47, v. 120, n. 3, P. 59-102, set./dez. 1996.
- BARBOSA, M. L. O. Reconstruindo as Minas e planejando as Gerais: os engenheiros e a construção dos grupos sociais. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.
- BARBOSA, M. L. O. Au pays de la «culture anti-évaluation»: les connaissances des élèves brésiliens. Revue Internationale d'Éducation de Sèvres, v. 43, p. 57-66, 2006.
- BARBOSA, M. L. O. Desafios da escola contemporânea: a formação do educador. In: Diálogos em extensão: encontros da Rede PUC sobre infância, adolescência e juventude. Belo Horizonte: Editora PUC Minas, 2010, p. 135-155.
- BARBOSA, M. L. O. The expansion of higher education in Brazil: credentials and merit. REMIE – Multidisciplinary Journal of Educational Research, v. 2, n. 3, p. 251-271, Oct. 2012.
- BARBOSA, M. L. O.; SANTOS, C. T. A permeabilidade social das carreiras do ensino superior. Caderno CRH, Salvador, v. 24, n. 63, p. 535-554, set.-dez. 2011.
- BILLS, DAVID B. the sociology of education and work. Malden, MA: Blackwell, 2004.
- BRUNELLO, G.; GARIBALDI, P.; WASMER, E. Education and training in Europe. Oxford: Oxford University Press, 2007.
- CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. Formação de recursos humanos em áreas estratégicas de ciência, tecnologia e inovação. Brasília: CGEE, 2010.
- CRATO, N. O “eduquês” em discurso directo: uma crítica da pedagogia romântica e construtivista. Lisboa: Gradiva, 2006
- FORQUIN, JC. Sociologia da educação: 10 anos de pesquisa. Petrópolis: Vozes, 1995.
- GRIPP, G. Políticas educacionais e as políticas de currículo do ensino superior. In: Barbosa, Maria Ligia (Org.). Ensino superior: expansão e democratização. No prelo.
- GRUSKY, D.; WEEDEN, K. Decomposition without death: a research agenda for a new class analysis. Acta.Sociologica, v. 44, n. 3, p. 203-219, 2001.
- GRUSKY, D.; SORENSEN, J. Can class analysis be salvaged? American Journal of Sociology, v. 103, n. 5, p. 1.187-1.234, 1998.
- GUSSO, D. A.; NASCIMENTO, P. A. M. M. Contexto e dimensionamento da formação de pessoal técnico-científico e de engenheiros. Brasília: Ipea, Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, n. 12 , p. 23-34, 2011.

- GUSSO, D. A.; NASCIMENTO, P. A. M. M.. Evolução da formação de engenheiros e de profissionais técnico-científicos no Brasil entre 2000 e 2012. In: OLIVEIRA, M. et al. (Eds.). Rede de pesquisa "Formação e Mercado de Trabalho": coletânea de artigos. Brasília: Ipea; ABDI, 2014. v. 4, pp. 17-62.
- MAINARDES, J.; GANDIN, L.A. Contributions of Stephen J. Ball to the research on educational and curriculum policies in Brazil. *London Review of Education*, v. 11, p. 256-264, 2013.
- MOREIRA, A.M.B. 2010. Fatores Institucionais e desempenho acadêmico no ENADE: um estudo dos cursos de biologia, engenharia civil, história e pedagogia. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2010.
- NASCIMENTO, P. A. M. M. et al. A questão da disponibilidade de engenheiros no Brasil nos anos 2000. Brasília: Ipea. Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, n. 32, abr. 2014.
- OJALA, R. 2008. Projeto de futuro de jovens universitários no distrito federal: um estudo de caso. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- PORTO, C.; RÉGNIER, K. O Ensino Superior no Mundo e no Brasil – condicionantes, tendências e cenários para o horizonte 2003-2025: uma abordagem exploratória. 2003. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/ensinosuperiormundobrasiltendenciascenarios2003-2025.pdf>>.
- PRATES, A. A. P. Universidades versus terciarização do ensino superior: a lógica da expansão do acesso com manutenção da desigualdade: o caso brasileiro. *Sociologias*, Porto Alegre, ano 9, n. 17, p. 102-123, jan.-jun. 2007;
- PRATES, A. A. P.; FALEIROS, M.; PAULA, T. S. Natureza administrativa das instituições de Ensino Superior, gestão organizacional e o acesso aos postos de trabalho de maior prestígio no mercado de trabalho. *Sociedade e Estado*, Brasília, v. 27, n.1, jan./abr. 2012.
- RIBEIRO, C. C.; SCHLEGEL, R. Estratificação Horizontal da Educação Superior no Brasil (1960 a 2010). Paper apresentado em workshop do Centro de Estudos da Metrópole/CEM/CEBRAP/INCT em 29/11/2013.
- SCHWARTZMAN, S. A Força do novo: por uma sociologia dos conhecimentos modernos no Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, n. 5, v.2, out.1987.
- SCHWARTZMAN, S. O viés acadêmico na educação brasileira. In: BACHA, Edmar; Schwartzman, Simon (Orgs.). *Brasil: a nova Agenda social*. Rio de Janeiro: LTC, 2011, p. 254-269.
- SILVA FILHO, R. L. L. Para que devem ser formados os novos engenheiros? *O Estado de São Paulo*, 19 fev. 2012.
- SOARES, S.; NASCIMENTO, P. A. M. M. Evolução do desempenho cognitivo do Brasil de 2000 a 2009 face aos demais países. Brasília: Ipea, Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, n. 12, p. 15-22, 2011.
- TRIGUEIRO, M. G. S. Formação de recursos humanos em áreas estratégicas no Brasil: contribuição para a construção de uma agenda. In: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. *Formação de recursos humanos em áreas estratégicas de ciência, tecnologia e inovação (CGEE)*. Brasília, CGEE, 2010.

VALLE SILVA, N. Expansão escolar e estratificação educacional no Brasil. In: HASENBALG, Carlos; Valle Silva, Nelson do (Orgs.). Origens e destinos: desigualdades sociais ao longo da vida. Rio de Janeiro: Topbooks, 2003.

VELLOSO, J. (Org.). A pós-graduação no Brasil: formação e trabalho de mestres e doutores no país. Brasília: Capes/Unesco, 2002.

VELLOSO, J. (Org.). Formação no país ou no exterior? Doutores na pós-graduação de excelência. Um estudo na bioquímica, engenharia elétrica, física e química no país. Brasília: Capes/Unesco, 2002.

VERHINE, R. E. O novo alfabeto do Sinaes: reflexões sobre o IDD, CPC e IGC. In: DALBEN, Angela Imaculada Loureira de Freitas et al. (Orgs.). Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente. Belo Horizonte: Autêntica, v. 5, p. 632-650, 2010.

ANEXOS

CARGAS HORÁRIAS

Carga horária mínima nos cursos de graduação, bacharelados, na modalidade presencial, de acordo com a Resolução CNE/CES nº 2/2007

| Curso | Carga horária mínima | Limites de integralização |
|--------------------------|----------------------|---------------------------|
| Administração | 3.000 | 4 anos |
| Arquitetura e urbanismo | 3.600 | 5 anos |
| Biomedicina | 3.200 | 4 anos |
| Ciências biológicas | 3.200 | 4 anos |
| Ciências contábeis | 3.000 | 4 anos |
| Ciências econômicas | 3.000 | 4 anos |
| Computação e informática | 3.000 | 4 anos |
| Engenharias | 3.600 | 5 anos |
| Estatística | 3.000 | 4 anos |
| Física | 2.400 | 3 ou 4 anos |
| Medicina | 7.200 | 6 anos |
| Química | 2.400 | 3 ou 4 anos |

Catálogo Nacional dos Cursos Superiores de Tecnologia, aprovado em extrato pela Portaria no 10, de 28 de julho de 2006, conforme disposto no Art. 43, do Decreto no 5.773, de 9 de maio de 2006.

| Construção civil | Carga horária mínima |
|---------------------------------------|----------------------|
| Agrimensura | 2.400 |
| Construção de edifícios | 2.400 |
| Controle de obras | 2.400 |
| Estradas | 2.400 |
| Geoprocessamento | 2.000 |
| Gestão portuária | 1.600 |
| Materiais de construção | 2.400 |
| Obras hidráulicas | 2.400 |
| Pilotagem profissional de aeronaves | 1.600 |
| Sistemas de navegação fluvial | 1.600 |
| Transporte aéreo | 1.600 |
| Transporte terrestre | 1.600 |
| Informática – telecomunicações | |
| Análise e desenvolvimento de sistemas | 2.000 |
| Banco de dados | 2.000 |
| Gestão da tecnologia da informação | 2.000 |
| Gestão de telecomunicações | 2.400 |
| Jogos digitais | 2.000 |
| Redes de computadores | 2.000 |
| Redes de telecomunicações | 2.400 |
| Segurança da informação | 2.000 |
| Sistemas de telecomunicações | 2.400 |
| Sistemas para internet | 2.000 |
| Telemática | 2.400 |

TABELA A.1- Evolução do número de ingressos (todas as formas) por categoria administrativa – Brasil (2001-2010)

| Ano | Federal | Estadual | Municipal | Privada | Total |
|------|------------------|-----------------|----------------|--------------------|-----------|
| 2001 | 125.701 (12,05%) | 99.214 (7,06%) | 26.324 (2,52%) | 792.069 (75,92%) | 1.043.308 |
| 2002 | 148.843 | 149.017 | 36.210 | 1.097.823 | 1.431.893 |
| 2003 | 153.393 | 128.323 | 43.689 | 1.229.259 | 1.554.664 |
| 2004 | 165.685 | 153.889 | 45.073 | 1.281.767 | 1.646.414 |
| 2005 | 148.206 | 166.660 | 47.351 | 1.442.885 | 1.805.102 |
| 2006 | 177.232 | 143.636 | 47.526 | 1.596.920 | 1.965.314 |
| 2007 | 193.919 | 176.047 | 46.212 | 1.722.063 | 2.138.241 |
| 2008 | 211.183 | 282.950 | 44.341 | 1.798.425 | 2.336.899 |
| 2009 | 253.642 | 133.425 | 35.253 | 1.642.762 | 2.065.082 |
| 2010 | 302.359 (13,85%) | 141.413 (6,48%) | 32.112 (1,47%) | 1.706.345 (78,19%) | 2.182.229 |

Fonte: Inep/MEC.

TABELA A.2 - Idades médias dos concluintes segundo as áreas do conhecimento e a categoria administrativa da instituição

| STEM área e demais | CO_CATEGORIA | Mean |
|--------------------|-----------------------------|---------|
| Demais áreas | Pública Federal | 27,6769 |
| | Pública Estadual | 27,6987 |
| | Pública Municipal | 26,8408 |
| | Privada com fins lucrativos | 29,3242 |
| | Privada sem fins lucrativos | 28,8792 |
| | Total | 28,6539 |
| STEM Áreas | Pública Federal | 25,5090 |
| | Pública Estadual | 25,7829 |
| | Pública Municipal | 25,9123 |
| | Privada com fins lucrativos | 28,0164 |
| | Privada sem fins lucrativos | 27,3670 |
| | Total | 26,9055 |
| Total | Pública Federal | 27,0886 |
| | Pública Estadual | 27,3306 |
| | Pública Municipal | 26,6975 |
| | Privada com fins lucrativos | 29,1092 |
| | Privada sem fins lucrativos | 28,6079 |
| | Total | 28,3211 |

Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

TABELA A.3 - Idades médias dos concluintes segundo as áreas de conhecimento e o tipo de organização acadêmica

| STEM área e demais | CO_CATEGORIA | Mean |
|--------------------|----------------------|---------|
| Demais áreas | Universidade | 28,2137 |
| | Centro Universitário | 28,5909 |
| | Faculdade | 29,3141 |
| | IFET | 27,6348 |
| | CEFET | 28,4122 |
| | Total | 28,6539 |
| STEM Áreas | Universidade | 26,3877 |
| | Centro Universitário | 27,4878 |
| | Faculdade | 27,7411 |
| | IFET | 26,4205 |
| | CEFET | 25,4619 |
| | Total | 26,9055 |
| Total | Universidade | 27,8360 |
| | Centro Universitário | 28,3842 |
| | Faculdade | 29,0731 |
| | IFET | 27,0545 |
| | CEFET | 26,4454 |
| | Total | 28,3211 |

Fonte: Censo da Educação Superior 2011.

CAPÍTULO 3

A DEMANDA POR ENGENHEIROS E PROFISSIONAIS AFINS NO MERCADO DE TRABALHO FORMAL*

AGUINALDO NOGUEIRA MACIENTE **

PAULO A. MEYER M. NASCIMENTO ***

* Uma versão deste capítulo foi também publicada como texto para discussão do Ipea e é uma versão revista, atualizada e bastante ampliada de texto publicado por Aguinaldo Nogueira Maciente e Thiago Costa Araújo no boletim Radar no 12, de fevereiro de 2011. Os autores agradecem as sugestões e comentários de Leonardo Monasterio, Roberto Lobo, Adolfo Sachsida, Rafael H. Moraes Pereira, Divonzir A. Gusso, e dos participantes da discussão interna do Ipea. Os erros porventura remanescentes no estudo são de responsabilidade exclusiva dos autores.

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

*** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diset do Ipea e doutorando em economia na Universidade Federal da Bahia (UFBA).

| | |
|--|------------|
| 1. INTRODUÇÃO | 102 |
| 2. PROJEÇÕES DE DEMANDA NA LITERATURA | 103 |
| 3. O CRESCIMENTO DO PIB SETORIAL | 105 |
| 4. O REQUERIMENTO TÉCNICO SETORIAL DE ENGENHEIROS | 107 |
| 5. A DEMANDA POR ENGENHEIROS NO MERCADO DE TRABALHO EM 2020 | 110 |
| 6. COMPARAÇÃO ENTRE OFERTA DE ENGENHEIROS E A DEMANDA NO MERCADO DE TRABALHO FORMAL | 114 |
| 7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS | 118 |
| REFERÊNCIAS | 120 |
| ANEXOS | 122 |

1. INTRODUÇÃO

Graças a um crescimento econômico um pouco mais intenso, o emprego formal expandiu-se no Brasil de forma vigorosa na década de 2001-2010, o que levou a uma maior competição, por parte das empresas, pelos profissionais mais qualificados. Além de aspectos conjunturais, a demanda por mão de obra mais qualificada reflete também a pressão do sistema econômico por uma produtividade cada vez maior das empresas, e também o aumento do peso relativo de alguns setores que demandam qualificações específicas, como, por exemplo, os setores de petróleo e gás e telecomunicações.

Este capítulo tem o propósito de estimar e detalhar cenários para a demanda por engenheiros e profissionais afins para o período 2011-2020, retomando as questões levantadas por Maciente e Araújo (2011) e Nascimento et al.(2010), que avaliaram as possibilidades de uma escassez relativa desses profissionais no mercado de trabalho brasileiro nos próximos anos.

O presente texto avança em relação ao de Nascimento et al. (2010) ao incorporar, na projeção da demanda por engenheiros no mercado formal, estimativas diferenciadas para o crescimento da atividade econômica e para a demanda por engenheiros em diferentes setores de atividade. As projeções doravante apresentadas também consideram uma maior gama de profissionais cujas ocupações podem ser associadas à formação em engenharia e disciplinas correlatas do que aquelas consideradas no estudo de Nascimento et al. (2010). Assim, foram considerados como “engenheiros” neste texto todos os profissionais que, segundo a descrição da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), tenham formação superior típica nas áreas de formação correspondentes ao grupo Engenharia, Produção e Construção, na classificação adotada pelo Censo da Educação Superior do Ministério da Educação.¹ Outro avanço deste estudo em relação ao de Nascimento et al. (2010) está no fato de que as projeções de demanda são aqui comparadas com projeções de oferta elaboradas por Pereira, Nascimento e Araújo (2013), a partir de métodos demográficos aplicados a dados disponíveis em censos demográficos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e nos censos da educação superior do Ministério da Educação (MEC).

O capítulo está estruturado em outras seis seções, além desta introdução. A seção 2 traz uma visão geral sobre como são feitas projeções de mão de obra por alguns institutos e centros de pesquisa consagrados mundo afora. A seção 3 traz as projeções de crescimento anual médio setorial que serão incorporadas posteriormente às projeções de demanda por engenheiros na economia brasileira. A seção 4 estima, com base em elasticidades do emprego de engenheiros em relação ao valor adicionado, o requerimento técnico-setorial por esses profissionais. A seção 5 reporta a demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado formal de trabalho brasileiro até 2020, apresentando as projeções feitas com base nos dados da Relação Anual de Informações Sociais (Rais), divulgados pelo MTE, e nos dados das Contas Nacionais, do IBGE. Assim como em Nascimento et al. (2010), portanto, as projeções têm o objetivo de mensurar o total de engenheiros atuando como assalariados e em ocupações típicas dessa formação profissional, o que exclui engenheiros atuando em sua área por conta própria ou no próprio mercado de trabalho, mas em funções gerais que não permitem uma associação entre o profissional e sua área de formação. A seção 6 compara os resultados das projeções obtidas para a demanda do mercado formal com os resultados das projeções da disponibilidade desses profissionais no mercado de

¹ A análise detalhada da descrição da CBO levou à incorporação de profissionais em cargos de direção e gerência de operação e produção, desempenhados tipicamente por engenheiros e profissionais afins. A relação completa de CBOs utilizada pode ser encontrada no anexo A deste trabalho.

trabalho brasileiro até 2020, tais quais apresentados por Pereira, Nascimento e Araújo (2013). A última seção do trabalho traz as considerações finais.

2. PROJEÇÕES DE DEMANDA NA LITERATURA

Conforme assevera Freeman (2007), projeções de possível escassez de mão de obra requerem que sejam feitas projeções de demanda e de oferta; e, para que estas sejam úteis para a formulação de políticas públicas em educação e formação profissional, é necessário que tais projeções levem em conta alguma dimensão de ocupações e áreas de formação. Vários países têm feito periódicos esforços, em geral por meio de institutos de pesquisa independentes e com financiamento específico para desempenhar tal atividade, no sentido de desenvolver metodologias adequadas para tal finalidade.

Com o objetivo de identificar exemplos de boas práticas em termos de modelagem, de metodologias específicas aplicadas e de estruturas de implementação e uso de tais informações, Neugart e Schömann (2003) trazem uma coletânea de projeções individuais de países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).² A maior parte desses países utiliza um horizonte de tempo de cinco a dez anos em suas projeções. Com isso, na opinião de Neugart e Schömann (2002), evita-se, em certa medida, o risco de contaminar as projeções com flutuações de curto prazo e eventuais efeitos sazonais. Tais projeções, ainda segundo Neugart e Schömann (2002), tornam-se susceptíveis à influência, isto sim, de mudanças estruturais de médio prazo que passam ao largo de ciclos econômicos de curto prazo.

Van Eijs (1994), por sua vez, percebe projeções como uma forma de tornar mais transparente o mercado de trabalho, tendo em vista tratar-se este de um mercado: *i*) heterogêneo, consistindo de uma série de nichos de mercado relativamente isolados entre si (por exemplo, a demanda e a oferta de carpinteiros e de médicos são independentes); *ii*) inflexível, havendo comumente rigidez de salários, imobilidade entre ocupações e restrições impostas por legislação trabalhista e por acordos coletivos; *iii*) de lento ajuste, pois normalmente são necessários fenômenos de longo prazo para alterar a estrutura da demanda (por exemplo, a introdução de novas tecnologias de produção) ou da oferta (por exemplo, a conclusão, por parte dos alunos, de cursos que sejam pré-requisito para o exercício de uma determinada atividade profissional); e *iv*) de informações incompletas, tanto na demanda quanto na oferta, cujos agentes normalmente não possuem informações suficientes para operar de forma eficiente no mercado.

Como consequência dessas características, seria de se esperar que raramente oferta e demanda estivessem alinhadas nos diversos segmentos de mercado de trabalho, ensejando corriqueiramente fenômenos como desemprego, vagas não preenchidas, subutilização e sobreutilização de competências e de habilidades, elevada carga de horas-extras, desilusões de carreira e *cobweb cycles*.

Em economia, *cobweb cycle* é o termo utilizado em inglês para flutuações em mercados cujas decisões correntes dos agentes sejam, em grande medida, determinadas pelas condições de preço e de concorrência verificadas em períodos anteriores. Trata-se de um fenômeno mais recorrente em atividades econômicas nas quais um longo período de tempo transcorra entre a decisão de produzir e a comercialização do bem ou serviço em questão. De certa forma, assim é em

² Ao todo, foram apresentados, por diferentes autores, métodos de projeções relativas a mercados de trabalho de nove países: Estados Unidos, Canadá, Japão, Holanda, Espanha, Grã-Bretanha, Irlanda, França e Áustria.

nichos de mercado de trabalho. As pessoas costumam ser jovens e pouco experientes quando decidem que profissões pretendem seguir. Carreiras de nível superior, por exemplo, podem significar cinco, seis ou até mais anos dedicados a estudos antes de se poder buscar oportunidades naquele nicho de mercado. Embora possam levar em conta perspectivas de carreira de médio e longo prazo ao tomar esse tipo de decisão, os jovens muitas vezes conferem grande peso à evolução recente dos indicadores de mercado de trabalho. Quando isto acontece, eventuais aumentos na demanda por um determinado conjunto de ocupações e sua consequente valorização tendem a ser seguidos, com algum lapso temporal, por uma expansão da força de trabalho especializada naquelas atividades. Interessante notar que, na esteira de um maior crescimento econômico no período 2004-2010 (em torno de 4,4% ao ano – a.a.), os cursos de engenharia apresentaram expansão muito mais forte do que a média do ensino superior no Brasil, particularmente a partir de 2009 (ver, a este respeito, Gusso e Nascimento, 2014), uma possível sinalização de que *cobweb cycles* tendem a ocorrer no mercado de engenheiros. Assim sendo, projeções feitas por órgãos oficiais ou organizações de prestígio crescem em importância, à medida que permitem aos agentes econômicos, especialmente os jovens que estão diante de escolhas profissionais, se valerem de informações mais completas para suas tomadas de decisão.

Projeções de mercado de trabalho seriam, portanto, um instrumento capaz de dar maior transparência ao mercado de trabalho e reduzir esses problemas potenciais, desempenhando, basicamente, duas funções (Van Eijs, 1994): *i*) de suporte a políticas públicas de formação de recursos humanos; e *ii*) de ferramenta de informação aos agentes nele envolvidos (estudantes e empregadores, por exemplo), de forma a contribuir para que suas tomadas de decisão sejam mais eficientes.

Tal como o autor citado relata, tais projeções normalmente consistem em vários estágios, explicitados a seguir.

1. Previsão de emprego por setor com a ajuda de um modelo multissetorial, como, por exemplo, um modelo de equilíbrio geral computável.
2. Utilização dessa previsão para projetar a estrutura ocupacional da demanda por mão de obra em cada setor.
3. Tradução das projeções ocupacionais em projeções de demanda por trabalho, por tipo ou área de formação.
4. Projeção da estrutura educacional da oferta de mão de obra.
5. Comparação das projeções de oferta e de demanda.

Não obstante, esse mesmo autor ressalva que, na prática, um ou mais dos estágios supracitados costumam ser negligenciados, inclusive pelos institutos que são considerados como referências para projeções de mercado de trabalho: o norte-americano Bureau of Labor Statistics (BLS), o alemão Institute of Employment Research (IAB, na sigla original), o britânico Institute for Employment Research (IER) e o holandês Research Centre for Education and the Labour Market (ROA, na sigla original).

Como será possível perceber nas seções subsequentes, o presente trabalho não parte de previsões de emprego setoriais embasadas em modelos de equilíbrio geral. Na ausência de tal instrumental, optou-se por proceder a estimativas multissetoriais. Estas estimativas multissetoriais não devem ser confundidas tampouco com modelos de equilíbrio parcial. Modelos de equilíbrio parcial simulam o comportamento de mercados específicos sem levar em conta, como tentam

fazer os modelos de equilíbrio geral, eventuais efeitos decorrentes de desequilíbrios em outros mercados, como se a mercadoria estudada fosse a única produzida e comercializada. Apesar de ser esta a lógica do que é feito neste texto, não são aqui estimadas equações de oferta e de demanda, como nos modelos de equilíbrio parcial. Apesar destas ressalvas, a combinação das estimativas multissetoriais reportadas doravante permite a projeção do requerimento técnico por engenheiros para o conjunto da economia.

O terceiro estágio não é aplicável a este trabalho, pois o objetivo aqui é observar apenas os engenheiros e profissionais afins, e não toda a estrutura ocupacional. Os estágios 4 e 5 são seguidos com a utilização das projeções da oferta de diplomados na grande área engenharia, produção e construção elaboradas por Pereira, Nascimento e Araújo (2013) e sua comparação com as projeções de demanda.

As projeções de demanda para o período 2011-2020 são baseadas no comportamento setorial da economia brasileira na década anterior, isto é, entre 2001 e 2010, e nas elasticidades engenheiro-produto verificadas no âmbito de cada setor. As projeções da demanda por engenheiros e profissionais afins para o conjunto da economia são feitas considerando essas elasticidades setoriais e tomando como premissa que, na década projetada, as elasticidades não se modificarão sensivelmente. Para o crescimento do produto interno bruto (PIB), diferentes cenários são apresentados a seguir.

3. O CRESCIMENTO DO PIB SETORIAL

Os diversos setores de atividade têm diferentes perspectivas de crescimento nos próximos anos, por conta de tendências particulares para o crescimento de seus respectivos mercados interno e externo, e por conta de diferentes perspectivas de lucratividade setorial e regulação governamental. Em seus textos sobre as perspectivas do investimento para os próximos anos,³ o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) tem estimado um crescimento relativamente maior do investimento nos setores de petróleo e gás e infraestrutura, relativamente ao período 2005-2008. A tendência é haver também, segundo o banco, uma redução do peso das indústrias de transformação e extrativa mineral (excluindo petróleo e gás) no total da formação bruta de capital fixo.

Essas perspectivas estão em linha com as tendências recentes de crescimento dos diferentes setores econômicos, uma vez que o investimento tende a acompanhar o grau de utilização da capacidade produtiva e as perspectivas de crescimento futuro da demanda. Segundo as Contas Nacionais divulgadas pelo IBGE, o PIB do país cresceu a uma taxa real média de 3,1% a.a. entre 1996 e 2010. Esta taxa média, no entanto, guarda diferenças setoriais consideráveis. Enquanto os serviços de informação, o setor de atividade que mais cresceu, expandiram-se a uma taxa real média de 6,6% a.a., e a indústria extrativa cresceu a 5% a.a., a produção e distribuição de energia, gás e água cresceu a 2,2% a.a., ao passo que a indústria de transformação, o setor que menos se expandiu, cresceu a apenas 2% a.a. As taxas médias de crescimento real do PIB por setor estão informadas na tabela 1, para dois períodos de distinta extensão: 1996-2010 e 2003-2010.

3 A esse respeito, ver os textos pertinentes da série *Visão do Desenvolvimento*, do BNDES, como Puga e Meirelles (2010), Puga (2010) e Borça Jr. e Quaresma (2010).

TABELA 1 - Taxa de crescimento real médio do PIB setorial - (Em % a.a.)

| | 1996-2010 | 2003-2010 |
|------------------------------------|-----------|-----------|
| Interm. financeira e serv. rel. | 4,6 | 8,8 |
| Comércio | 3,1 | 5,7 |
| Indústria extrat. mineral | 5,0 | 5,4 |
| Serviços de informação | 6,6 | 4,9 |
| Atividades imobiliárias e aluguel | 3,1 | 4,3 |
| Prod. e distrib. de energia e água | 2,2 | 4,2 |
| Construção civil | 3,0 | 4,2 |
| Transporte, armazenagem e correio | 2,8 | 4,2 |
| Outros serviços | 3,2 | 3,1 |
| Agropecuária | 3,8 | 3,0 |
| Indústria de transformação | 2,0 | 3,0 |
| Admin., saúde e educação pública | 2,5 | 2,4 |
| PIB total | 3,1 | 4,3% |

Fonte: IBGE, Contas Nacionais Trimestrais.

Elaboração dos autores.

Considerando as taxas de crescimento setoriais recentes como parâmetro para projeções futuras do PIB setorial, tem-se um crescimento futuro esperado em que o peso de setores como a indústria de transformação e distribuição de energia e água (e também da agropecuária e da administração pública, quando considerada a tendência mais recente) cairá relativamente ao produto total. Por seu turno, a intermediação financeira, o comércio, a extração mineral e os serviços de informação, setores que mais cresceram no período recente, devem continuar crescendo acima da média da economia, no cenário hipotético utilizado, o que aumentará seu peso no PIB total.

A projeção dos níveis de atividade futura foi realizada com base nas Contas Nacionais divulgadas pelo IBGE, tanto ao nível de 55 setores quanto ao nível de doze setores de atividade da matriz. Os 55 setores de atividade foram reagrupados em setores cujas demandas por engenheiros possuem características semelhantes, em termos da sua elasticidade em relação à produção, ou cuja atividade econômica esteja relacionada. Os serviços de informação, financeiros e os serviços prestados às empresas, por exemplo, foram reunidos em um único grupo, assim como a extração e o refino de petróleo e gás.⁴

Para os anos de 2010 a 2012, ainda não há informação desagregada disponível, nas contas nacionais, para o valor agregado dos 55 setores utilizados. Assim, optou-se por utilizar as informações das contas nacionais trimestrais, já disponíveis até o segundo trimestre de 2013 para o nível de doze setores mais agregados, que servem como base para a decomposição em 55 setores da matriz de contas nacionais anuais. Dessa forma, o valor dos 55 setores da matriz para 2010 foi estimado com base no valor observado desses setores em 2009 e no crescimento dos agregados trimestrais em 2010. Assume-se, assim, que os 55 setores da matriz acompanharam a média dos grupos agregados aos quais pertencem, no ano de 2010.

4 A relação dos setores incluídos em cada agregação pode ser obtida junto aos autores, pelo e-mail <aguinaldo.maciente@ipea.gov.br>.

A partir da série observada entre 2000 e 2009 e dos valores estimados em 2010, foram projetados três cenários para o período 2011-2020. Optou-se por alterar as taxas de crescimento utilizadas em Nascimento *et al.* (2010), que eram de 3%, 5% e 7% a.a.. O cenário intermediário aqui adotado replica a simples extrapolação da tendência exponencial da economia entre 2000 e 2010, o que representa um crescimento médio em torno de 4% a.a. O cenário mais otimista representa um crescimento anual médio de 5,5%, enquanto o cenário mais pessimista simula um crescimento anual médio da ordem de 2,5%. Nos três cenários, o crescimento de cada setor é diferenciado, respeitando-se a proporção do crescimento setorial entre 2000 e 2010. Isto é, parte-se da hipótese de que setores que cresceram mais no período 2000-2010 continuarão a crescer mais do que a média da economia no período 2011-2020.

A tabela 2 apresenta as taxas anuais médias de crescimento nos diferentes cenários, bem como a taxa de crescimento do período 2000-2010, para efeito de comparação. O cenário de crescimento de 4% a.a. para a média da economia é o que mais representa a continuidade da tendência verificada entre 2000 e 2010, tanto do ponto de vista geral como do ponto de vista de cada setor.

TABELA 2 - Crescimento anual médio setorial, para diferentes cenários de crescimento econômico

| | 2000-2010 | 2011-2020 | | |
|---|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | | 5,5% ao ano | 4% ao ano | 2,5% ao ano |
| Petróleo e gás | 4,2% | 7,7% | 6,2% | 4,6% |
| Extrativa mineral | 5,5% | 7,4% | 5,9% | 4,4% |
| Serviços de informação, intermediação financeira e serviços prestados às empresas | 5,2% | 7,1% | 5,5% | 4,0% |
| Construção residencial | 3,0% | 5,9% | 4,4% | 2,9% |
| Demais | 3,7% | 5,4% | 3,9% | 2,4% |
| Infraestrutura | 3,1% | 4,7% | 3,2% | 1,7% |
| Administração pública, saúde e educação | 2,9% | 4,5% | 3,0% | 1,5% |
| Indústria de transformação | 2,7% | 4,3% | 2,8% | 1,3% |
| Total | 3,5% | 5,5% | 4,0% | 2,5% |

Elaboração dos autores.

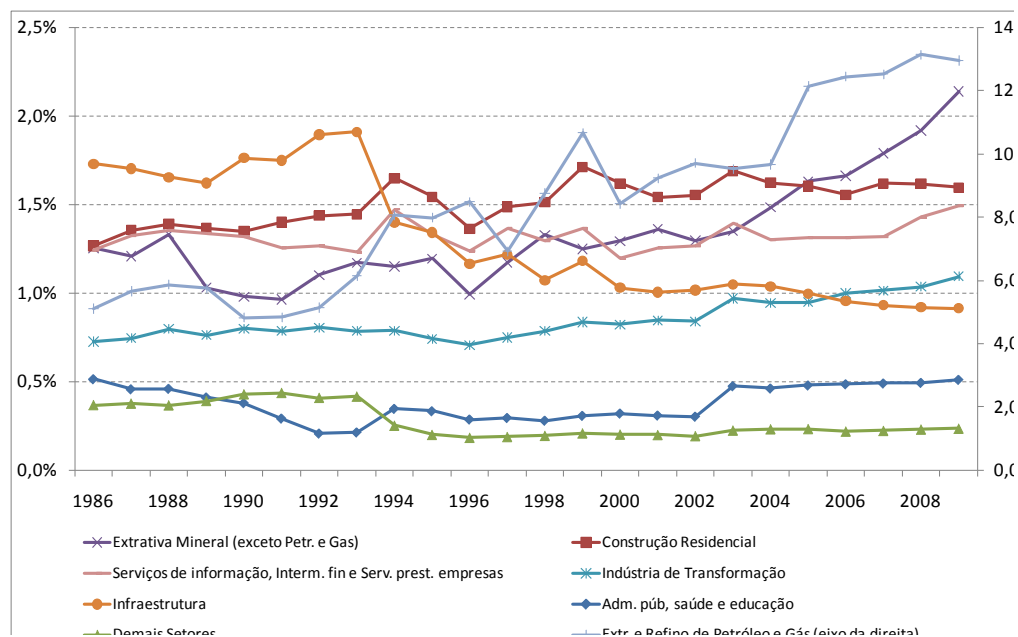
Cabe ressaltar que os cenários não possuem nenhuma hierarquia nem representam uma expectativa para o crescimento futuro da economia. São apenas instrumentos para a obtenção de valores plausíveis para a demanda futura de engenheiros e profissionais afins. As perspectivas de crescimento dos setores econômicos podem se alterar ao longo década seguinte, relativamente ao que ocorreu entre os anos de 2000 e 2010, o que significaria alterações nas demandas relativas de cada setor por profissionais qualificados. No entanto, essas tendências recentes foram consideradas o marco mais adequado para não subestimar a demanda por engenheiros de setores que vêm crescendo fortemente e que, no momento, mantêm suas perspectivas de crescimento e de investimento.

4. O REQUERIMENTO TÉCNICO-SETORIAL DE ENGENHEIROS

Além de os setores crescerem a taxas diferentes, cada setor de atividade requer engenheiros e profissionais afins em proporções diferenciadas em relação à sua mão de obra total e também em proporções distintas em face de um dado crescimento econômico. Assim, os diversos setores possuem requerimentos técnicos diferentes no uso de engenheiros, bem como elasticidades engenheiros-produto também distintas. Na ausência de indicadores de produção física desagregados para o período em questão, optou-se pelo uso do valor adicionado setorial como variável explicativa do uso de engenheiros e profissionais afins, conforme procedimento sugerido pelas Nações Unidas (United Nations – Department of International Economic and Social Affairs, 1990), o que implicitamente assume a estabilidade dos preços relativos entre os grandes setores utilizados.

O gráfico 1 mostra a evolução do percentual de engenheiros no total do emprego dos setores de atividade, de acordo com o agrupamento escolhido.

Gráfico 1 - Engenheiros e profissionais afins no emprego setorial (1986-2009) // (Em %)



Fonte: IBGE; Rais/MTE.

Elaboração dos autores.

O setor que engloba a extração e o refino de petróleo e gás é o mais intensivo no uso de engenheiros e profissionais afins, tendo mais do que dobrado a participação desses profissionais no total de sua força de trabalho no período 1986-2009. O setor de infraestrutura (que inclui transportes, armazenagem e os serviços de utilidade pública) era o segundo setor mais intensivo no uso de engenheiros na década de 1980. A participação desses profissionais no total da força de trabalho do setor caiu a partir de meados dos anos 1990 e o setor passou a ter uma participação abaixo de outros setores, tais como o restante da indústria extrativa mineral, em cuja força de trabalho o crescimento de engenheiros também foi expressivo.

A partir do valor adicionado setorial e dos valores para o emprego de engenheiros nesses diferentes setores, obteve-se uma estimativa da elasticidade do uso de engenheiros frente a uma expansão do valor adicionado setorial. A tabela 3 apresenta os valores obtidos para as elasticidades do emprego de engenheiros relativamente ao valor adicionado, nos diferentes setores. Para todas as regressões os valores das elasticidades foram estatisticamente significativos. Para o setor de construção residencial, além do valor adicionado, uma tendência linear constante em relação ao tempo também se mostrou significativa.

TABELA 3 - Elasticidade do emprego de engenheiros relativamente ao valor adicionado

| Setor | Elasticidade |
|---|--------------|
| Petróleo e gás | 4,22 |
| Administração pública, saúde e educação | 3,49 |
| Construção residencial | 2,61 |
| Indústria de transformação | 2,47 |
| Demais | 1,96 |
| Extrativa mineral | 1,90 |
| Serviços de informação, intermediação financeira e serviços prestados às empresas | 1,38 |
| Infraestrutura | 0,98 |

Fonte: IBGE, Contas Nacionais Trimestrais.

Elaboração dos autores.

Os valores da tabela indicam que o setor correspondente à administração pública, saúde e educação é o que mais expande seu uso de engenheiros relativamente ao valor adicionado. Para cada 1% de aumento do valor adicionado no setor, há um aumento de 2,64% no uso de engenheiros. Apenas o setor de infraestrutura mostrou um emprego de engenheiros relativamente inelástico à expansão do valor adicionado setorial.

A tabela 4 resume as taxas médias de crescimento tanto do valor adicionado quanto do emprego de engenheiros entre 2000 e 2010.

TABELA 4 - Taxa de expansão média entre 2000 e 2010 // (Em %)

| | Valor Adicionado | Emprego de engenheiros |
|--|------------------|------------------------|
| Petróleo e gás | 4,2 | 19,1 |
| Extrativa mineral | 5,5 | 10,8 |
| Administração pública, saúde e educação | 2,9 | 10,6 |
| Construção residencial | 3,0 | 8,1 |
| Demais | 3,7 | 7,5 |
| Serviços de informação, intermediação financeira e serviços prestados às empresas. | 5,2 | 7,2 |
| Indústria de transformação | 2,7 | 6,8 |
| Infraestrutura | 3,1 | 3,0 |
| Total | 3,5 | 7,8 |

Fonte: Contas Nacionais/IBGE e Rais/MTE, a preços de 1995.

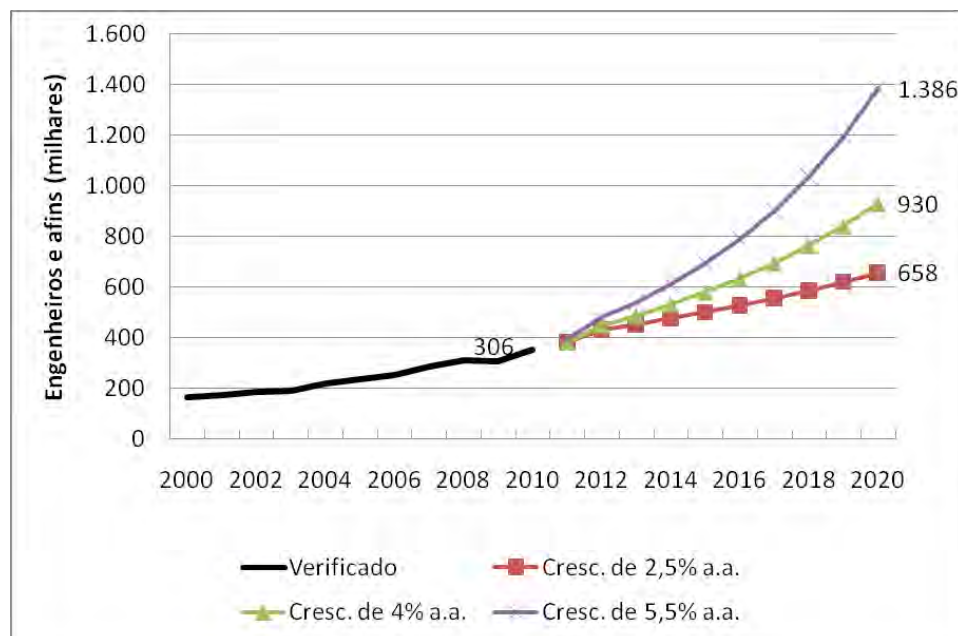
Elaboração dos autores.

Houve uma grande expansão recente do nível de atividade e do emprego de engenheiros nos setores de petróleo e gás e no restante da extração mineral. O setor de administração pública, educação e saúde, a despeito de um crescimento mais modesto, apresentou um aumento também expressivo do emprego de engenheiros, inclusive como professores e pesquisadores no setor educacional.

5. A DEMANDA POR ENGENHEIROS NO MERCADO DE TRABALHO EM 2020

Com base nessas elasticidades e nas projeções de valor adicionado setorial, procedeu-se à elaboração de projeções para a demanda futura pelos profissionais de engenharia e áreas afins no mercado de trabalho formal. O gráfico 2 mostra o resultado dessas projeções, indicando o número de engenheiros presentes no mercado formal em ocupações típicas de sua formação, para os diferentes cenários de crescimento econômico. O número de engenheiros requeridos pelo mercado de trabalho formal, a depender do cenário de crescimento da economia, pode estar entre 600 mil e 1,4 milhão de profissionais, o que demonstra a importância do crescimento econômico sustentado sobre a configuração de longo prazo do mercado de trabalho.

GRÁFICO 2 - Demanda por engenheiros para diferentes taxas de crescimento econômico entre 2011 e 2020



Fonte: Rais/MTE.

Elaboração dos autores.

Os valores do gráfico correspondem à soma das demandas individuais dos setores, que crescem a ritmos diferentes, devido às diferentes taxas de crescimento setorial e às diferentes elasticidades de cada setor no uso de engenheiros. A tabela 5 mostra as taxas de crescimento anuais médias, para cada setor, resultantes de cada cenário de crescimento da economia. Estes valores correspondem, portanto, à aplicação das elasticidades setoriais do uso de engenheiros aos números projetados para o crescimento de cada setor, descritos anteriormente na tabela 5.

TABELA 5 - Crescimento anual médio setorial do emprego de engenheiros,
para diferentes cenários de crescimento econômico

| | 2000-2010 | 2011-2020 | | |
|--|-----------|-------------|-----------|-------------|
| | | 5,5% ao ano | 4% ao ano | 2,5% ao ano |
| Petróleo e gás | 19,1 | 36,7 | 28,7 | 21,1 |
| Administração pública, saúde e educação | 10,6 | 16,6 | 11,0 | 5,5 |
| Construção residencial | 8,1 | 16,2 | 11,9 | 7,7 |
| Extrativa mineral | 10,8 | 14,6 | 11,6 | 8,5 |
| Demais | 7,5 | 10,9 | 7,8 | 4,8 |
| Indústria de transformação | 6,8 | 10,9 | 7,0 | 3,3 |
| Serviços de informação, intermediação financeira e serviços prestados às empresas | 7,2 | 9,9 | 7,7 | 5,6 |
| Infraestrutura | 3,0 | 4,6 | 3,1 | 1,7 |
| Total | 7,8 | 15,0 | 10,5 | 6,3 |

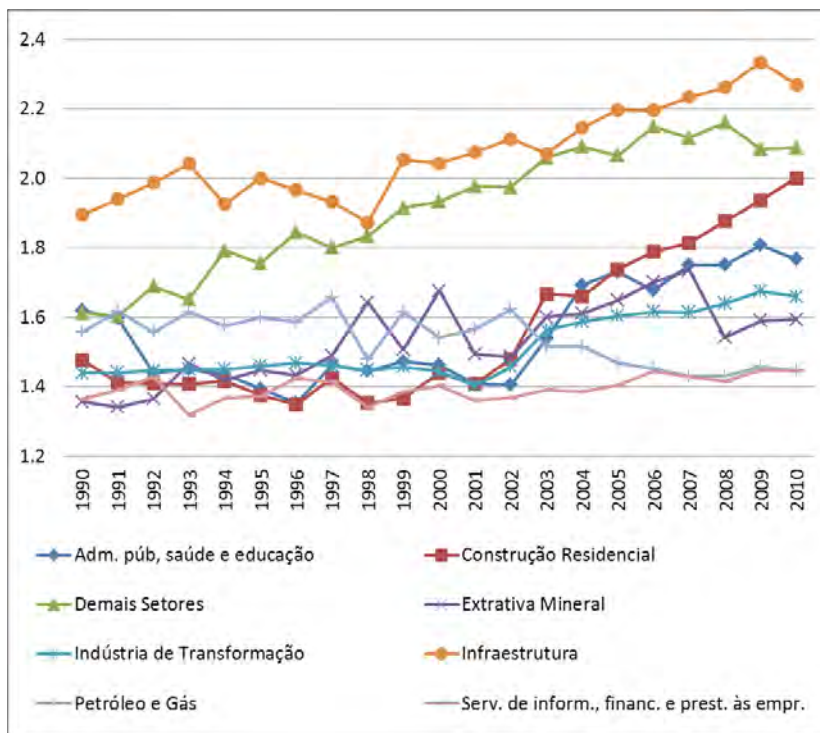
Elaboração dos autores com base em dados das Contas Nacionais (IBGE) e Rais/MTE.

O crescimento econômico projetado, nos três cenários, segue as tendências de crescimento verificadas entre 2000 e 2010. Como resultado, nota-se a continuidade da tendência de forte crescimento da demanda por engenheiros e profissionais afins. O setor de petróleo e gás (que inclui aqui extração e refino) seguirá expandindo sua demanda por esses profissionais a taxas entre 13% e 19% a.a.. Também a administração pública e a educação e a saúde (tanto públicas quanto privadas) seguirão demandando esses profissionais em um ritmo consideravelmente acima do crescimento médio da economia.

Tais resultados indicam a possibilidade de escassez relativa desses profissionais, sobretudo em áreas específicas de formação e de experiência. Essa escassez relativa não significa uma falta, em números absolutos, de engenheiros disponíveis no mercado, mas uma possível pressão salarial que torne suas ocupações típicas atrativas relativamente às demais oportunidades ocupacionais desses profissionais.

O gráfico 3 mostra a evolução do salário médio dos engenheiros relativamente aos demais profissionais com educação de nível superior, em cada um dos setores de atividades já descritos.

GRÁFICO 3 - Razão entre o salário de engenheiros e o de demais empregados de nível superior



Fonte: Rais/MTE.

Elaboração dos autores.

Os engenheiros e profissionais afins recebem salários sistematicamente acima dos demais empregados com escolaridade superior.⁵ Isso é particularmente verdade no setor de infraestrutura e no conjunto de setores aqui denominados *demais*, que inclui alguns serviços e a agroindústria. Nos setores de construção e administração pública, educação e saúde, nota-se uma tendência recente de forte alta do salário relativo desses profissionais, assim como no segmento de infraestrutura.

Apesar de menos pronunciada, há também uma alta constante dos salários desses profissionais na indústria de transformação, que é importante no total de engenheiros empregados na economia. No setor de extração mineral, excluída a extração de petróleo e gás, os salários relativos vinham crescendo fortemente até 2007. A crise internacional de 2008 parece ter afetado negativamente os salários relativos de engenheiros neste setor, mas a tendência de alta parece ter sido retomada em 2009.

Tomando-se os 55 setores mais desagregados da matriz de contas nacionais, os setores que mais apresentaram elevação do salário de engenheiros, relativamente aos demais funcionários de nível superior entre 2000 e 2009, foram os de *cimento, álcool, artefatos de couro e calçados, serviços imobiliários e aluguel e construção*. Entre esses setores, os de

5 Analisando dados dos censos populacionais de 2000 e de 2010, Menezes-Filho (2012) encontra evidência de que, entre um censo e outro, os salários médios de engenheiros empregados em ocupações típicas deixaram de ser menores para se tornarem maiores do que os salários médios de engenheiros trabalhando em ocupações tidas como não típicas.

construção e *cimento* parecem ser os que mais demandam engenheiros específicos, e as tendências de alta nos salários podem significar necessidades mais pronunciadas de crescimento futuro da disponibilidade de profissionais.

Os tipos específicos de engenheiros e profissionais afins cujos salários mais se elevaram nos últimos anos podem ser identificados na tabela 6. A tabela apresenta as ocupações em ordem decrescente da tendência de aumento dos salários verificada entre 2003 e 2009. Nota-se a presença de profissionais típicos da administração pública (pesquisador em metrologia) e outros típicos das indústrias extrativa, de construção e química.

TABELA 6 - Engenheiros e afins com maiores aumentos dos salários entre 2003 e 2010 e seu respectivo salário mensal médio em 2010

(Em número de salários mínimos)

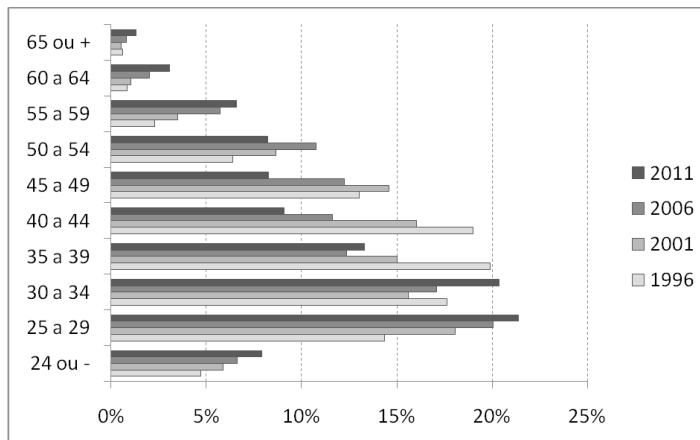
| | Ocupação | Remuneração em 2010 |
|--------|--|---------------------|
| 201205 | Pesquisador em metrologia | 15,9 |
| 122120 | Diretor de produção e operações em empresa pesqueira | 21,5 |
| 201110 | Bioteecnologista | 17,5 |
| 214240 | Engenheiro civil (hidráulica) | 16,4 |
| 214730 | Engenheiro de minas (planejamento) | 20,2 |
| 214710 | Engenheiro de minas (beneficiamento) | 14,4 |
| 214415 | Engenheiro mecânico (energia nuclear) | 19,0 |
| 214220 | Engenheiro civil (estruturas metálicas) | 11,6 |
| 213410 | Geólogo de engenharia | 14,4 |
| 214505 | Engenheiro químico | 16,7 |

Elaboração dos autores, com base em dados da Rais/MTE.

A tendência de alta salarial para engenheiros e profissionais afins em relação a outros profissionais de nível superior tem sido acompanhada de uma estabilidade da proporção deles no total de empregados de nível superior. Assim tem sido em seis dos oito setores ora analisados. Apenas nos ramos da construção residencial e de infraestrutura a participação de engenheiros e profissionais afins no total de empregados declinou ao longo do período.

A falta de experiência dos profissionais disponíveis no mercado é também um argumento recorrente na atual conjuntura do país. Para uma breve análise desse fenômeno, foram construídas as pirâmides etárias dos engenheiros contratados no mercado de trabalho formal, entre 1996 e 2011, apresentadas no gráfico 4.

GRÁFICO 4 - Estrutura etária dos engenheiros e profissionais afins no mercado formal



Fonte: Rais/MTE.

Elaboração dos autores.

Entre 1996 e 2011, observa-se que o percentual de profissionais com idade abaixo de 35 ou acima de 55 anos subiu relativamente ao total. Ao mesmo tempo, a proporção de profissionais com idade entre 35 e 49 anos caiu de forma expressiva. Esta tendência é também confirmada por pirâmides etárias elaboradas com dados dos censos populacionais desde 1970 a 2010, reportadas por Salerno *et al.* (2014) tanto para os diplomados quanto para os ocupados nas engenharias.

Isso pode ser reflexo apenas do fenômeno atual, conhecido como bônus demográfico, pelo qual o pico da população brasileira em idade ativa tem sido incorporado ao mercado de trabalho. Isto é, tem havido um grande fluxo de jovens profissionais no mercado de trabalho, independentemente do seu grau de escolaridade. O fenômeno, no entanto, pode também denotar uma relativa escassez de profissionais de engenharia em idade intermediária e níveis de experiência mais elevados. Neste caso, o aumento do percentual de jovens e trabalhadores com mais idade traz consigo custos crescentes de treinamento de novos profissionais e também de retenção de profissionais experientes, mas em idade próxima ou superior à da aposentadoria.

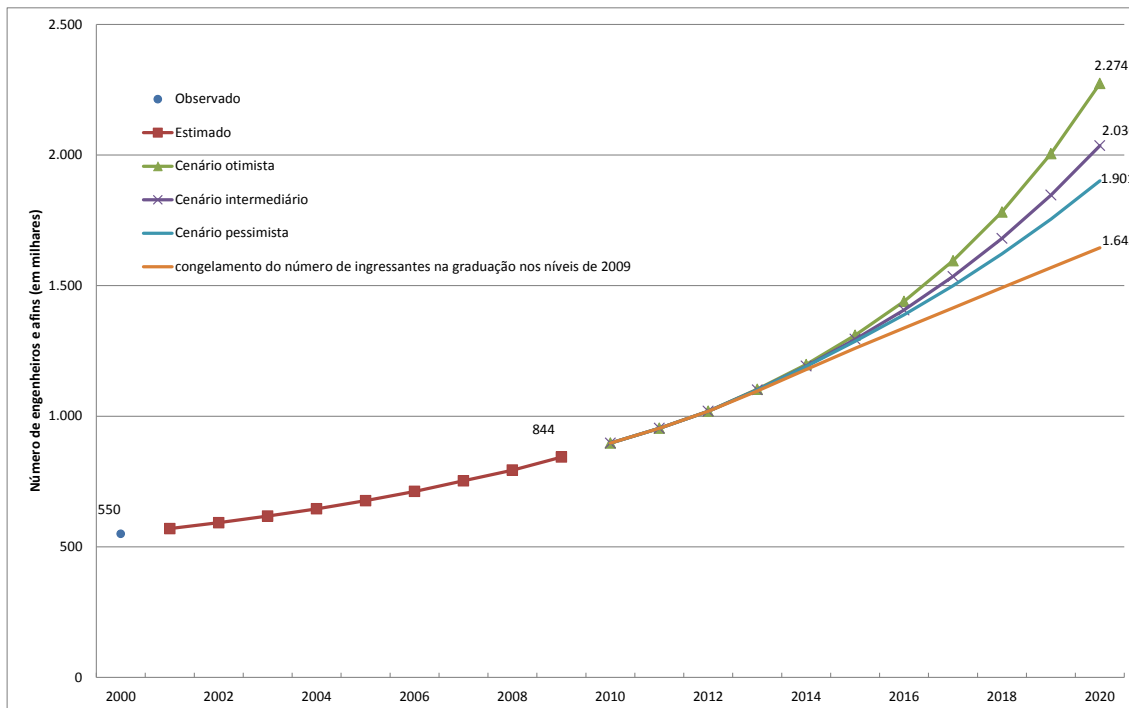
6. COMPARAÇÃO ENTRE A OFERTA DE ENGENHEIROS E A DEMANDA NO MERCADO DE TRABALHO FORMAL

Cabe, por fim, uma comparação entre as tendências aqui projetadas da expansão da demanda por engenheiros no mercado de trabalho formal, desempenhando ocupações típicas de sua área de formação, e a oferta de profissionais diplomados nas áreas de engenharia, produção e construção, segundo a denominação de cursos utilizada pelo Censo da Educação Superior.

São utilizadas aqui as projeções para a oferta desses profissionais estimadas por Pereira, Nascimento e Araújo (2013). Os autores partiram do Censo Demográfico de 2000 do IBGE para chegar ao estoque de pessoas com diplomas em cursos da grande área de engenharia, produção e construção. Daí foram adicionando, ano a ano, os fluxos de conclusões nessa

grande área, procedendo a pequenos ajustes para incorporar estimativas de mortes e de aposentadorias. Assim fizeram até o ano de 2009, último ano para o qual dispunham de dados no momento da elaboração do referido estudo. A partir daí, utilizaram três cenários para o crescimento do número de profissionais formados nas áreas de engenharia, produção e construção. Estes cenários refletem diferentes graus de expansão do número de concluintes do ensino superior nessas áreas. Os resultados estão plotados no gráfico 5.⁶

GRÁFICO 5 - Projeções para o estoque de engenheiros no mercado de trabalho – Brasil (2000 a 2020) // (Em milhares)



Fonte: Pereira, Nascimento e Araújo (2013).

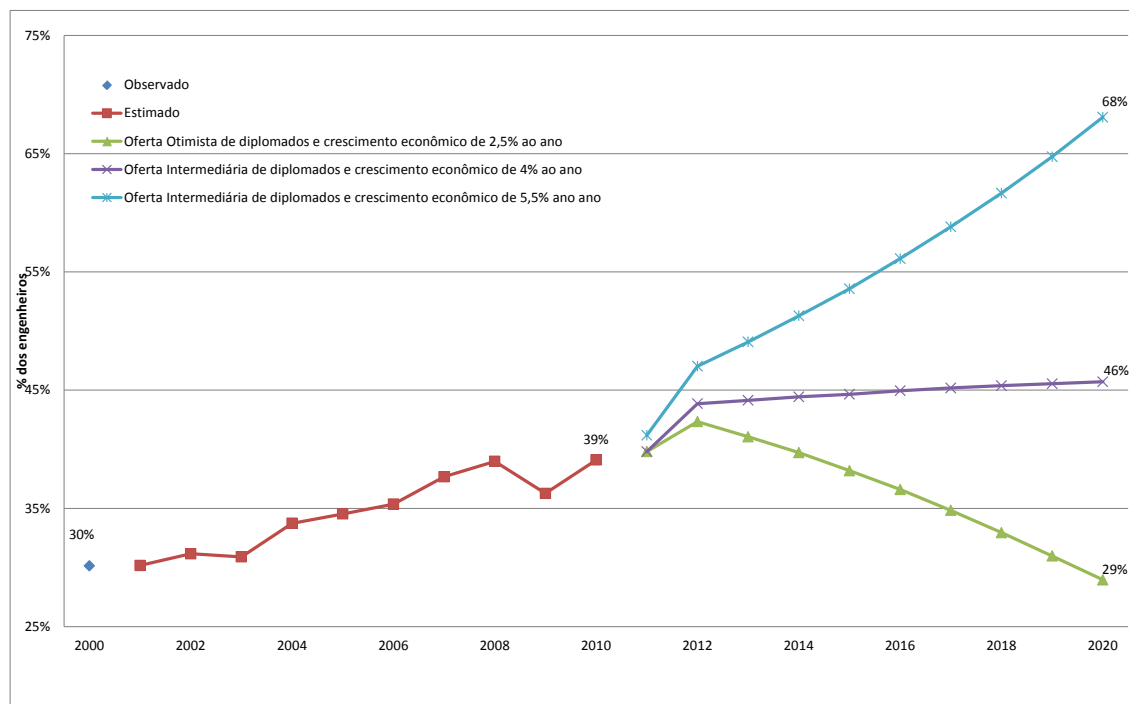
Nota-se que, segundo as projeções de Pereira, Nascimento e Araújo (2013), o estoque de engenheiros e profissionais afins no Brasil tenderá a alcançar algo entre 1,6 e 2,3 milhões de pessoas – devendo, portanto, ao menos dobrar em relação a 2009, podendo até a chegar perto de triplicar. Trata-se de uma expansão significativa, considerando que o estoque de engenheiros em 2009 cresceu pouco mais do que 50% em relação a 2000.

O gráfico 6 mostra a comparação entre alguns dos cenários de crescimento do número de formados nas áreas de engenharia, produção e construção e os diferentes cenários de crescimento da economia descritos anteriormente, além de mostrar a evolução do percentual dos profissionais com diploma em engenharia que trabalham como empregados assalariados.⁷

⁶ Para detalhes sobre como as projeções de oferta foram feitas, consultar Pereira, Nascimento e Araújo (2013).

⁷ São reportados graficamente no anexo C deste texto os resultados das projeções para todas as combinações de cenários de requerimento técnico e de oferta de graduados.

GRÁFICO 6 - Projeções para a proporção dos engenheiros formados requeridos pelo mercado de trabalho formal, segundo diferentes cenários de crescimento // (Em %)



Fonte: Comparação entre Pereira, Nascimento e Araújo (2013) e estimações dos autores.

Comparando os dados do censo populacional e da Rais do ano de 2000, estima-se que 30% dos residentes no país com diploma em engenharia estavam ocupados como assalariados formais em profissões típicas de sua área. Ao longo da última década, no entanto, esse percentual se elevou gradativamente, até alcançar o patamar de 39% em 2010. Trata-se de um indicador robusto de aquecimento do mercado de trabalho de engenheiros e profissionais afins, que, aliás, experimentaram, entre 2000 e 2010, uma diminuição de suas taxas de desemprego, conforme mostram dados dos censos demográficos reportados em Menezes-Filho (2012).

Assumindo o cenário de crescimento médio da economia em torno de 4% a.a. entre 2011 e 2020, bem como o cenário intermediário de expansão do número de concluintes de cursos de engenharia, estimado por Pereira, Nascimento e Araújo (2013), cerca de 46% dos engenheiros do país serão requeridos pelo mercado de trabalho assalariado em 2020.

Assim, percentuais crescentes dos profissionais formados em engenharia seriam demandados pelo mercado de trabalho para atividades específicas de sua formação, caso o desempenho da economia seguisse o ritmo médio observado entre 2004 e 2010 (quando o crescimento médio do PIB ficou em torno de 4,4% a.a.). Ainda assim, este fato por si só não configura uma escassez de profissionais no mercado, pois, em cenários de maior crescimento, é natural que profissionais tenham suas competências específicas valorizadas pelo mercado.

O Brasil viveu décadas de intenso crescimento no passado, que, devido às crises de endividamento do Estado e à hiperinflação, sofreram interrupção. Durante os períodos de maior estagnação e menores taxas de investimento, profissionais com qualificações como as de engenharia não obtinham retornos adequados em suas respectivas áreas de atuação, passando

a atuar em outras ocupações, ou simplesmente por conta própria. A continuidade das taxas moderadas de crescimento verificadas na última década pode significar a volta a uma situação de maior normalidade para o mercado de trabalho de profissionais de engenharia, cuja formação relativamente demorada e dispendiosa justifica seu emprego nas atividades especializadas para as quais são formados.

No entanto, como mostra o gráfico 6, em um cenário de maior crescimento econômico, atualmente pouco provável, mesmo uma expansão bastante elevada do número de engenheiros formados, acima dos padrões atuais de expansão, pode se mostrar insuficiente para atender a demanda do mercado por estes profissionais. Caso o cenário econômico de alto crescimento tivesse se materializado, o percentual de pessoas requeridas pelo mercado de trabalho com diploma nas áreas de engenharia e carreiras afins talvez se aproximasse de níveis porventura insustentáveis, com mais de dois terços desses profissionais empregados em ocupações típicas de sua área de formação.

Por outro lado, caso o atual cenário de crescimento mais modesto da economia tenha continuidade, com taxas anuais próximas a 2,5% a.a., mesmo uma expansão intermediária do número de profissionais de engenharia pode significar a volta aos padrões anteriores à retomada do crescimento econômico. Isto significaria um novo ciclo de desvalorização de profissionais com qualificações específicas, como as de engenheiros e profissionais afins.

Em estudo recente, Gusso e Nascimento (2014), utilizando dados do Censo da Educação Superior, estimaram que o número de conclusões nos cursos de engenharia, produção e construção cresceu 200% entre 2000 e 2012, acima da expansão de conclusões para a média dos cursos superiores, que se aproximou de 150% no período. Segundo os autores, a expansão do número de matrículas se deu também de forma bastante intensa, principalmente a partir de 2009, provavelmente em resposta à crescente atratividade das profissões ligadas à engenharia.

Este cenário de crescente oferta de engenheiros, aliado ao baixo crescimento econômico recente, podem indicar que os cenários mais alarmistas que apontavam, desde fins da década de 2000, para uma escassez pronunciada de engenheiros, não ocorrerão. Em primeiro lugar, porque o cenário de crescimento econômico acelerado não se confirmou. Em segundo lugar, porque o sistema de ensino superior apresentou uma grande capacidade de resposta aos estímulos produzidos pelo mercado de trabalho, sobretudo na forma de maior remuneração.

7. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das incertezas inerentes ao sistema econômico, o ritmo de expansão dos profissionais formados nas áreas de engenharia e profissões afins parece estar acompanhando adequadamente, pelo menos do ponto de vista quantitativo e mais geral, as tendências do mercado de trabalho.

Não se pode esperar que a oferta de profissionais especializados se antecipe, por si só, às necessidades de mercado, pois as decisões de jovens sobre a escolha da área de formação e, posteriormente, sobre sua área de atuação, dependem dos sinais emitidos pelo mercado quanto à valorização dos salários e das carreiras a serem escolhidas. É natural, portanto, que haja certa defasagem entre os sinais de mercado e o ajuste da oferta de profissionais, que leva tempo para se concretizar.

Os cenários alarmistas quanto à escassez de engenheiros, emitidos pelas entidades empresariais e até mesmo por órgãos governamentais durante o período de maior crescimento econômico da segunda metade da década de 2000, parecem, em geral, não ter se confirmado. Em primeiro lugar, porque ignoravam as incertezas quanto à sustentabilidade de taxas de crescimento muito elevadas, que acabaram não tendo continuidade a partir de 2011. Em segundo lugar, porque ignoravam, na maior parte dos casos, a capacidade de resposta do sistema de educação superior e dos candidatos a cursos de engenharia, que indicam um grande afluxo recente em direção a esta área de formação. Este movimento elevará, nos próximos anos, a disponibilidade de jovens recém-formados em engenharia e áreas afins.

Como também ressaltam Salerno *et al.* (2014), a percepção de escassez verificada em fins dos anos 2000 estava mais relacionada a questões demográficas, ligadas não só à baixa atratividade das carreiras típicas da engenharia ao longo dos anos 1990, que levou parte desses profissionais a buscar outras alternativas ocupacionais, mas também à expansão do contingente de jovens ingressantes no mercado de trabalho, reflexo do bônus demográfico que o país experimenta atualmente. Ao mesmo tempo que o ingresso de uma grande população em idade ativa é positivo no médio prazo para o país, no curto prazo, uma expansão da oferta concentrada em jovens profissionais pode ocasionar um *deficit* relativo de experiência, uma vez que gerações de profissionais mais experientes, na faixa etária entre 40 e 60 anos, se tornam relativamente mais escassos.

Adicionalmente a esta questão geracional, cabe ressaltar que Gusso e Nascimento (2014) destacam que a formação superior de pessoal técnico-científico no Brasil é concentrada em instituições e cursos de baixo desempenho, e que Pompermayer *et al.* (2011) lembram que conclusões gerais baseadas em dados quantitativos agregados não eliminam a possibilidade de haver dificuldades para o preenchimento de postos de trabalho em algumas regiões, ou para funções que exijam especializações específicas.

Por conseguinte, ainda que os dados aqui apresentados não corroborem um cenário de escassez generalizada, tampouco podem descartar a existência de problemas pontuais, quer sejam de ordem qualitativa, decorrentes de questões geracionais ou de deficiências do sistema educativo, quer sejam de ordem quantitativa, decorrentes de carências regionais ou setoriais mais específicas. Eventuais desequilíbrios regionais ou setoriais, e mesmo aqueles acarretados por questões geracionais, são passíveis de soluções de curto e médio prazo, influenciáveis em maior ou em menor medida pelo poder público, pelas empresas ou pelos próprios trabalhadores. Essas possíveis soluções passam, conforme destacado por Nascimento (2014), por aumentos salariais, migração dentro do próprio país, retenção de profissionais em vias de se aposentar e retorno dos

já aposentados, redução das exigências para os postos de trabalho anunciados, capacitação e treinamento, progressivo retorno de brasileiros que tenham migrado para outros países e flexibilização dos vistos de trabalho.

Necessidades específicas de setores cujo ritmo de crescimento permaneça elevado parecem requerer esforços adicionais, quiçá abrangendo um conjunto de medidas relacionadas aos desdobramentos de curto e de médio prazos enumerados no parágrafo anterior. A julgar pelos dados apresentados, a situação parece mais crítica, no caso específico das engenharias e áreas afins, nos setores de extração mineral (sobretudo petróleo e gás) e construção. Ademais, sob taxas médias anuais de crescimento em torno de 4%, o mercado de trabalho formal tenderá a requerer, em 2020, o triplo no número de engenheiros hoje ocupados em funções típicas. Apesar de o sistema educacional ter apresentado uma boa capacidade de expansão da oferta desses profissionais, tal demanda pode representar potenciais gargalos setoriais, principalmente ao se levar em consideração que profissionais com essa formação deverão continuar a ser demandados também em outras ocupações.

Problemas mais estruturais, porém, em especial os que se relacionem a deficiências no sistema educativo e à produtividade sistêmica da economia, exigem esforços contínuos e de mais longo prazo dos agentes econômicos públicos e privados. Problemas de qualificação da força de trabalho, por exemplo, vão além da simples expansão de vagas do sistema educacional. Afinal, os fluxos de novos profissionais nos próximos anos, especialmente os de nível superior, já estão limitados pela própria quantidade de estudantes atualmente matriculados nos cursos disponíveis. Essa defasagem temporal significa, como já chamavam a atenção Pereira, Nascimento e Araújo (2013), que a expansão da oferta em um horizonte de poucos anos mostra-se mais atrelada a políticas de redução da evasão e de elevação das taxas de conclusão do que a políticas de ampliação de vagas. Além disso, a oferta de profissionais nas áreas tecnológicas e em outras carreiras com maior grau de especialização depende também da qualificação adequada dos ingressantes no ensino superior.

Números apresentados por Gusso e Nascimento (2014) mostram que a expansão das vagas, dos ingressantes e dos diplomados nas engenharias impõe desafios em relação à qualidade dos cursos, tanto nos sistemas públicos quanto privados de educação superior. Para garantir uma oferta ampliada e de qualidade de engenheiros num prazo mais longo, que será requerida se um maior crescimento econômico vier a se concretizar, será necessário melhorar significativamente as competências básicas dos alunos de ensino médio. Assim, mais candidatos ao ensino superior teriam condições de ingressar e concluir com sucesso os cursos mais especializados, como os de engenharia. O desempenho brasileiro no Programme for International Student Assessment (Pisa), levantado por Soares e Nascimento (2012), permite vislumbrar uma progressiva melhora das capacidades cognitivas dos alunos, mas ainda evidencia que a proficiência média de nossos jovens permanece entre as mais baixas, mesmo quando comparada com países cuja renda *per capita* é próxima à do Brasil.

Os dados reportados no presente estudo sugerem, de todo modo, que a escassez de engenheiros não é generalizada e não o foi nem mesmo no auge do crescimento econômico da segunda metade da década de 2000. Contudo, o debate a esse respeito não é totalmente infundado, tendo em vista que alguns setores específicos podem experimentar uma relativa escassez de mão de obra com experiência ou de profissionais altamente especializados. Se o crescimento econômico brasileiro voltar para níveis superiores à tendência do período 2004-2010 (*i.e.*, acima de 4% a.a.), o país poderá vir a enfrentar uma escassez mais pronunciada de engenheiros e profissionais afins, sobretudo se o crescimento mais robusto vier a ser puxado pelos setores de construção civil e de petróleo e gás.

REFERÊNCIAS

- BORÇA JR, G.; QUARESMA, P. Perspectivas de investimento na Infraestrutura 2010-2013. Visão do Desenvolvimento (BNDES), v. 77, p. 2-8, 22 fev. 2010.
- EIJS, P. VAN. Manpower forecasting in the Western world: the current state of the art. Maastricht: Research Centre for Education and the Labour Market (ROA), 1994.
- FREEMAN, R. B. Is a great labor shortage coming? Replacement demand in the global economy. In: Reshaping the American workforce in a changing economy. Washington, D. C.: Harry J. Holzer; Demetra Smith Nightingale, 2007. p. 3-24.
- GUSSO, D. A.; NASCIMENTO, P. A. M. M. Evolução da formação de engenheiros e de profissionais técnico -científicos no Brasil entre 2000 e 2012. In: OLIVEIRA, M. et al. (Eds.). Rede de pesquisa "Formação e mercado de trabalho": coletânea de artigos. Brasília: Ipea; ABDI, 2014. v. 4, cap. 1, pp. 17-62.
- MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T. C. Requerimento técnico por engenheiros no Brasil até 2020. Brasília: Ipea, Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, n. 12, p. 43-54, fev. 2011.
- MENEZES-FILHO, N. Apagão de mão de obra qualificada? As profissões e o mercado de trabalho brasileiro entre 2000 e 2010. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.insper.edu.br/wp-content/uploads/2012/10/Apag%C3%A3o-de-M%C3%A3o-de-Obra-Qualificada-Naercio-Menezes-Filho.docx.pdf>>. Acesso em: 6 jun. 2013.
- NASCIMENTO, P. A. M. M. Escassez de mão de obra qualificada no Brasil: fatos e mitos. In: OLIVEIRA, M. et al. (Eds.). Rede de pesquisa "Formação e mercado de trabalho": coletânea de artigos. Brasília: ABDI; Ipea, 2014.
- NASCIMENTO, P. A. M. M. et al. Escassez de engenheiros: realmente um risco? Brasília: Ipea, Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, v. 6, p. 3-8, fev. 2010.
- NEUGART, M.; SCHÖMANN, K. Employment outlooks: why forecast the labour market and for whom. WZB, Forschungsschwerpunkt Arbeitsmarkt und Beschäftigung, 2002.
- NEUGART, M.; SCHÖMANN, K. (Eds.). Forecasting labour markets in OECD countries: measuring and tackling mismatches. Cheltenham, Reino Unido: Edward Elgar, 2003.
- PEREIRA, R. H. M.; NASCIMENTO, P. A. M. M.; ARAÚJO, T. C. Projeções de mão de obra qualificada no Brasil: cenários para a disponibilidade de engenheiros até 2020. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 30, n. 2, p. 519-548, 2013.
- POMPERMAYER, F. M. et al. Potenciais gargalos e prováveis caminhos de ajustes no mundo do trabalho no Brasil nos próximos anos. Brasília: Ipea, Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, v. 12, p. 7-14, fev. 2011.
- PUGA, F. P. Investimentos em perspectiva já são superiores a valores pré-crise. Visão do Desenvolvimento (BNDES), v. 81, p. 1-12, 21 maio 2010.

PUGA, F. P.; MEIRELLES, B. Perspectivas de investimento na indústria em 2010-2013. *Visão do Desenvolvimento (BNDES)*, v. 79, p. 1-8, 15 mar. 2010.

SALERNO, M. S. et al. Uma proposta de sistematização do debate sobre falta de engenheiros no Brasil. In: OLIVEIRA, M. et al. (Eds.). *Rede de pesquisa "Formação e mercado de trabalho": coletânea de artigos*. Brasília: ABDI; Ipea, 2014. v. 4, cap. 4, pp. 135-162.

SOARES, S. S.; NASCIMENTO, P. A. M. M. Evolução do desempenho cognitivo dos jovens brasileiros no PISA. *Cadernos de Pesquisa*, v. 42, n. 145, jan. 2012.

UNITED NATIONS – DEPARTMENT OF INTERNATIONAL ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS. *Projection methods for integrating population variables into development planning*. New York: United Nations, 1990.

ANEXOS

Anexo a

Listagem das ocupações de engenharia e afins utilizadas no estudo

| CBO 1994 | | CBO 2002 | |
|----------|---|----------|--|
| 01950 | Pesquisador de telecomunicações | 122105 | Diretor de produção e operações em empresa agropecuária |
| 02020 | Engenheiro agrônomo | 122110 | Diretor de produção e operações em empresa aquícola |
| 02040 | Engenheiro florestal | 122115 | Diretor de produção e operações em empresa florestal |
| 02060 | Engenheiro de pesca | 122120 | Diretor de produção e operações em empresa pesqueira |
| 02090 | Outros engenheiros agrônomos, florestais e de pesca | 141205 | Gerente de produção e operações |
| 02110 | Engenheiro civil, em geral | 141305 | Gerente de produção e operações da construção civil e obras públicas |
| 02115 | Engenheiro civil (edificações) | 142705 | Gerente de projetos e serviços de manutenção |
| 02125 | Engenheiro civil (construção de rodovias) | 201105 | Bioengenheiro |
| 02135 | Engenheiro civil (construção de aeroportos) | 201110 | Biotecnologista |
| 02145 | Engenheiro civil (construção de ferrovias) | 201115 | Geneticista |
| 02150 | Engenheiro civil (construção de pontes e viadutos) | 201205 | Pesquisador em metrologia |
| 02155 | Engenheiro civil (construção de túneis) | 201210 | Especialista em calibrações metrológicas |
| 02160 | Engenheiro civil (mecânica de solos) | 201215 | Especialista em ensaios metrológicos |
| 02165 | Engenheiro civil (obras sanitárias) | 201220 | Especialista em instrumentação metrológica |
| 02170 | Engenheiro civil (hidráulica) | 201225 | Especialista em materiais de referência metrológica |
| 02175 | Arquiteto | 202105 | Engenheiro mecatrônico |
| 02180 | Urbanista | 203205 | Pesquisador de engenharia civil |
| 02185 | Arquiteto paisagista | 203210 | Pesquisador de engenharia e tecnologia (outras áreas da engenharia) |

| CBO 1994 | | CBO 2002 | |
|----------|---|----------|--|
| 02190 | Outros engenheiros civis e arquitetos | 203215 | Pesquisador de engenharia elétrica e eletrônica |
| 02210 | Especialista de engenharia industrial | 203220 | Pesquisador de engenharia mecânica |
| 02220 | Engenheiro de operação (mecânica) | 203225 | Pesquisador de engenharia metalúrgica, de minas e de materiais |
| 02230 | Engenheiro de operação (eletrotécnica) | 203230 | Pesquisador de engenharia química |
| 02240 | Engenheiro de operação (eletrônica) | 212205 | Engenheiro de aplicativos em computação |
| 02250 | Engenheiro de operação (metalurgia) | 212210 | Engenheiro de equipamentos em computação |
| 02260 | Engenheiro de operação (têxtil) | 212215 | Engenheiros de sistemas operacionais em computação |
| 02270 | Desenhista industrial (designer) | 212410 | Analista de redes e de comunicação de dados |
| 02290 | Outros engenheiros de operações e desenhistas industriais | 213410 | Geólogo de engenharia |
| 02305 | Engenheiro eletricista, em geral | 214005 | Engenheiro ambiental |
| 02310 | Engenheiro eletrônico, em geral | 214010 | Tecnólogo em meio ambiente |
| 02320 | Engenheiro eletricista (produção de energia) | 214105 | Arquiteto de edificações |
| 02330 | Engenheiro eletricista (distribuição de energia) | 214110 | Arquiteto de interiores |
| 02335 | Engenheiro de manutenção (eletricidade e eletrônica) | 214115 | Arquiteto de patrimônio |
| 02340 | Engenheiro de telecomunicações | 214120 | Arquiteto paisagista |
| 02350 | Engenheiro eletrônico (vídeo e áudio) | 214125 | Arquiteto urbanista |
| 02385 | Tecnólogo em eletricidade e eletrônica | 214130 | Urbanista |
| 02390 | Outros engenheiros eletricistas e engenheiros eletrônicos | 214205 | Engenheiro civil |
| 02410 | Engenheiro mecânico, em geral | 214210 | Engenheiro civil (aeroportos) |
| 02415 | Engenheiro mecânico (manutenção) | 214215 | Engenheiro civil (edificações) |
| 02420 | Engenheiro mecânico (máquinas e ferramentas) | 214220 | Engenheiro civil (estruturas metálicas) |
| 02430 | Engenheiro mecânico (motores, exceto de embarcações) | 214225 | Engenheiro civil (ferrovias e metrovias) |

| CBO 1994 | | CBO 2002 | |
|----------|--|----------|--|
| 02440 | Engenheiro mecânico (motores de embarcações) | 214230 | Engenheiro civil (geotécnia) |
| 02445 | Engenheiro mecânico (motores diesel) | 214235 | Engenheiro civil (hidrologia) |
| 02450 | Engenheiro naval | 214240 | Engenheiro civil (hidráulica) |
| 02460 | Engenheiro aeronáutico | 214245 | Engenheiro civil (pontes e viadutos) |
| 02465 | Engenheiro mecânico (armamento) | 214250 | Engenheiro civil (portos e vias navegáveis) |
| 02470 | Engenheiro mecânico (veículos automotores) | 214255 | Engenheiro civil (rodovias) |
| 02480 | Engenheiro mecânico (calefação, ventilação e refrigeração) | 214260 | Engenheiro civil (saneamento) |
| 02483 | Tecnólogo em soldagem | 214265 | Engenheiro civil (túneis) |
| 02485 | Engenheiro mecânico (energia nuclear) | 214270 | Engenheiro civil (transportes e trânsito) |
| 02490 | Outros engenheiros mecânicos | 214280 | Tecnólogo em construção civil |
| 02510 | Engenheiro químico, em geral | 214305 | Engenheiro eletrícista |
| 02520 | Engenheiro químico (petróleo) | 214310 | Engenheiro eletrônico |
| 02530 | Engenheiro químico (celulose, papel e papelão) | 214315 | Engenheiro eletrícista de manutenção |
| 02540 | Engenheiro químico (borracha) | 214320 | Engenheiro eletrícista de projetos |
| 02550 | Engenheiro químico (plástico) | 214325 | Engenheiro eletrônico de manutenção |
| 02590 | Outros engenheiros químicos | 214330 | Engenheiro eletrônico de projetos |
| 02620 | Engenheiro metalúrgico (produção de metais) | 214335 | Engenheiro de manutenção de telecomunicações |
| 02630 | Engenheiro metalúrgico (tratamento de metais) | 214340 | Engenheiro de telecomunicações |
| 02690 | Outros engenheiros metalúrgicos | 214345 | Engenheiro projetista de telecomunicações |
| 02710 | Engenheiro de minas, em geral | 214350 | Engenheiro de redes de comunicação |
| 02720 | Engenheiro de minas (carvão) | 214355 | Engenheiro de controle e automação |
| 02730 | Engenheiro de minas (minerais metálicos) | 214360 | Tecnólogo em eletricidade |

| CBO 1994 | | CBO 2002 | |
|----------|--|----------|---|
| 02740 | Engenheiro de minas (petróleo) | 214365 | Tecnólogo em eletrônica |
| 02760 | Engenheiro de minas (concentração) | 214370 | Tecnólogo em telecomunicações |
| 02790 | Outros engenheiros de minas e geólogos | 214405 | Engenheiro mecânico |
| 02810 | Engenheiro de organização e métodos, em geral | 214410 | Engenheiro mecânico automotivo |
| 02830 | Engenheiro de tempos e movimentos | 214415 | Engenheiro mecânico (energia nuclear) |
| 02840 | Engenheiro de segurança do trabalho | 214420 | Engenheiro mecânico industrial |
| 02850 | Engenheiro de controle de qualidade | 214425 | Engenheiro aeronáutico |
| 02890 | Outros engenheiros de organização e métodos | 214430 | Engenheiro naval |
| 02920 | Engenheiro de cerâmica e vidros | 214435 | Tecnólogo em fabricação mecânica |
| 02935 | Engenheiro agrimensor | 214505 | Engenheiro químico |
| 02940 | Engenheiro tecnólogo de alimentos e bebidas | 214510 | Engenheiro químico (indústria química) |
| 02950 | Engenheiro de tráfego | 214515 | Engenheiro químico (mineração, metalurgia, siderurgia, cimenteira e cerâmica) |
| 02960 | Engenheiro pesquisador | 214520 | Engenheiro químico (papel e celulose) |
| 02990 | Outros engenheiros, arquitetos e trabalhadores assemelhados não classificados sob outras epígrafes | 214525 | Engenheiro químico (petróleo e borracha) |
| 03225 | Tecnólogo em processo de produção e usinagem | 214530 | Engenheiro químico (utilidades e meio ambiente) |
| 03530 | Técnico mecânico (aeronaves) | 214535 | Tecnólogo em produção sulcralcooleira |
| 03540 | Técnico mecânico (veículos automotores) | 214605 | Engenheiro de materiais |
| 03560 | Técnico mecânico (embarcações) | 214610 | Engenheiro metalurgista |
| 03855 | Desenhista técnico (cartografia) | 214615 | Tecnólogo em metalurgia |
| 03883 | Desenhista projetista | 214705 | Engenheiro de minas |
| 05110 | Biologista, em geral | 214710 | Engenheiro de minas (beneficiamento) |
| 08345 | Analista de comunicação (teleprocessamento) | 214715 | Engenheiro de minas (lavra a céu aberto) |

| CBO 1994 | | CBO 2002 | |
|----------|---|----------|---|
| 08420 | Programador de computador | 214720 | Engenheiro de minas (lavra subterrânea) |
| 08430 | Programador de máquinas-ferramentas com comando numérico | 214725 | Engenheiro de minas (pesquisa mineral) |
| 13320 | Professor de resistência dos materiais (engenharia e arquitetura) | 214730 | Engenheiro de minas (planejamento) |
| 13330 | Professor de materiais de construção (engenharia e arquitetura) | 214735 | Engenheiro de minas (processo) |
| 13335 | Professor de construções metálicas e de concreto (engenharia e arquitetura) | 214740 | Engenheiro de minas (projeto) |
| 13340 | Professor de análise estrutural (engenharia e arquitetura) | 214745 | Tecnólogo em petróleo e gás |
| 13345 | Professor de desenho técnico (engenharia e arquitetura) | 214750 | Tecnólogo em rochas ornamentais |
| 13350 | Professor de mecânica de solos (engenharia e arquitetura) | 214805 | Engenheiro agrimensor |
| 13355 | Professor de tecnologia especializada (engenharia e arquitetura) | 214810 | Engenheiro cartógrafo |
| 13360 | Professor de planejamento de arquitetura (engenharia e arquitetura) | 214905 | Engenheiro de produção |
| 13365 | Professor de planejamento urbanístico (engenharia e arquitetura) | 214910 | Engenheiro de controle de qualidade |
| 13370 | Professor de circuitos elétricos e eletrônicos (engenharia) | 214915 | Engenheiro de segurança do trabalho |
| 13375 | Professor de mineralogia e petrografia (engenharia) | 214920 | Engenheiro de riscos |
| 13380 | Professor de metalografia, siderurgia e tratamento de minérios (engenharia) | 214925 | Engenheiro de tempos e movimentos |
| 13920 | Professor de topografia (ensino superior) | 214930 | Tecnólogo em produção industrial |
| 13930 | Professor de geologia geral (ensino superior) | 214935 | Tecnólogo em segurança do trabalho |
| 13950 | Professor de engenharia rural (ensino superior) | 222105 | Engenheiro agrícola |
| 23290 | Outros diretores de empresas agropecuárias, pesqueiras e extrativas | 222110 | Engenheiro agrônomo |
| 24220 | Gerente de produção | 222115 | Engenheiro de pesca |
| 24910 | Gerente de operação | 222120 | Engenheiro florestal |
| | | 234305 | Professor de arquitetura |
| | | 234310 | Professor de engenharia |

| CBO 1994 | | CBO 2002 | |
|----------|--|----------|---|
| | | 234315 | Professor de geofísica |
| | | 234320 | Professor de geologia |
| | | 262410 | Desenhista industrial gráfico (designer gráfico) |
| | | 262420 | Desenhista industrial de produto (designer de produto) |
| | | 262425 | Desenhista industrial de produto de moda (designer de moda) |
| | | 314305 | Técnico em automobilística |
| | | 314310 | Técnico mecânico (aeronaves) |
| | | 314315 | Técnico mecânico (embarcações) |
| | | 317105 | Programador de internet |
| | | 317110 | Programador de sistemas de informação |
| | | 317115 | Programador de máquinas - ferramenta com comando numérico |

ANEXO B

Agregação utilizada para os setores das Contas Nacionais

| Setores agregados | | ATIV12 | | ATIV55 |
|----------------------------|----|-----------------------------|------|---|
| Demais | 01 | Agropecuária | 0101 | Agricultura, silvicultura, exploração florestal |
| Demais | 01 | Agropecuária | 0102 | Pecuária e pesca |
| Petróleo e gás | 02 | Indústria extrativa mineral | 0201 | Petróleo e gás natural |
| Extrativa mineral | 02 | Indústria extrativa mineral | 0202 | Minério de ferro |
| Extrativa mineral | 02 | Indústria extrativa mineral | 0203 | Outros da indústria extrativa |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0301 | Alimentos e Bebidas |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0302 | Produtos do fumo |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0303 | Têxteis |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0304 | Artigos do vestuário e acessórios |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0305 | Artefatos de couro e calçados |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0306 | Produtos de madeira - exclusive móveis |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0307 | Celulose e produtos de papel |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0308 | Jornais, revistas, discos |
| Petróleo e gás | 03 | Indústria de transformação | 0309 | Refino de petróleo e coque |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0310 | Álcool |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0311 | Produtos químicos |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0312 | Fabricação de resina e elastômeros |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0313 | Produtos farmacêuticos |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0314 | Defensivos agrícolas |

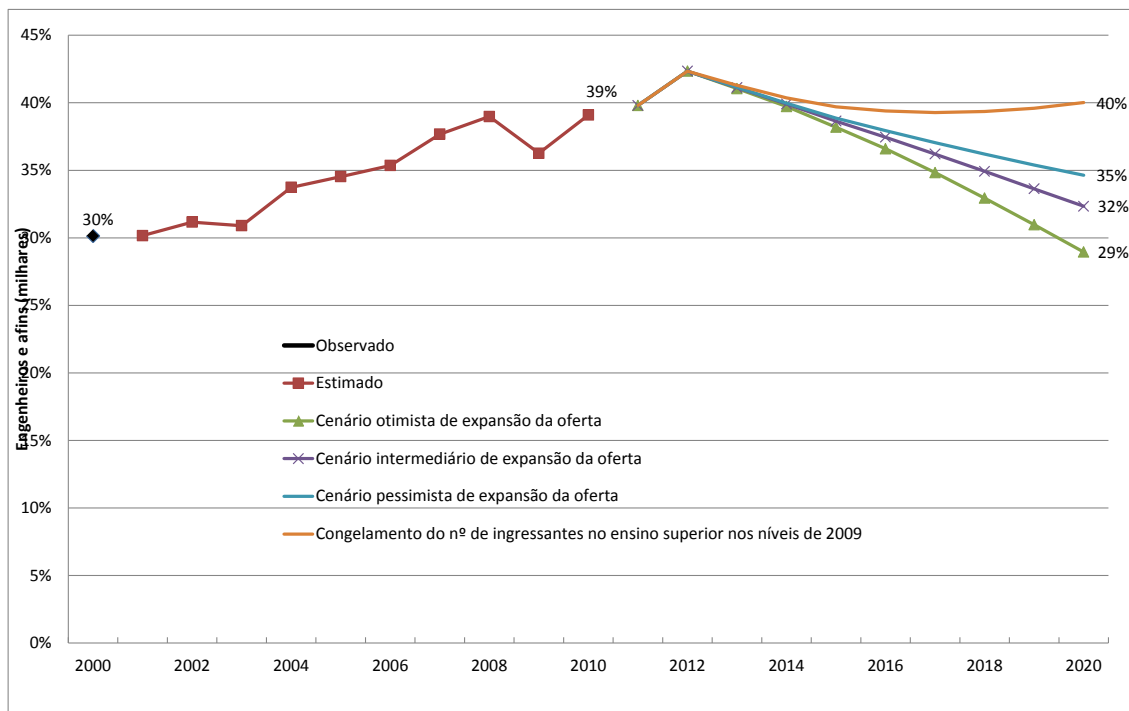
| Setores agregados | | ATIV12 | | ATIV55 |
|----------------------------|----|--|------|---|
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0315 | Perfumaria, higiene e limpeza |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0316 | Tintas, vernizes, esmaltes e lacas |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0317 | Produtos e preparados químicos diversos |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0318 | Artigos de borracha e plástico |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0319 | Cimento |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0320 | Outros produtos de minerais não metálicos |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0321 | Fabricação de aço e derivados |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0322 | Metalurgia de metais não ferrosos |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0323 | Produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0324 | Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0325 | Eletrodomésticos |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0326 | Máquinas para escritório e equipamentos de informática |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0327 | Máquinas, aparelhos e materiais elétricos |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0328 | Material eletrônico e equipamentos de comunicações |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0329 | Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0330 | Automóveis, camionetas e utilitários |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0331 | Caminhões e ônibus |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0332 | Peças e acessórios para veículos automotores |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0333 | Outros equipamentos de transporte |
| Indústria de transformação | 03 | Indústria de transformação | 0334 | Móveis e produtos das indústrias diversas |
| Infraestrutura | 04 | Prod. e distrib. de eletricidade, gás e água | 0401 | Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana |

| Setores agregados | | ATIV12 | | ATIV55 |
|---|----|---|------|--|
| Construção residencial | 05 | Construção civil | 0501 | Construção |
| Demais | 06 | Comércio | 0601 | Comércio |
| Infraestrutura | 07 | Transporte, armazenagem e correio | 0701 | Transporte, armazenagem e correio |
| Serviços de informação, intermediação financeira e serviços prestados às empresas | 08 | Serviços de informação | 0801 | Serviços de informação |
| Serviços de informação, intermediação financeira e serviços prestados às empresas | 09 | Intermediação financeira, seguros, prev. complem. e serv. rel. | 0901 | Intermediação financeira e seguros |
| Construção residencial | 10 | Atividades imobiliárias e aluguel | 1001 | Serviços imobiliários e aluguel |
| Demais | 11 | Outros serviços | 1101 | Serviços de manutenção e reparação |
| Demais | 11 | Outros serviços | 1102 | Serviços de alojamento e alimentação |
| Serviços de informação, intermediação financeira e serviços prestados às empresas | 11 | Outros serviços | 1103 | Serviços prestados às empresas |
| Administração pública, saúde e educação | 11 | Outros serviços | 1104 | Educação mercantil |
| Administração pública, saúde e educação | 11 | Outros serviços | 1105 | Saúde mercantil |
| Demais | 11 | Outros serviços | 1106 | Outros serviços |
| Demais | 11 | Outros serviços | 1107 | Serviços domésticos |
| Administração pública, saúde e educação | 12 | Administração, saúde e educação públicas | 1201 | Educação pública |
| Administração pública, saúde e educação | 12 | Administração, saúde e educação públicas | 1202 | Saúde pública |
| Administração pública, saúde e educação | 12 | Administração, saúde e educação públicas | 1203 | Administração pública e seguridade social |

ANEXO C

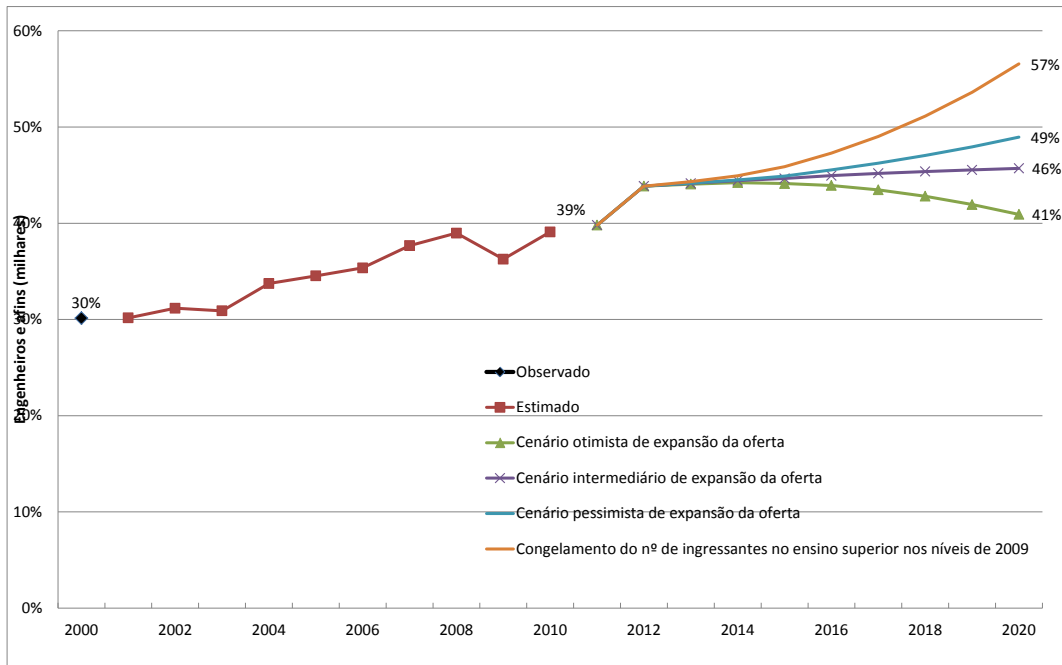
Gráficos com os resultados das projeções com todos os cenários de crescimento econômico e de expansão da formação de novos profissionais em nível superior

GRÁFICO C.1 - Projeção de expansão da formação de novos profissionais em nível superior – para crescimento médio do PIB na ordem de 2,5% ao ano



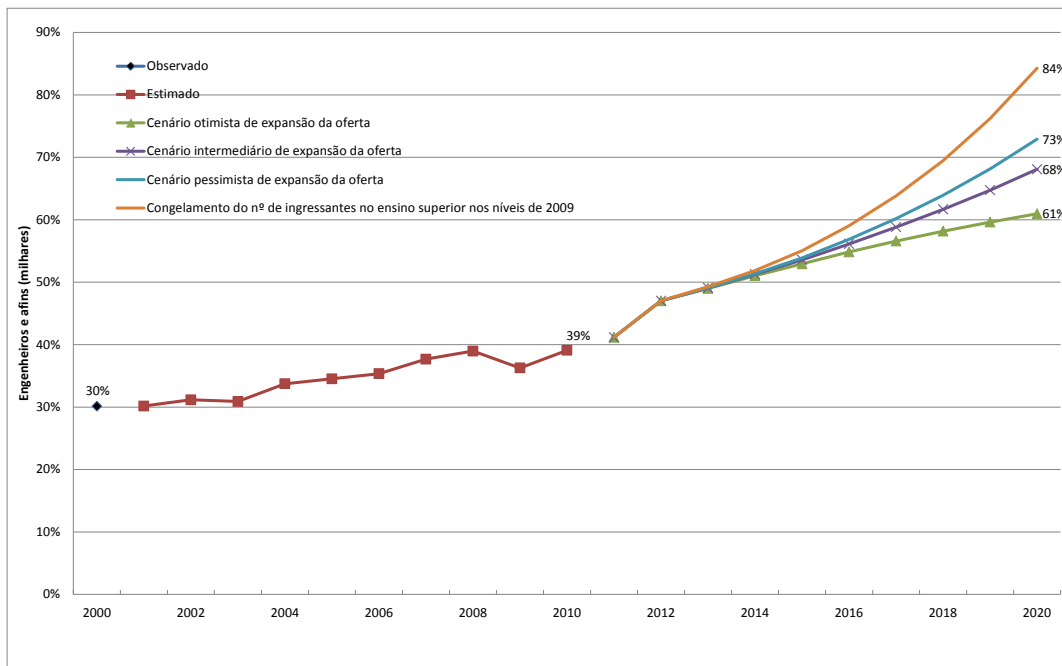
Fonte: Comparação entre Pereira, Nascimento e Araújo (2013) e estimações dos autores.

GRÁFICO C.2 - Projeção de expansão da formação de novos profissionais em nível superior – para crescimento médio do PIB na ordem de 4% ao ano



Fonte: Comparação entre Pereira, Nascimento e Araújo (2013) e estimações dos autores.

GRÁFICO C.3 - Projeção de expansão da formação de novos profissionais em nível superior – para crescimento médio do PIB na ordem de 5,5% ao ano



Fonte: Comparação entre Pereira, Nascimento e Araújo (2013) e estimações dos autores.

REFERÊNCIAS

PEREIRA, R. H. M.; NASCIMENTO, P. A. M. M.; ARAÚJO, T. C. Projeções de mão de obra qualificada no Brasil: cenários para a disponibilidade de engenheiros até 2020. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 30, n. 2, p. 519-548, 2013.

CAPÍTULO 4

UMA PROPOSTA DE SISTEMATIZAÇÃO DO DEBATE SOBRE FALTA DE ENGENHEIROS NO BRASIL*

MARIO SERGIO SALERNO**

LEONARDO MELO LINS**

BRUNO CÉSAR ARAÚJO**

LEONARDO AUGUSTO VASCONCELOS GOMES**

DEMÉTRIO TOLEDO**

PAULO A. MEYER M. NASCIMENTO**

* Trabalho realizado no âmbito do Sistema de Indicadores de Engenharia no Brasil – EngenhariaData, com financiamento próprio da Universidade de São Paulo (USP) e da ABDI e no âmbito do acordo de cooperação técnica Ipea-Observatório da Inovação e Competitividade (OIC) da USP. Os autores agradecem aos comentários e sugestões de Mansueto Almeida, Divonzir Gusso, Aguinaldo Maciente, Fernanda De Negri, Roberto Lobo, Luiz Claudio Costa, Martin Carnoy e dos participantes de seminários organizados no OIC/USP, no Ipea, no Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) e na Secretaria de Regulação e Supervisão da Educação Superior do Ministério da Educação (Seres/MEC), inclusive àqueles que acompanharam os seminários do Ipea e do OIC/USP pela internet e enviaram seus comentários e sugestões on-line. Eventuais erros e omissões remanescentes são de inteira responsabilidade dos autores.

** Departamento de Engenharia de Produção (PRO) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP); Laboratório de Gestão da Inovação; Observatório da Inovação e Competitividade da Universidade de São Paulo (OIC/USP).

** Programa de Pós-Graduação em Sociologia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH/USP).

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

** Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Poli-USP.

** Programa de Pós-graduação em Sociologia da FFLCH-USP.

** Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura do Ipea e doutorando em economia na Universidade Federal da Bahia (UFBA).

| | |
|--|-----|
| 1. INTRODUÇÃO | 138 |
| 2. DISCUSSÃO NOS VEÍCULOS DE COMUNICAÇÃO | 139 |
| 3. DISCUSSÃO CONCEITUAL | 141 |
| 4. UMA AVALIAÇÃO DOS INDICADORES DE ESCASSEZ DE MÃO DE OBRA DE ENGENHARIA NO BRASIL | 145 |
| 5. AFINAL, QUAL O DEBATE? UMA PROPOSTA DE SISTEMATIZAÇÃO | 151 |
| 6. CONCLUSÕES | 158 |
| REFERÊNCIAS | 159 |
| APÊNDICE | 159 |

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, 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 – englobando todas as áreas de formação – quanto específica – em relação às áreas de saúde e engenharias, notadamente.

Este capítulo propõe-se a avaliar e a sistematizar este debate no que concerne à 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, tematizam-se, direta ou indiretamente, atividades desenvolvidas por um conjunto de profissionais, entre os quais os engenheiros têm destaque.

Para sistematizar o debate acerca da escassez ou não de engenheiros, lançaremos mão da abordagem conceitual de Butz *et al.* (2003) para a análise da escassez ou não de engenheiros e cientistas nos Estados Unidos. A partir dessa abordagem, elaboraremos um conjunto de hipóteses, lastreadas na discussão recente – que se deu mais pela mídia cotidiana do que por revistas de cunho científico, o que se convencionou chamar de literatura –, em entrevistas e discussões com dirigentes empresariais, particularmente das áreas de pesquisa, desenvolvimento e engenharia (PD & E). Adota-se a abordagem tradicional de testar as hipóteses; tal será feito a partir da elaboração de dados oficiais do aparelho estatístico brasileiro – Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho e Emprego (Rais/MTE), Censo Escolar do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira/Ministério da Educação (INEP/MEC), censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e resultados de pesquisas pertinentes (Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – Enade e outras). O capítulo tem um caráter eminentemente empírico: busca lastrear a discussão em dados e evidências empíricas.

Como resultado, apontamos que, ao longo da década, foram detectados alguns sinais de aquecimento, mas que uma eventual escassez de engenheiros tende a se dissipar no futuro próximo, devido ao fato de que o fluxo de recém-formados tem sido mais elevado do que o crescimento da demanda. O que se observa no mercado de trabalho é um hiato geracional, dada a lacuna na formação de engenheiros décadas atrás, o que implica falta de engenheiros experientes e com capacitação para liderar projetos hoje, e o problema de qualidade dos engenheiros formados, ainda que haja poucos dados confiáveis a respeito.

O capítulo está estruturado de forma a apresentar como o problema da escassez de mão de obra vem sendo discutido na imprensa (seção 2); trazer uma discussão conceitual, destacando a relação entre carreiras técnico-científicas e o produto interno bruto (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 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 emprego.¹ Muitas manchetes davam destaque a um risco generalizado de escassez de mão de obra,² enquanto outras situavam o problema em alguns setores,³ particularmente na construção civil,⁴ em tecnologia da informação⁵ e no setor de petróleo e gás natural.⁶ Entre os profissionais mais escassos, a julgar por muitas das inserções a respeito na mídia, estariam os engenheiros.⁷

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, Pessôa 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 veem sinais de escassez entre profissionais de nível superior e consideram que, se algum problema houvesse, seria mais plausível que fosse observado em ocupações que exigem baixa escolaridade. Pompermyer *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 de Moura Castro sintetizou assim o problema, em uma revista de grande circulação nacional:

1 Entre o pleno emprego e a falta de qualificação (Brasil Econômico, 25 maio 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 out. 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 jun. 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>>).

2 Há vagas. Falta mão de obra (O Globo, 25 abr. 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 ago. 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 dez. 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 fev. 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 abr. 2011). Falta de mão de obra dificulta expansão da construção civil (Jornal do Commercio, 26 jan. 2011).

5 Empresas enfrentam falta de mão de obra em TI (O Globo, 13 dez. 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 ago. 2012. Disponível em: <<http://agenciabrasil.abc.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 mar. 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, set. 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 mai 2011. Disponível em: <<http://classificados.folha.uol.com.br/empregos/918107-tecnicos-e-engenheiros-sao-profissoes-com-mais-escassez.shtml>>). Escassez de engenheiros (Estadão.com, 20 jul. 2010. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/impreso,escassez-de-engenheiros,583492,0.htm>>).

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 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 (Castro, 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 se alardear um problema hipoteticamente generalizado. Assim, em lugar de se falar em um “apagão”, tornou-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-se em conta, inclusive, as peculiaridades de cada atividade profissional.

O bom desempenho da economia brasileira a partir de meados da década de 2000 (crescimento médio de 4,4% ao ano – a.a. – de 2004 a 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 direito.⁸ Não deixam de surgir, contudo, questionamentos

⁸ Pela primeira vez, engenharia tem mais calouros do que direito (Folha de São Paulo, 14 abr. 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 nov. 2011. Disponível em: <<http://veja.abril.com.br/noticia/educacao/aquecimento-da-economia-atrai-jovens-para-a-engenharia>>.).

quanto à necessidade de mais e melhores engenheiros no Brasil,⁹ não apenas porque o país forma relativamente poucos desses profissionais, em comparação internacionais,¹⁰ mas também pela associação que se costuma fazer do engenheiro ao desenvolvimento tecnológico, à inovação e ao próprio crescimento econômico.

Embora as expectativas quanto ao desempenho futuro da economia brasileira venham se deteriorando nos últimos tempos,¹¹ 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 Médicos.¹² 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” (conforme matéria veiculada pelo portal Exame.com).

Em uma reportagem veiculada em agosto de 2013,¹³ 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 (Sinaenco) apontavam 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.

Todavia, 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 a uma das hipóteses levantadas mais adiante, a partir dos dados apresentados nas seções 4 e 5 deste capítulo: 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 1980 e 1990 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.

9 A falta que bons engenheiros fazem (Exame.com, 03 set. 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 jun. 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 dez, 2011. Disponível em: <<http://engenhariadata.com.br/a-formacao-em-engenharia-no-brasil-comparacao-internacional/>>.).

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 ago. 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, ago. 2013. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-voce-sa/edicoes/183/noticias/canteiro-permanente-de-obras>>.).

Butz *et al.* (2003, p. 1) sugerem que, de maneira geral, há cinco sinais de que um país ou região está enfrentando uma situação de “baixa produção” de um determinado bem, conforme especificado a seguir.¹⁴

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, analogamente a 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 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 se mencionar as falhas de mercado que podem emergir do poder dos sindicatos, de questões regulatórias específicas e outras tantas especificidades (Autor, 2008; Junankar, 2009).

Desse modo, 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), conforme a seguir:

1. Baixas taxas de desemprego.
2. Proporção crescente de empregados nas ocupações típicas.¹⁵
3. Alta rotatividade da mão de obra especializada, que tenderia a permanecer pouco nos empregos em busca de melhores salários – o que se refletiria na redução do diferencial entre os salários dos desligados e dos admitidos.
4. Vagas abertas preenchidas com dificuldade.
5. Aumento nas horas trabalhadas, com o uso frequente de horas-extras.

14 Cabe notar que Butz *et al.* (2003) lançam mão desta estrutura para analisar um problema de pesquisa semelhante ao aqui apresentado, ou seja, a existência ou não de escassez de cientistas e engenheiros nos Estados Unidos a partir de dados de “produção” destes profissionais entre os anos 1970 e 1990.

15 As ocupações típicas de engenharia são definidas como aquelas que estão dispostas explicitamente na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) com o vocábulo engenharia, mais os professores de ensino superior. Os cálculos são feitos a partir da Rais ou do Censo. Ver no apêndice como foram delimitadas, neste trabalho, as ocupações aqui consideradas como típicas das engenharias.

6. Concorrência acirrada entre empresas pelos melhores profissionais.
7. 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 capítulo 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 um exame da escassez dos engenheiros no Brasil. A partir deste diagnóstico, o texto 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.

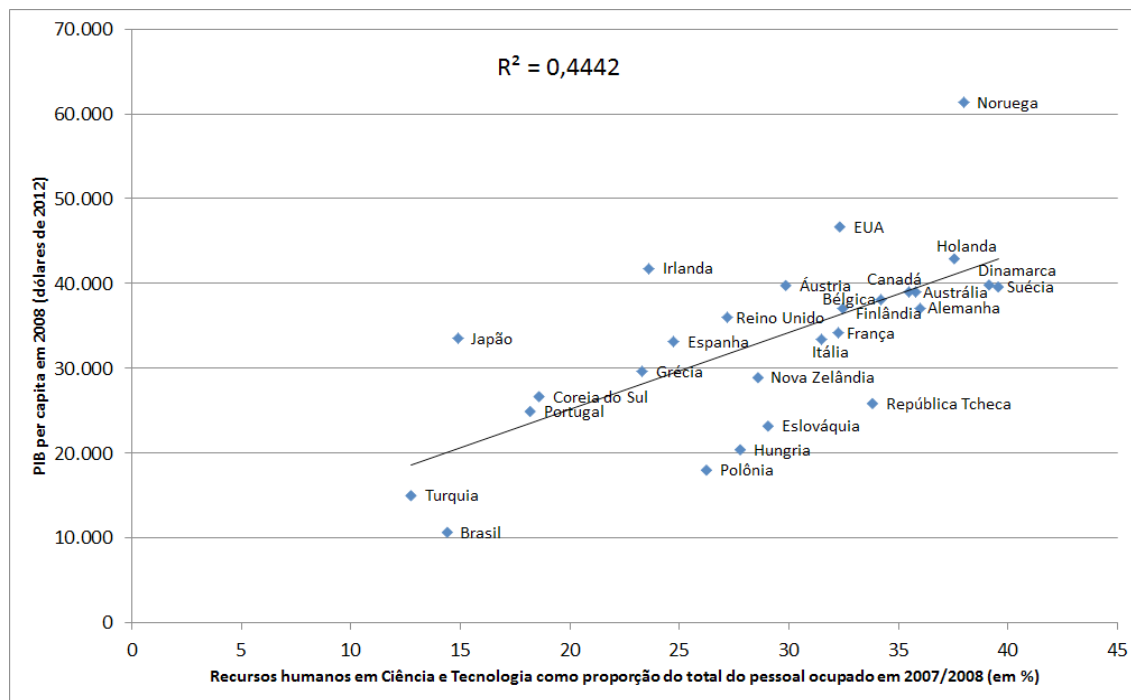
O gráfico 1 traz a dispersão para as variáveis produto interno bruto (PIB) per capita em 2008 (em dólares de 2012) e a porcentagem de recursos humanos em ciência e tecnologia (human resources in science and technology – HRST) no total de empregados, segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE)¹⁶. Apesar de esse indicador incluir outros profissionais além dos engenheiros, é a abertura mais desagregada possível para comparações internacionais.

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 a absorção de novas tecnologias.

¹⁶ Estes profissionais são definidos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) como recursos humanos em ciência e tecnologia (human resources in science and technology - HRST). 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 International Standard Classification of Occupations (Isco), 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 mais 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>.

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.

GRÁFICO 1 - Relação entre PIB per capita em 2008 (em US\$ 2012) e porcentagem de recursos humanos em ciência e tecnologia no total de pessoal ocupado (2007-2008)



Fonte: OCDE.

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. A linha preta no gráfico indica a correlação linear observada entre as duas variáveis para o conjunto de países plotados no gráfico.

2. $R^2=0,4442$.

Em adição a esta correlação simples, a tabela 1 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.¹⁷ 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 país,¹⁸ 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.

¹⁷ 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).

¹⁸ Como estes efeitos fixos são invariantes no tempo, omite-se o subscrito t .

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 se verificar a robustez dos resultados. Novamente, a relação entre as variáveis se mostrou positiva e significativa a 1%.

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*** (4,272) | 25,915*** (2,905) |
| Observações | 70 | 70 |
| R-quadrado | 0.260 | 0.234 |
| Número de países | 24 | 24 |

Fonte: OCDE.

Elaboração dos autores.

Obs.: 1. Erros-padrão entre parênteses // 2. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$.

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 dos engenheiros para o aumento da produtividade e o 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

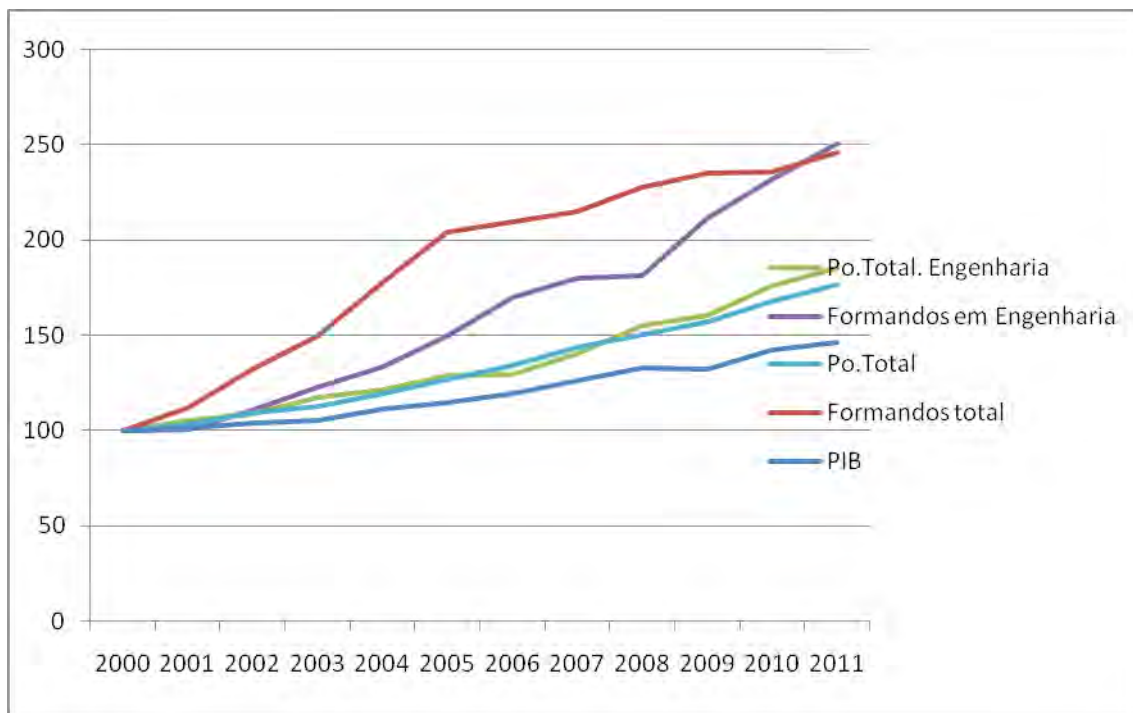
4.1 Formação, emprego de engenheiros e PIB

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 inferior ao que 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.

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) (Disponível em: <www.ipeadata.gov.br>); EngenhariaData (demais séries) (Disponível em: <engenhariadata.com.br>).

Elaboração dos autores.

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% a.a., enquanto o total de formados em cursos de engenharia cresceu a uma taxa de 8,7% a.a.

Suponha-se uma razão teórica engenheiros/PIB ideal. Neste caso, mesmo que o Brasil esteja abaixo dela, a tendência é que este deficit 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 a proporção 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 aquele segmento 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 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 mil profissionais. Em 2011, este emprego em ocupações de engenharia apresentou crescimento, representando 0,49% do total de empregados formais da economia brasileira (em 2000, 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 Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni), o Programa Universidade para Todos (Prouni), o Sistema de Seleção Unificada (Sisu) e a reforma do Fundo de Financiamento Estudantil (Fies). Essas iniciativas, somadas à própria 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,¹⁹ favoreceu a permanência dos alunos nos cursos superiores.

Estes resultados se alinham com os encontrados em Pereira, Nascimento e Araújo (2013), 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% a.a.), as tendências de taxa de crescimento anual dos concluintes em engenharia entre 2000 e 2020 são de 6,53%, 8,46% e 9,49%, respectivamente aos três cenários. Caso se confirme o cenário intermediário proposto por Pereira, Nascimento e Araújo (2013), em 2020 o Brasil formaria, a cada ano, cinco vezes mais engenheiros que em 2000.²⁰

19 O Reuni visa à expansão das universidades federais. Já por meio do Prouni, as instituições privadas podem conceder bolsas de estudos a alunos carentes em troca de renúncia fiscal de impostos federais. O Fies é o programa de financiamento estudantil, que passou por uma reformulação em 2010, e cujos juros do empréstimo atualmente são de 3,4% a.a., portanto, abaixo da inflação. Esta mudança levou a um rápido crescimento a partir de 2011, e entre 2011 e 2012 o número de novos inscritos passou de 153 mil para 368 mil. Ao todo, são financiados mais de 890 mil estudantes. O Sisu é o Sistema de Seleção Unificada, com base nota do Exame Nacional do Ensino Médio (Enem). Isto permite que um aluno pleiteie vagas em universidades por todo o país, reduzindo assim a ociosidade.

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

4.2 Aspectos do mercado de trabalho em engenharia

Nesta subseção, 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. Com relação ao total de trabalhadores, o diferencial de salário de um engenheiro – quantas vezes o salário do engenheiro é superior à média – permaneceu relativamente estável entre 2003 e 2011, flutuando em torno de 4,5. Porém, deve-se lembrar que, durante a década, houve ganhos salariais por parte dos trabalhadores menos qualificados, devido aos aumentos de salário mínimo acima da inflação. Por isso, quando se comparam os salários dos engenheiros em relação ao total de trabalhadores com nível superior, tem-se que este diferencial cresce até 2009, passando de 1,75 em 2003 para 1,95 em 2009. Ou seja, em 2009 um engenheiro tendia a ganhar o dobro da média das outras carreiras de nível superior. A partir desse ano, este diferencial passa a cair, provavelmente refletindo a ampliação da oferta de novos engenheiros recém-formados. Cabe destacar que esta série de dados é relativamente curta, mas a mudança na Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) em 2002 prejudica a avaliação dos diferenciais de salário para anos anteriores.

TABELA 2 - Evolução dos diferenciais de salários do pessoal ocupado em engenharia e total – em remuneração de dezembro de cada ano

| Ano | Engenheiros/total da Rais | Engenheiros/pessoal de nível superior na Rais |
|------|---------------------------|---|
| 2003 | 4,382 | 1,749 |
| 2004 | 4,536 | 1,804 |
| 2005 | 4,539 | 1,831 |
| 2006 | 4,431 | 1,780 |
| 2007 | 4,462 | 1,872 |
| 2008 | 4,504 | 1,869 |
| 2009 | 4,596 | 1,947 |
| 2010 | 4,479 | 1,896 |
| 2011 | 4,471 | 1,913 |

Elaboração dos autores a partir da Rais.

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 (p.p.) é baixa em termos absolutos, mas deve-se considerar que a taxa de desemprego dos engenheiros é historicamente baixa, pois sua formação exige habilidades matemáticas e abstração que podem ser exercidas em outras áreas (Pompermayer et al., 2011). Para comparação, a taxa de desemprego da população em geral caiu de 7,1% em 2000, passou por um pico de 12,4% para 6,7% em 2010.²¹

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

21 De acordo com a Pesquisa Mensal de Emprego, do IBGE.

ano, conforme comentado anteriormente. Mais importante, ainda de acordo com Menezes-Filho (2012), o diferencial de salário²² entre os formados em engenharia que exercem ocupações típicas em relação aos demais formados em engenharia, que era 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 Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED/MTE) (indicador 8). Espera-se que o salário dos admitidos seja menor do que o dos desligados, pois geralmente se substituem 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 em 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 CTEM 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 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 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).

22 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.

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 | O emprego cresce a taxas maiores do que a formação dos engenheiros com respeito ao passado recente? | Não, embora tenha havido crescimento vigoroso do emprego, o número de recém-formados em engenharia acompanha ou ultrapassa esse crescimento. | 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 às outras ocupações? | Sim. Ao longo da década de 2000 isso de fato aconteceu, principalmente quando comparado ao pessoal ocupado de nível superior. Entretanto, deve-se notar que há uma reversão de tendência deste diferencial a partir de 2009. | Sim |
| Indicador 6 | Houve queda no desemprego dos engenheiros? | Sim. Entre 2000 e 2010, a taxa caiu de 4% para 2%. Mas cabe notar que ela é historicamente baixa. | Sim |
| Indicador 7 | Houve aumento da proporção de engenheiros trabalhando em ocupações típicas, em comparação com as "não típicas"? | Sim. A proporção dos engenheiros em ocupações típicas aumentou, bem como o diferencial de salário entre o exercício de uma ocupação típica de engenharia e o exercício de outra ocupação. | Sim |
| Indicador 8 | Há rotatividade dos engenheiros conjugada com queda na diferença dos salários entre desligados e admitidos? | Não | Não |

Elaboração dos autores.

A análise conjunta de todos estes indicadores quantitativos de mercado de trabalho leva a concluir que houve alguns momentos de pressão de demanda sobre os engenheiros no Brasil ao longo da década de 2000, mas estas pressões se dissiparam nos últimos anos com a entrada de novos profissionais no mercado, e esta é uma tendência para os próximos anos. Com efeito, o rápido crescimento do número de vagas e de alunos em cursos de engenharia, bem como do número de recém-formados, sinaliza que um eventual *deficit* de mão de obra em engenharia seria resolvido pela absorção dos novos engenheiros pelo 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.

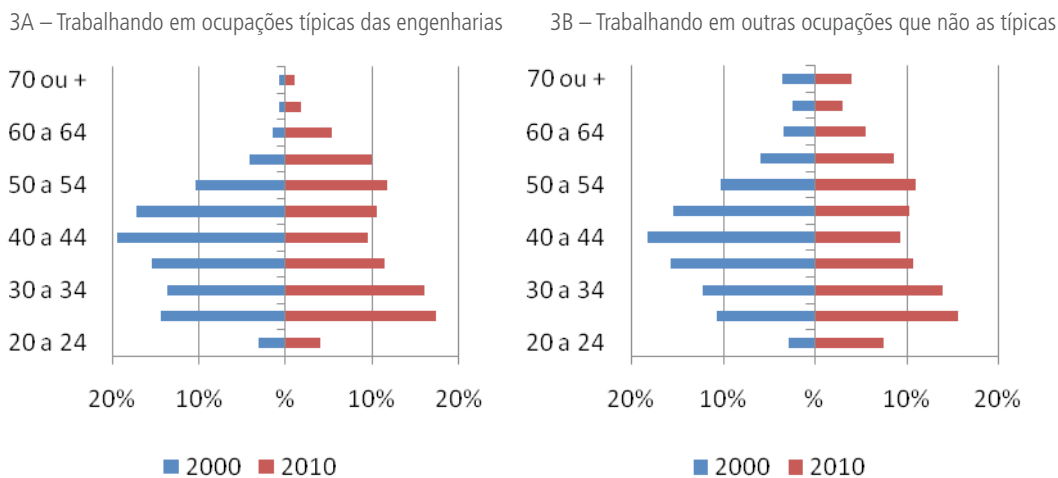
A primeira dimensão é a qualidade da formação dos novos engenheiros. Segundo Gusso e Nascimento (2014), mais de 40% dos engenheiros formados são oriundos de cursos de engenharia com conceitos 1 e 2 (baixo desempenho) do Enade. Em contraste, segundo os mesmos autores, não mais que 30% dos alunos se formam em cursos tidos como melhores, sejam estes os que obtêm conceitos 4 ou 5 no Enade, sejam os cursos ministrados em instituições mais reputadas, ou 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 (Programme for International Student Assessment – Pisa), apesar de alguma evolução entre 2000 e 2009, ainda é ruim.²³

A segunda dimensão é geracional, hipótese surgida após entrevistas realizadas com gestores de pesquisa e desenvolvimento (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. Entre as possíveis razões para isso, destaca-se a explicação do hiato geracional: como os anos 1980 e 1990 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 se elevar, não havia no mercado oferta relativa suficiente de engenheiros mais experientes. Assim, o *deficit* de engenheiros percebido pelas empresas pode não ser exatamente um *deficit* de quantidade de engenheiros, e sim uma dificuldade em se encontrar profissionais mais experientes (entre 35 e 59 anos) para liderar obras e projetos.

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

GRÁFICO 3 - Pirâmide etária dos engenheiros: 2000 versus 2010



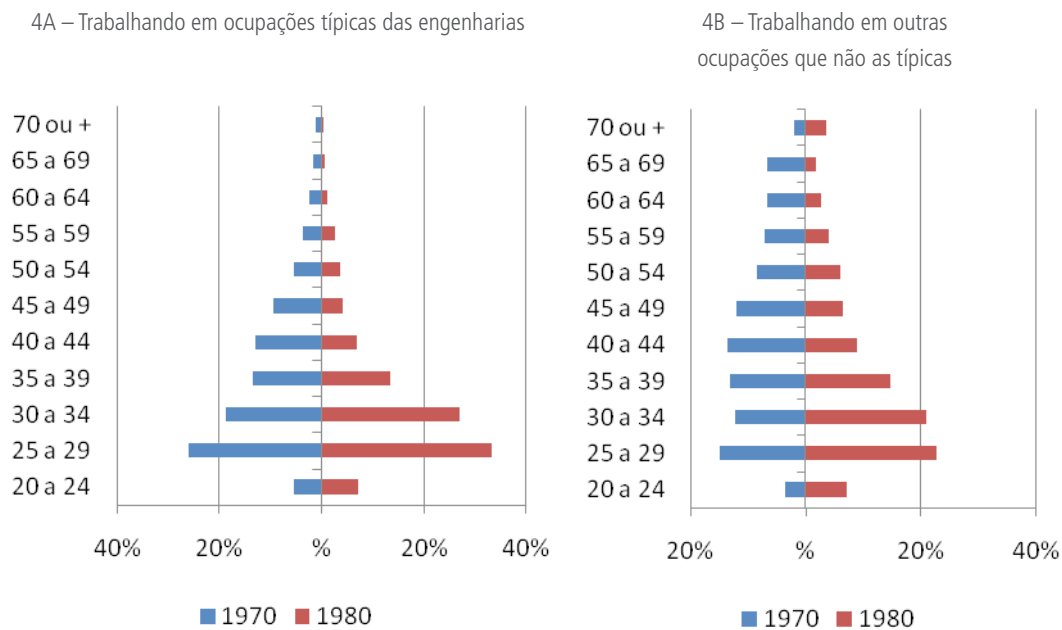
Fonte: Censos demográficos (IBGE).

Elaboração dos autores.

Obs.: A quantidade de pessoas que declarava possuir diploma de nível superior em algum curso de engenharia e que tinha uma ocupação era de 566 mil no Censo Demográfico de 2000 e de 930 mil no Censo Demográfico de 2010. Em 2000, 133 mil trabalhavam em ocupações típicas das engenharias (aproximadamente 23% do total com diploma na área), enquanto em 2010 eram cerca de 240 mil (26%). Estes percentuais são distintos dos apresentados por Maciente e Araújo (2011) e por Maciente e Nascimento (2014) porque há diferenças entre os cursos e entre as ocupações consideradas neste e naqueles trabalhos. Aqui se buscou um recorte mais restritivo; os autores citados expandem sua análise para, além de engenheiros, incluírem “profissionais afins”, buscando identificar ocupações que sejam típicas de todos os cursos da grande área de engenharia, produção e construção. Ver no apêndice deste texto a estratégia utilizada para a delimitação, nos censos demográficos de 1970 a 2010, dos cursos e ocupações típicas das engenharias.

Este fenômeno pode ser evidenciado na comparação das pirâmides etárias dos 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 versus 1980

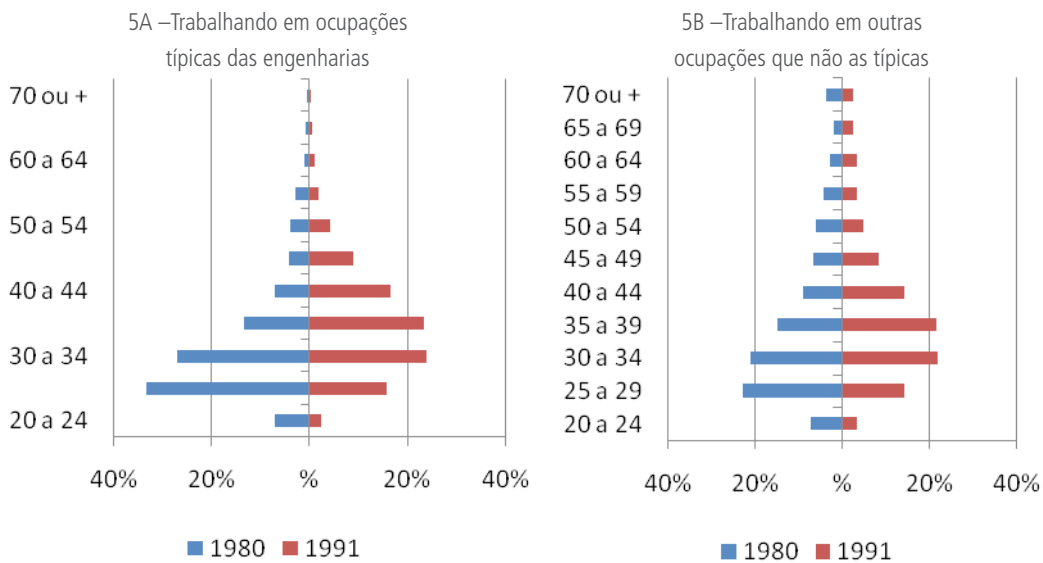


Fonte: Censos demográficos (IBGE).

Elaboração dos autores.

Obs.: Em 1970, cerca de 72 mil das pessoas que se declararam ao Censo Demográfico como ocupadas afirmavam possuir diploma de nível superior em alguma engenharia. Destas, 46 mil (64%) trabalhavam em ocupações típicas e 26 mil (36%) em ocupações não típicas. Em 1980, o Censo Demográfico apontava um universo de aproximadamente 131 mil pessoas com diploma em engenharia e que declaravam estar ocupadas. Trabalhavam em ocupações típicas 77 mil delas (59%), enquanto 54 mil (41%) tinham outras ocupações.

GRÁFICO 5 - Pirâmide etária dos engenheiros: 1980 versus 1991

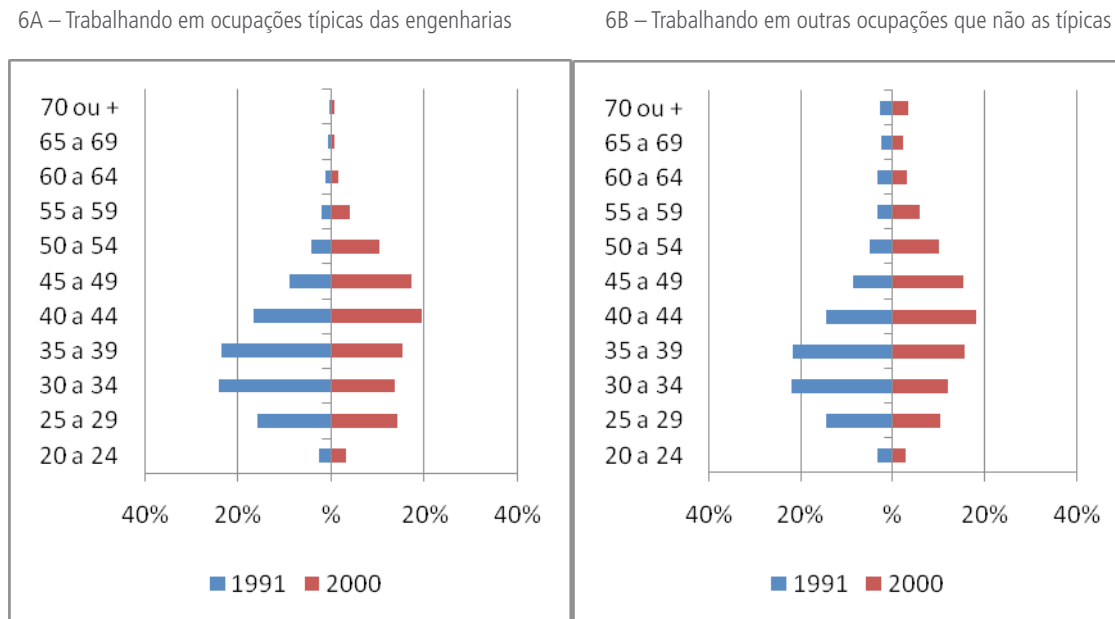


Fonte: Censos demográficos (IBGE).

Elaboração dos autores.

Obs.: Em 1980, cerca de 131 mil das pessoas que se declararam ao Censo Demográfico daquele ano como ocupadas afirmavam possuir diploma de nível superior em alguma engenharia. Destas, 77 mil (59%) trabalhavam em ocupações típicas e 54 mil (41%) em outras ocupações que não as típicas. Em 1991, o Censo Demográfico apontava um universo de aproximadamente 380 mil pessoas com diploma em engenharia e que declaravam estar ocupadas. Trabalhavam em ocupações típicas 150 mil delas (39%), enquanto 230 mil (61%) tinham outras ocupações.

GRÁFICO 6 - Pirâmide etária dos engenheiros: 1991 versus 2000



Fonte: Censos demográficos (IBGE).

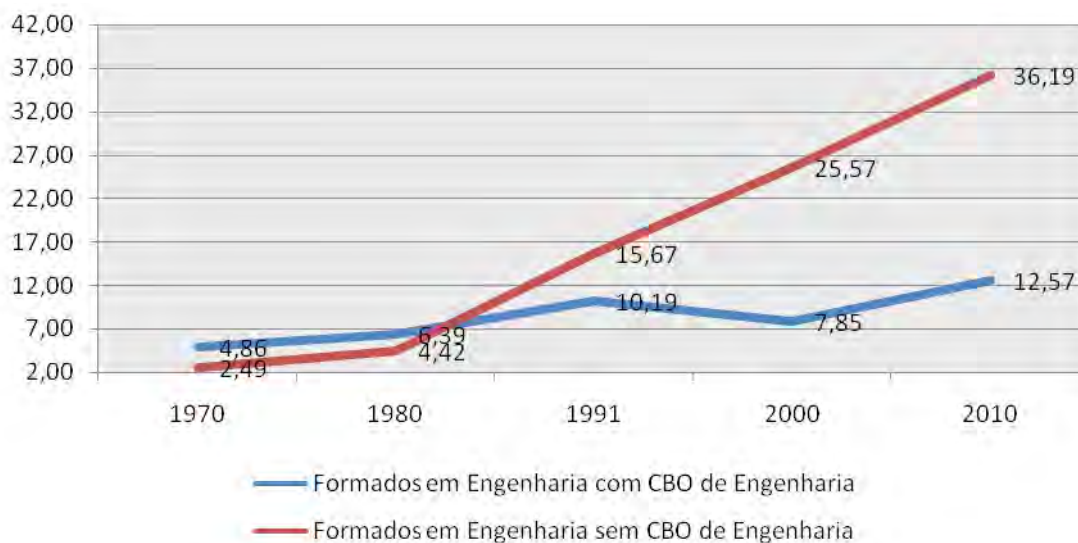
Elaboração dos autores.

Obs.: Em 1991, cerca de 380 mil das pessoas que se declararam ao Censo Demográfico como ocupadas afirmavam possuir diploma de nível superior em alguma engenharia. Destas, 150 mil (39%) trabalhavam em ocupações típicas e 230 mil (61%) em outras ocupações que não as típicas. Em 2000, 133 mil trabalhavam em ocupações típicas das engenharias (aproximadamente 23% do total com diploma na área), enquanto em 2010 eram cerca de 240 mil (26%).

Sem embargo, as pirâmides etárias apresentadas 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: mais de 30% dos engenheiros em CBOs de 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. Por sua vez, 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 anos, 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 pelas indicações de 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.

GRÁFICO 7 - Estoque de formados em engenharia por 10 mil habitantes, em ocupações típicas e não típicas



Fonte: Censos demográficos (IBGE).

Elaboração dos autores.

Como se pode observar, até a década de 1980 os formados em engenharia com CBO de engenharia constituíam a 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, tal fato sinaliza certa "fuga" das ocupações mais tradicionais de engenharia. Tal fato pode refletir fatores diversos, difíceis de inferir sem uma aprofundada pesquisa de campo, a saber: i) a ampliação do escopo de atividades que um engenheiro pode desempenhar; ii) a decadência das atividades mais tradicionais, devido ao baixo crescimento econômico; e iii) o 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 de CBO (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 recursos humanos, 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 no 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.²⁴ 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 outro artigo (Nascimento, 2011), não tenha reportado tal escassez para o país como um todo.

6. CONCLUSÕES

Em suma, este capítulo 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 estudo 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) deficit em competências específicas; e iv) deficit em regiões localizadas.

Queremos, contudo, deixar claro que a não existência de gargalos não significa absolutamente que não haja necessidade de aumentar os investimentos na ampliação e na melhoria de qualidade do ensino de engenharia. Conforme demonstrado 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 o profissional para o exercício de inúmeras atividades, inclusas ou não naquelas 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, entre outras atividades: o problema maior é não ter engenheiros e ter uma economia que pouco necessite deles.

24 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).

REFERÊNCIAS

- 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). Brasília: Ipea, Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, n. 5, p. 16-21, 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, sept. 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.
- BUTZ, W. et al. Is there a shortage of scientists and engineers? How would we know? Santa Monica-CA: Rand Corporation, 2003. (Rand Science & Technology issue paper).
- CASTRO, C. M. Apagão de mão de obra. *Veja*, 17 nov. 2011.
- 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. Evolução da formação de engenheiros e de profissionais técnico -científicos no Brasil entre 2000 e 2012. In: OLIVEIRA, M. et al. (Eds.). *Rede de pesquisa "Formação e mercado de trabalho": coletânea de artigos*. Brasília: Ipea; ABDI, 2014. v. 4, cap. 1, pp. 17-62.
- 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).
- MACIENTE, A. N. The determinants of agglomeration in Brazil: input-output, labor and knowledge externalities. Tese (Doutorado) – University of Illinois at Urbana-Champaign, Urbana (IL), 2013.
- MACIENTE, A. N. A mensuração das competências cognitivas e técnicas das ocupações brasileiras. *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior*, n. 23, 37-56, Ipea, dez. 2012.
- MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T. C. A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal. Brasília: Ipea, Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, n. 12, p. 43-54, fev. 2011.
- MACIENTE, A. N.; NASCIMENTO, P. A. M. M. A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal. In: OLIVEIRA, M. et al. (Eds.). *Rede de pesquisa "Formação e mercado de trabalho": coletânea de artigos*. Brasília: Ipea; ABDI, 2014. v. 4, cap. 3, pp. 99-134.

MENEZES-FILHO, N. Apagão de mão de obra qualificada? As profissões e o mercado de trabalho brasileiro entre 2000 e 2010. São Paulo: Braln Investimento e Negócios, 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. Brasília: Ipea, Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, n. 23, p. 37-56, dez. 2012.

PEREIRA, R. H. M.; NASCIMENTO, P. A. M. M.; ARAÚJO, T. C. Projeções de mão de obra qualificada no Brasil: cenários para a disponibilidade de engenheiros até 2020. Revista brasileira de estudos de população, v. 30, n. 2, p. 519-548, jul. 2013.

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. Brasília: Ipea, Radar: tecnologia, produção e comércio exterior, n. 12, p. 7-14, fev. 2011.

SABOIA, J.; SALM, C. Tendências da qualificação da força de trabalho. In: KUPFER, D.; LAPLANE, M.; HIRATUKA, C. (Orgs.). 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.

APÊNDICE

Classificações usadas para compor as ocupações típicas de Engenharia e os cursos considerados como de Engenharia

Este trabalho usa dados dos censos demográficos de 1970 a 2010 para as principais análises que faz sobre cursos e ocupações das engenharias. Este apêndice visa esclarecer as variáveis dos censos demográficos efetivamente utilizadas.

No censo de 1970, usamos a variável *espécie de curso concluído*, havendo ali a categoria *engenharia*. No caso das ocupações típicas, existe a variável *ocupação principal*, contando com a categoria *engenheiros*.

No censo de 1980, para a ocupação, temos uma variável com o mesmo nome e categoria do censo anterior. No caso dos cursos de engenharia, há duas categorias: *engenharia* e *eletricidade*.

No censo de 1991, a ocupação era definida somente com a categoria *engenheiros*. Para os cursos, foram prospectados todos os que traziam em suas denominações o termo *engenharia*, mesma estratégia usada para o ano de 2000. Para o ano de 2010, foram filtrados, dentro dos cursos da área de engenharia, produção e construção, os que seriam mais atinentes às engenharias.

As ocupações consideradas como típicas em 2000 e em 2010 estão enumeradas na tabela A.2. A tabela A.1, por sua vez, traz os cursos de engenharia prospectados nos censos demográficos de 1991, 2000 e 2010. Para cursos e ocupações dos anos não enumerados nas tabelas A.1 e A.2, ver as observações dos parágrafos anteriores deste apêndice.

TABELA A.1 - Cursos considerados como de engenharia nos censos demográficos de 1991, 2000 e 2010

| 1991 | 2000 | 2010 |
|---|----------------------------------|--|
| Engenharia civil | Engenharia civil | Engenharia e profissões de engenharia |
| Engenharia elétrica e eletrônica | Engenharia elétrica e eletrônica | Engenharia mecânica e metalúrgica |
| Engenharia mecânica | Engenharia mecânica | Eletricidade e energia |
| Engenharia química e química industrial | Engenharia química e industrial | Eletrônica e automação |
| Engenharia não classificada ou mal definida | Outros cursos de engenharia | Química e engenharia de processos |
| Mestrado ou doutorado – engenharia | | Veículos motores, construção naval e aeronáutica |
| | | Fabricação e processamento |
| | | Mineração e extração |
| | | Engenharia civil e de construção |
| | | Engenharia florestal – silvicultura |
| | | Materiais |

TABELA A.2 - Ocupações usadas dos censos demográficos de 2000 e de 2010

| 2000 | 2010 |
|---|---|
| Profissionais da bioengenharia, biotecnologia e engenharia genética | Engenheiros industriais e de produção |
| Engenheiros mecatrônicos | Engenheiros civis |
| Engenheiros em computação | Engenheiros de meio ambiente |
| Engenheiros de materiais | Engenheiros mecânicos |
| Engenheiros civis e afins | Engenheiros químicos |
| Engenheiros eletroeletrônicos e afins | Engenheiros de minas, metalúrgicos e afins |
| Engenheiros mecânicos | Engenheiros não classificados anteriormente |
| Engenheiros químicos | Engenheiros eletricitistas |
| Engenheiros de minas | Engenheiros eletrônicos |
| Engenheiros agrimensores e de cartografia | Engenheiros em telecomunicações |
| Outros engenheiros, arquitetos e afins | |

CAPÍTULO 5

FORMAÇÃO E CARREIRA EM MATEMÁTICA: CONEXÕES COM A PROBLEMÁTICA DA MELHORIA DO ENSINO MÉDIO NO BRASIL

HUSTANA MARIA VARGAS *

FÁBIO LENNON MARCHON DOS SANTOS **

* Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal Fluminense (PPGE/UFF).

** Pesquisa de 2007 verificou a carência de quase 250 mil docentes nas escolas públicas brasileiras, levando em conta as necessidades do segundo ciclo do ensino fundamental e do ensino médio em física, química, biologia e matemática (Cafardo, 2007). Não se pode dizer que estes docentes inexistam: estudo do Ministério da Educação (MEC) mostra que, com exceção das áreas de física e química, existem mais licenciados do que a demanda para dar aulas em todas as salas carentes. A conclusão da pesquisa é que há formados em licenciatura para suprir a demanda, mas eles optam por outros empregos (Rehder, 2007).

| | |
|---|------------|
| 1. INTRODUÇÃO | 166 |
| 2. A MATEMÁTICA COMO MITO | 167 |
| 3. DA DISCIPLINA CANÔNICA AO ALUNO REAL | 173 |
| 4. A MATEMÁTICA NAS AVALIAÇÕES DO MEC | 179 |
| 5. DO MITO À PROLETARIZAÇÃO, POSSÍVEIS INTERFERÊNCIAS NO CONTEXTO ESCOLAR | 181 |
| 6. PARA CONCLUIR | 186 |
| REFERÊNCIAS | 188 |
| ANEXO | 191 |

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo visa problematizar uma antinomia pouco explorada, mas nem por isso irrelevante, no conjunto das dificuldades enfrentadas na prática docente da matemática: a aura mitológica da disciplina assumida pelo imaginário social e a crua realidade dessa mesma prática, gerando tensões que repercutem na formação docente e nos resultados escolares. Múltiplos e diversificados desdobramentos podem ser antevistos a partir dessa tensão – o mercado de trabalho, por exemplo, exige mão de obra especializada com formação matemática para as valorizadas carreiras tecnológicas. Entretanto, a carreira docente, destinada a formar esse contingente, é desprestigiada a ponto de não atrair candidatos em número suficiente ao magistério. Tal fato desencadeia uma carência de professores de matemática, não necessariamente porque estes se formem em número inferior ao necessário, mas porque não se interessam pela docência.¹ Alia-se a isto a percepção de que a matemática é uma ciência destinada “a poucos privilegiados”, com isso afastando o interesse de muitos estudantes por tal área do conhecimento.

Neste cenário, cabe situarmos primeiramente a percepção mitológica e alegórica da matemática em diversos espaços, detendo-nos especificamente na sua localização acima do campo disciplinar, elevada a campo epistêmico que congrega sentido e poder em si mesmo, ultrapassando e dominando vários tipos de linguagens. Nesse sentido, destacamos representações de alunos sobre matemática e, a seguir, a linguagem midiática que circula sobre a disciplina, por julgar que elas tanto expressam quanto potencializam o senso comum. Complementando essa discussão, trazemos uma percepção representativa da matemática em seu próprio campo disciplinar.

Num segundo momento, evidenciamos como o mito se choca com a realidade da formação docente, especialmente comparada com outras licenciaturas. Para tanto, utilizam-se dados socioeconômicos dos estudantes de matemática em nível nacional e institucional. Os primeiros são fornecidos pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), através de respostas a questionários aplicados nacionalmente por ocasião de exames nacionais. Os institucionais são alusivos a alunos de uma universidade pública federal. A adoção desses dados possibilita uma visão mais fina do problema, mobilizando três perspectivas comparativas: *i*) o desenho nacional (macro) e o institucional (micro); *ii*) o exame da situação em dois períodos, uma vez que os dados nacionais referem-se a um período em que a educação superior, embora em expansão (início da primeira década do século XXI), ainda não havia fomentado políticas inclusivas, o que passa a ocorrer de forma mais abrangente no final dessa primeira década, conforme se examinará na situação da instituição; e *iii*) a análise de estudantes em dois momentos do curso – concluintes e ingressantes –, uma vez que os dados nacionais referem-se aos primeiros, e os institucionais, aos últimos.

Examinaremos e discutiremos, por fim, os conceitos atribuídos pelo Ministério da Educação (MEC) ao curso de matemática por meio do Índice Geral de Cursos (IGC), indagando, do ponto de vista da formação, sobre a qualidade dos cursos tal qual avaliada pelo ministério.

¹ Pesquisa de 2007 verificou a carência de quase 250 mil docentes nas escolas públicas brasileiras, levando em conta as necessidades do segundo ciclo do ensino fundamental e do ensino médio em física, química, biologia e matemática (Cafardo, 2007). Não se pode dizer que estes docentes inexistam: estudo do Ministério da Educação (MEC) mostra que, com exceção das áreas de física e química, existem mais licenciados do que a demanda para dar aulas em todas as salas carentes. A conclusão da pesquisa é que há formados em licenciatura para suprir a demanda, mas eles optam por outros empregos (Rehder, 2007).

Tudo isso considerado nos permitirá abordar de um novo ponto de vista a docência em matemática, projetando a discussão para a problemática dos resultados discentes, enfocada à luz dos resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) de matemática, com atenção especial para os resultados do ensino médio.

2. A MATEMÁTICA COMO MITO

A percepção da matemática como uma disciplina “difícil” e “inacessível” é generalizada no meio social. É possível perceber todo um imaginário social e especificamente discente sobre “gênios que enfrentam desafios sobre-humanos para vencer a matemática”, reforçando a compreensão de que é necessário “talento e dom” para aventurar-se por este campo do conhecimento. Neste cenário, a disciplina e os matemáticos são em geral tratados numa representação alegórica e mítica. Possivelmente existe um tipo de percepção ou concepção da matemática que é anterior à educação escolar e que talvez esteja associado aos meios de comunicação ou mesmo pautado no discurso da razão e do avanço tecnológico.

Muitos trabalhos têm abordado concepções, crenças e valores de professores e alunos com relação à matemática no contexto escolar (Bishop, 1999 e 2001; Cury, 1994). Outros estudos apontam a influência do livro didático na prática pedagógica dos professores (Garnica e Oliveira, 2006; Bayer e Biehl, 2009; Freitag, Motta e Costa, 1997) e algumas pesquisas buscam relacionar as concepções da matemática e os livros didáticos de matemática (Garnica e Giani, 2004; Lopes, 2000).

Lins (2009), por exemplo, se apropria da metáfora dos “monstros” para analisar a problemática da dificuldade dos estudantes frente à matemática e, em particular, se propõe a examinar o papel destes “monstros” como reguladores da diferença entre a cultura matemática da rua (cotidiano) e a do matemático (acadêmico). Segundo ele, a produção de significados com relação à matemática possibilita a criação de “seres estranhos” e “monstruosos” que são capazes de paralisar os estudantes frente ao medo, incompreensão e também fascínio que nutrem por estas criaturas.

2.1 A matemática representada por estudantes do ensino fundamental

Para exemplificar tal ambivalência, apresentamos trechos de relatos feitos por uma aluna do 9º ano do ensino fundamental, no ano de 2012, em uma escola pública de Niterói-RJ. Estes relatos foram coletados por um dos autores deste texto durante suas aulas para o ensino fundamental, e dizem respeito aos medos e percepções de alguns estudantes sobre a matemática

Foi solicitado aos alunos do nono ano do ensino fundamental, durante uma das aulas de matemática, que tentassem descrever seus sentimentos e percepções com relação às atividades de matemática realizadas na escola. Uma das estudantes afirmou: “eu gosto quando consigo resolver algum problema, me sinto uma gênia, apesar de saber que não sou, mesmo assim me sinto, vai entender”.

Note-se que a referência ao “gênio” que consegue resolver os desafios emerge no texto, evidenciando a força de tal percepção. Assim, não ser capaz de resolver um problema parece ser, na opinião desta estudante, uma incapacidade humana, e o contrário seria uma habilidade genial.

Em outro momento, ao tentar explicar suas dificuldades de aprendizagem em matemática, em particular associadas à resolução de problemas, a mesma aluna afirma que “diante a um ‘problema’ eu penso ‘que raio (não posso escrever palavra!) de conta é essa?’, mas depois das explicações, tudo fica menos pior. Me sinto insegura quanto algumas contas e tenho medo de não conseguir passar para nenhuma escola boa para o ensino médio (mas isso é para o tópico 6)”.

Nesse fragmento fica evidenciado o papel que os fatores internos – emocionais – desempenham em sua aprendizagem. Este estudante faz projeções educacionais futuras, já atreladas às possibilidades profissionais, que parecem amplificar sua insegurança frente aos problemas da matemática.

E, para finalizar a contextualização a partir destes breves relatos, a percepção da aluna sobre o papel social da matemática e do professor de matemática podem ser resumidos na seguinte passagem:

Nas aulas de matemática do 8º e 9º ano eu aprendi muitas coisas importantes. A matemática vai me ajudar a chegar onde quero, mesmo sem saber exatamente onde fica esse “onde quero”. O professor é “fera” e me ajuda em várias contas, eu sei que se o professor não fosse tão bom eu não conseguiria entender, ou tentar entender, metade das coisas que eu entendo, ou tento.

Nesse excerto, percebe-se a relevância do papel do professor no processo de aprendizagem, mormente em meio à insegurança pessoal, ao medo, às perspectivas educacionais e profissionais relacionadas à aprendizagem da matemática.

Ao lado dessas representações remanesçam outras, pouco estudadas: as concepções da matemática implicitamente presentes nos meios de comunicação e divulgação do conhecimento matemático – jornais, livros, anúncios publicitários ou literatura em geral – e sua influência na formação das percepções e concepções sobre a matemática no público em geral.

2.2 O mito na literatura de massa

É possível perceber a exploração e o reforço de uma imagem mitificada e superestimada da matemática e dos matemáticos num número considerável de *best-sellers*. Nesse sentido, citamos alguns títulos que poderiam ser analisados levando-se em conta estes aspectos. Do autor Mario Livio, temos *Deus é matemático?* (2010), *A equação que ninguém conseguia resolver: como um gênio da matemática descobriu a linguagem da simetria* (2008) e *Razão áurea: a história de Φ , um número surpreendente* (2006). De Marcus Du Sautoy: *A música dos números primos: a história de um problema não resolvido na matemática* (2007). De Ian Stewart: *Será que Deus joga dados? A nova matemática do caos* (1991). De Leonard Mlodinow: *A janela de Euclides* (2004) e *O andar do bêbado: como o acaso determina nossas vidas* (2009). De Simon Singh: *O último teorema de Fermat* (2004). De Apostolos Doxiadis e Christos H. Papadimitriou: *Logicomix: uma jornada épica em busca da verdade* (2010). De Amir O. Aczel: *O mistério do Alef – a matemática, a cabala e a procura pelo infinito* (2003).

Estas obras podem ser analisadas sob a perspectiva de duas categorias fundamentais: *mítico-religiosa* (MR) e *científico-tecnológica* (CT). Assume-se que a categoria *mítico-religiosa* simboliza prioritariamente ideias e concepções atreladas ao heroísmo dos matemáticos e às dificuldades perante inúmeros desafios para vencer certos problemas matemáticos, relacionados, em muitos casos, com questões religiosas, místicas ou míticas. As dimensões que emergiram desta categoria

estabelecem uma concepção da matemática como entidade para além do homem, onipresente, existindo em um mundo mágico/fictício. Uma ciência presente em todas as partes e em toda a natureza, assemelhando-se, nesta perspectiva, a um poder sobrenatural. Em certos casos a matemática é associada à fé, a poderes divinos ou ainda aos rituais religiosos e à Igreja. A genialidade dos matemáticos reforça uma visão extraordinária associada ao poder de suas mentes ou à sua educação privilegiada, ou ainda à própria matemática como ciência genial. A categoria *científica e tecnológica* se apoia na propaganda do poder da matemática associada ao advento dos avanços tecnológicos, englobando aquelas expressões que atestam que a matemática está em todos os campos da ciência e que suas aplicações são infinitas e imprescindíveis para o avanço da humanidade.

Entendemos que a categoria mítico-religiosa predomina nos livros citados. Demonstramos nossa compreensão com o exame de três obras, anexando, ao final deste texto, um estudo mais detalhado de uma delas.

Em *O último teorema de Fermat* (Singh, 2004), Euler é identificado como o "ciclope matemático" (p. 104). Além disso, diz-se que ele "calculava sem qualquer esforço aparente, como os homens respiram e as águias se sustentam nos ventos" (p. 91). Observamos em outra passagem do livro que Euler, na tentativa de enfrentar um filósofo agnóstico, apresenta uma "prova algébrica para a existência de Deus". O personagem principal, "tendo sido levado à beira da derrota", conseguiu superar suas dificuldades para vencer seu grande desafio: o último teorema de Fermat. Assim, ao mesmo tempo, observa-se a mitificação desses homens tão devotados à razão.

Em *O mistério do Alef: a matemática, a cabala e a procura pelo infinito* (Aczel, 2003), o autor tenta seguir uma perspectiva histórica estabelecendo conexões entre misticismo, matemática e religião. Quanto ao estudo do infinito real, a partir da relação entre a matemática e a religião judaica, Aczel fala metaforicamente que o conceito matemático de infinito está associado com o próprio conceito de divindade. Uma das mensagens deste autor é que "a Cabala é um pomar secreto, onde somente poucos podem entrar e sobreviver (...) o pomar não é para todos" (p. 42) e, neste caso, "apenas as personalidades profundas e fortes podem se beneficiar da proximidade do Ein Sof" (p. 44). George Cantor é, segundo este autor, uma dessas figuras. Este matemático foi um homem com poderes acima de outros e que foi capaz de encarar o infinito. Nesta perspectiva, Deus é o infinito, o infinito é a matemática e poucos o alcançarão. Contudo, alerta o autor, esta proximidade exige sacrifícios, sendo o maior deles a loucura. A figura que emerge é a do matemático-louco. Representa o herói que enfrenta desafios e provações, mas às custas da racionalidade e da sanidade, preço a pagar para ingressar neste universo inacessível e travar a batalha.

Encontramos outro exemplo em *Logicomix* (Doxiadis e Papadimitriou, 2010), no qual o personagem principal afirma que "a geometria me mostrou o único caminho que leva à realidade: a razão". E completa: "graças a ela tive pela primeira vez a deliciosa sensação de ter certeza absoluta de algo!" (p. 57). A contracapa desta obra apresenta-a como "uma história sobre o conflito entre uma racionalidade ideal e o tecido invariável e imperfeito da realidade", e seu subtítulo se refere à *busca épica pela verdade*. Enfatizando o valor da ciência e da tecnologia na sociedade e mesmo considerando que talvez não exista uma verdade única, constrói sua trama com base nessa hipótese e mitifica a busca pela razão (conhecimento), pelo esclarecimento e pela verdade absoluta.

Nessas obras, os matemáticos são invariavelmente retratados como heróis, ou ainda, homens sábios que desafiam a própria matemática – a *rainha das ciências* – em busca de seus fundamentos. Nesse ato se baseia o senso de heroísmo, instaurado a partir das guerras que tiveram que travar e das paixões que viveram ao enfrentar a matemática.

Cabe lembrar, na perspectiva de Ponte (1992), que as concepções da matemática de cada indivíduo são influenciadas pelas experiências desta pessoa e pelas *representações sociais dominantes* que se tem desta ciência. Assim, mesmo admitindo o papel dinâmico e ativo dos indivíduos afetados pela cultura de massa, não é difícil supor que exista um fator de influência e direcionamento impulsionado e nutrido pelos meios de comunicação no que se refere às concepções da matemática e que isto, possivelmente, se materializa nas práticas educacionais associadas a esta ciência.

Se Adorno e Horkheimer (1985), em meados da década de 1940 e ainda sob a influência dos efeitos da Segunda Guerra Mundial, estavam certos ao afirmar que havia uma recaída do esclarecimento na mitologia – ao refletirem sobre a disposição que as “massas educadas tecnologicamente” tinham para deixar-se dominar –, talvez seja o momento de refletirmos sobre os clichês da cultura em que os heróis, loucos e gênios da matemática, com superpoderes quase mágicos, parecem contribuir para um tipo de visão sobre esta disciplina que pode tanto intimidar quanto encantar alunos e professores.

Emerge uma suspeita, a partir de um olhar mais próximo ao material de divulgação da matemática, de que talvez não sejam incomuns a idolatria da matemática pura e uma hierarquização entre ela e a matemática “que se ensina”, entre os próprios profissionais da matemática e da educação. Como segue.

2.3 A matemática em seu campo: exponenciando a idolatria

Uma percepção de matemática nessa linha, e do ponto de vista de um matemático, é dada por G. H. Hardy (1877-1947). Passamos a apresentá-la, considerando sua expressividade e relevância.

O matemático inglês desenvolveu inúmeros trabalhos dentro da matemática na área denominada teoria dos números. Seu livro *Em defesa de um matemático*, de 1940, é quase autobiográfico. Hardy afirma: “É uma experiência melancólica para um matemático profissional ver-se escrevendo sobre a matemática. A função do matemático é fazer algo, provar novos teoremas, contribuir para a matemática, e não falar sobre o que ele ou outros matemáticos fizeram” (Hardy, 2000, p. 59).

Escrever sobre a matemática e não se ocupar em produzir matemática é, para o autor, uma “confissão de fraqueza”, que, por isso, merece “o desprezo ou a piedade de matemáticos mais jovens e vigorosos” (Hardy, 2000, p. 61). Para Hardy, “não há desprezo mais profundo ou, no geral, mais justificável, do que o dos homens que contribuem para com os homens que explicam” (*op. cit.*, p. 59). Parece que entre fazer e ensinar o que foi feito, lhe agradava mais a primeira opção. Seu ponto de vista e suas ideias, despojadas do “politicamente correto” dos dias atuais, parecem retratar o que muitos estudantes e futuros professores de matemática apenas percebem implicitamente na vida acadêmica, nos cursos de nível superior. Confusão entre a atividade matemática e a atividade do professor de matemática que pode estar sendo repassada para a formação dos futuros professores de matemática nos cursos de licenciatura.

Afirmava ainda que a “exposição, crítica, apreciação é trabalho para mentes de segunda categoria” (Hardy, 2000, p. 59). Não se pode, no entanto, assumir que todos os matemáticos compartilhem de tal pensamento, mas, implicitamente, as relações invisíveis de poder emergem como realidade latente. Isto, por outro lado, nos faz pensar em suas implicações na educação matemática.

Ele acreditava que a “realidade matemática” pertencia a algum outro tipo de realidade e que, certamente, sua existência era exterior às pessoas. Seu posicionamento, concordando com a filosofia platônica, é a da descoberta daquilo que existe em um mundo ideal. Afirmava que aquilo que os matemáticos chamavam de “nossas criações” nada mais eram que “anotações das nossas observações” (*op. cit.*, p. 116).

Hardy afirmava que a qualidade das figuras, em geometria, não afetaria a validade dos teoremas provados, e teriam a simples função de dar a entender ao interlocutor algumas das ideias associadas às demonstrações e utilizadas pelo matemático. Não passavam, como afirmou, de “ilustrações pedagógicas que não fazem parte do verdadeiro tema da aula” (Hardy, 2000, p. 118). Dentro desta perspectiva, assumindo um mundo exterior onde as ideias existem e apenas esperam ser encontradas, qualquer representação simbólica passa a ser mero suporte didático e até mesmo desnecessário, dependendo daquilo que se busca explicar.

Para ele, a matemática pura se compara a “um rochedo contra o qual naufraga todo o idealismo” (Hardy, 2000, p. 122). E chega a concluir que a matemática considerada útil era a mesma que seria necessária para um “engenheiro muito bom” ou “um físico medíocre” (*op. cit.*, p.125). Esta matemática era, para ele, “sem nenhum valor estético específico” (*op. cit.* p. 125). Apenas a matemática pura, com ênfase nas ideias e não nos cálculos, seria realmente interessante e bela.

Sua concepção é, no entanto, desprovida da crítica que tanto lhe era característica. O livro foi publicado no início da Segunda Guerra Mundial e o autor ainda não havia visto o poder destrutivo das armas atômicas. Seu posicionamento era a de que a matemática pura não poderia em época alguma fazer qualquer mal à humanidade. Quanto à maneira de lidar com a matemática, afirmava que não se podia ser contemplativo, mas sim criativo. Essa criação, de acordo com ele, não se relaciona com o ensino, que é a parte “aborrecida” das universidades, mas necessita de ação mental e pesquisa, que é a parte “digna” da atividade do matemático. O matemático é, para ele, “um desenhista de ideias”.

Considerando que a opinião deste matemático fez-se espelhada numa percepção da matemática anterior à de sua época (século XVIII e XIX), mas também era retrato do período em que se inseria, e auxiliou na reprodução desta mesma percepção para as gerações de futuros matemáticos que, por sua vez, foram mentores de alguns dos que hoje povoam as academias, somos impelidos a acreditar que representa uma grande parcela da percepção da matemática cristalizada no tempo e ainda vigente neste início de século XXI.

Entre nós, Fiorentini (1994; 1995), priorizando o estudo da tríade *professor-aluno-saber matemático*, aponta o fato de que os modos de ensinar a matemática sofrem influência direta dos valores e finalidades que o professor atribui ao ensino desta disciplina, das relações entre os sujeitos envolvidos no processo de aprendizagem, e de sua visão “de mundo, de homem e de sociedade” (Fiorentini, 1995, p. 4).

Descreve alguns modos de ver e conceber o ensino da matemática no Brasil numa perspectiva histórica, apontando algumas tendências em disputa, que se alternam ou combinam: *formalista clássica*, *formalista moderna*, *tecnicista e suas variações*, *empírico-ativista*, *construtivista* e *socioetnocultural* (Fiorentini, 1994; 1995).

A tendência *formalista clássica*, mais marcante até a década de 1950, se pautava em uma concepção platônica da matemática apoiada no modelo euclidiano de conhecimento (axiomático, sistemático, dedutivo). A lógica do conhecimento matemático era seu principal suporte. O ensino era prioritariamente centrado na exposição de conteúdos feitos pelo professor, sendo o aluno um “copiador” e “repetidor” de listas de atividades. Adaptando-se às transformações no contexto histórico e social, posteriormente ela reaparece, com algumas modificações, na tendência *formalista moderna*. Tendo como meio de divulgação maior o movimento da matemática moderna, durante a década de 1960, esta outra tendência se pauta numa concepção estruturalista e formalista da matemática, adotando um uso excessivo da linguagem simbólica, das estruturas algébricas e da teoria dos conjuntos.

A perspectiva de uma educação que garantisse um treinamento racional e metódico do trabalhador apontava para uma educação básica e elementar na qual não se valorizasse uma “instrução excessiva”. Era preciso construir o conceito de hierarquia profissional e de disciplinamento nos cidadãos tendo em vista as necessidades do mercado de trabalho. Buscava-se, portanto, inculcar valores morais, cristãos e nacionais, com objetivos voltados para a socialização do cidadão com vistas ao mercado de trabalho. Neste cenário, a partir da década de 1970, toma força a *tendência tecnicista e suas variações*. Neste período ainda predominava a influência do movimento da matemática moderna e pouca atenção se dava às questões socioculturais relacionadas ao ensino e ao aprendizado da matemática. O conhecimento matemático e seu ensino foram reduzidos, nessa tendência, a um conjunto de procedimentos e técnicas, regras e algoritmos. A ênfase recai na memorização de fórmulas e procedimentos de cálculo, pouco se valorizando as justificativas e demonstrações.

A tendência *empírica ativista* no ensino de matemática, embora tenha emergido na década de 1920 com o movimento escolanovista, retorna na década de 1970, durante o período do regime militar. Enfatizava a descoberta e a criatividade, assim como os experimentos empíricos e a matemática aplicada, opondo-se, assim, à escola clássica tradicional, que desconsiderava o tempo próprio de aprendizagem de cada criança segundo suas condições biológicas e psicológicas. O interesse dos alunos deveria orientar o currículo matemático, sendo o professor um facilitador da aprendizagem. Permanecia, contudo, com uma percepção idealista do conhecimento matemático, percebido como algo a ser descoberto.

Paralelamente, a *tendência construtivista*, durante as décadas de 1960 e 1970, apresentava maior ênfase nos processos mentais que nos conteúdos. Estava pautada na relação e interação homem-mundo e estimulava a utilização de materiais concretos e manipulativos que pudessem conduzir à reflexão e abstração do pensamento matemático. Considerava relevante o aprender a aprender, a partir de uma perspectiva psicológica.

A *tendência socioetnocultural* se destacou principalmente a partir da década de 1980, sendo a etnomatemática sua maior representante. Fiorentini afirma que nesta tendência a matemática é compreendida como parte da produção humana, dependente de suas necessidades, vivências e contextos. O conhecimento matemático perde, portanto, seu caráter inabalável e universalista. Passa a ser associado a maneiras de medir, comparar e quantificar em contextos específicos e particulares. Caracteriza-se por um posicionamento político de não neutralidade do conhecimento matemático que busca dar voz para conhecimentos sujeitos, minoritários ou oprimidos.

Apesar de destacar períodos de maior incidência de uma ou de outra tendência, Fiorentini considera que prevalece um amálgama de tendências e práticas, concepções e crenças. Dessas seis tendências, três – formalista clássica, formalista moderna e tecnicista – ainda são muito presentes no ensino da matemática em nível superior e, desta forma, mais evidentes na formação dos futuros professores de matemática.

De qualquer forma, seja pela visão galvanizada por Hardy, seja pelas tendências hegemônicas no ensino de matemática entre nós, consolida-se o ideário de uma *matemática mítica* em seu próprio campo, que, entre outras características, seria impermeável à crítica da interação com a sociedade de onde surge e para a qual deveria se voltar.

Tudo isso está em consonância com o que preconiza a sociologia da educação, remetendo-nos, inevitavelmente, aos apontamentos de Pierre Bourdieu.

3. DA DISCIPLINA CANÔNICA AO ALUNO REAL

Refletimos agora sobre a posição da matemática no campo das disciplinas escolares. Sob o ponto de vista da sociologia do conhecimento e da educação, encontramos em Bourdieu (1974) a já clássica distinção entre as disciplinas canônicas, secundárias e marginais, encontrando-se a matemática no primeiro grupo. Na qualidade de disciplinas canônicas, “socialmente designadas como mais importantes e mais nobres, dentre outros indícios, em virtude do peso nos exames, pelo estatuto do professor principal conferido aos docentes dessas áreas, e finalmente, pelo consenso dos docentes e alunos” (Bourdieu, 1974, p. 238), a matemática, o idioma pátrio e a física elevam-se entre as outras disciplinas.

Sublinha Bourdieu que uma característica das disciplinas canônicas é que exigiriam “talento e dom” dos alunos (Bourdieu, 1974, p. 242), aptidões “não escolares”, adquiridas com a família e o mundo da cultura. O princípio organizador dessa hierarquia pauta-se, assim, pela elevação das disciplinas mais abstratas, teóricas, formalizadas.

Tal percepção já ultrapassou a dogmática sociológica e é absorvida por um documento político-pedagógico como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de matemática para o terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental, que reconhece o *status* privilegiado da disciplina e adverte para sua função de filtro social:

Em sociedade, a Matemática usufrui de um status privilegiado em relação a outras áreas do conhecimento, e isso traz como consequência o cultivo de crenças e preconceitos. Muitos acreditam que a Matemática é direcionada às pessoas mais talentosas e também que essa forma de conhecimento é produzida exclusivamente por grupos sociais ou sociedades mais desenvolvidas. Embora equivocadas, essas ideias geram preconceitos e discriminações, no âmbito mais geral da sociedade, e também se refletem fortemente no convívio da escola, fazendo com que a Matemática acabe atuando como filtro social: de um modo direto porque é uma das áreas com maiores índices de reprovação no ensino fundamental e, indiretamente, porque seleciona os alunos que vão concluir esse segmento do ensino e de certa forma indica aqueles que terão oportunidade de exercer determinadas profissões (Brasil, 1998, p. 29).

Ultrapassando o filtro social e ingressando na graduação em matemática, os estudantes certamente serão destacados no meio familiar e social mais próximo, pela reconhecida “inteligência”. Além disso, muito cedo podem começar a

estagiar, tendo em vista a carência e a crescente necessidade de professores de matemática no país. Nesse caso, alia-se, ao reconhecimento social, um quase imediato retorno financeiro, que muito agrada aos mais jovens.

Porém, que estudante é esse, em termos de um perfil socioeconômico, e com qual realidade profissional ele lidará? Entendemos que essa é uma questão relevante, pois todos os elementos simbólicos devem ser cotejados com a realidade social do alunado de matemática. É o que se passa a considerar.

Para discutir o nível socioeconômico e cultural dos estudantes de matemática, utilizamos os microdados do Exame Nacional de Cursos ("Provão") e do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (Enade),² ambos exames de avaliação dos estudantes de nível superior, entre 2000 e 2008, os anos mais recentes de realização e publicização dos resultados. Selecionamos, deste questionário, alguns indicadores que a literatura mais frequentemente aponta como vantajosos no processo de escolarização: titulação dos pais, situação de trabalho, origem do ensino médio e cor (Foracchi, 1977; Martins, 2006; Schwartzman, 2000). A comparação do comportamento destes indicadores em matemática com todos os outros cursos cujos alunos fizeram os exames naqueles anos, denominados *geral*,³ passou, então, a balizar o estudo.

É apresentada a evolução de alguns destes indicadores na tabela 1.

TABELA 1 - Variáveis socioculturais, por carreira e geral – Brasil (2000-2008) // ((Em %)

| Anos | Grupos/carreiras | Branco | Nível superior | | Não trabalha | Ensino médio |
|------|------------------|--------|----------------|-------|--------------|--------------|
| | | | Pai | Mãe | | Privado |
| 2000 | Geral | 80,17 | 30,13 | 24,34 | 31,64 | 43,18 |
| | Matemática | 73,19 | 8,39 | 8,90 | 18,77 | 18,63 |
| 2001 | Geral | 77,48 | 26,74 | 22,68 | 30,55 | 39,69 |
| | Matemática | 67,10 | 8,13 | 9,30 | 17,43 | 20,03 |
| 2002 | Geral | 76,10 | 24,55 | 21,49 | 28,48 | 35,18 |
| | Matemática | 64,37 | 7,68 | 9,40 | 18,41 | 17,70 |
| 2003 | Geral | 72,68 | 24,05 | 21,95 | 28,27 | 35,03 |
| | Matemática | 61,91 | 7,91 | 9,92 | 19,60 | 17,94 |
| 2005 | Geral | 70,19 | 22,29 | 21,40 | 25,98 | 32,89 |
| | Matemática | 64,32 | 9,10 | 10,88 | 15,91 | 15,22 |
| 2008 | Geral | 68,90 | 21,56 | 21,16 | 24,15 | 32,64 |
| | Matemática | 56,88 | 6,78 | 11,22 | 14,11 | 13,87 |

Fonte: Microdados Provão e Enade.

2 Disponibilizados pelo INEP em CD-ROM ou em download. Os dados foram trabalhados no programa SPSS. Embora o Enade seja aplicado a ingressantes e concluintes, trabalhamos apenas com as informações de concluintes, para uniformizar com os dados disponíveis no Provão, aplicado apenas a concluintes.

3 Em 2000, a categoria geral agrupava os seguintes cursos: administração, agronomia, biologia, comunicação social, direito, economia, engenharias, física, letras, matemática, medicina, medicina veterinária, odontologia, psicologia, química. Em 2001, todos estes mais farmácia e pedagogia. Em 2002, a estes foram acrescidos arquitetura, ciências contábeis, enfermagem e história. E em 2003, os anteriores mais fonoaudiologia e geografia. Em 2004, letras e matemática não foram avaliados e em 2005 e 2008 foram avaliados juntamente com arquitetura, ciência da computação, biologia, ciências sociais, engenharia, filosofia, física, geografia, história, pedagogia e química.

Como se observa, os estudantes de matemática são mais desfavorecidos socioeconomicamente que os do grupo *geral*. Vale dizer: há *menos* brancos, filhos de pais com nível superior, egressos do ensino médio privado, não trabalhadores, solteiros, com renda familiar elevada que no grupo *geral*. Discutindo mais detidamente os resultados, devemos considerar que em cada ano um grupo de carreiras participou dos testes. Até 2003, a matemática esteve inserida num grupo mais heterogêneo e elitizado, o que explica o maior distanciamento entre seus perfis socioculturais e o grupo *geral*. Em 2005 e 2008, o conjunto de disciplinas avaliado não incluía cursos como medicina e direito, por exemplo, o que produziu um decréscimo no perfil *geral*, e, conseqüentemente, uma maior aproximação entre a matemática e esse grupo.

Num segundo momento, atentamos para a evolução dos dados no tempo. Observamos um padrão de estabilidade ao longo dos anos em todos os indicadores, não refletindo, portanto, em modificação do perfil socioeconômico dos cursos. Importante salientar que os anos destacados para estudo correspondem a um momento de expansão no ensino superior, com um grande aumento de matrículas, o que poderia ter modificado o perfil socioeconômico dos graduandos destes cursos, tornando mais indefinida a associação de conteúdo socioeconômico com a escolha de carreiras.

Nesse sentido, pareceu-nos relevante discutir a posição da matemática no rol de cursos de graduação em nosso país, em termos do perfil socioeconômico de seu alunado.

3.1 A matemática na universidade: comparativo entre carreiras numa sociedade profissionalizada

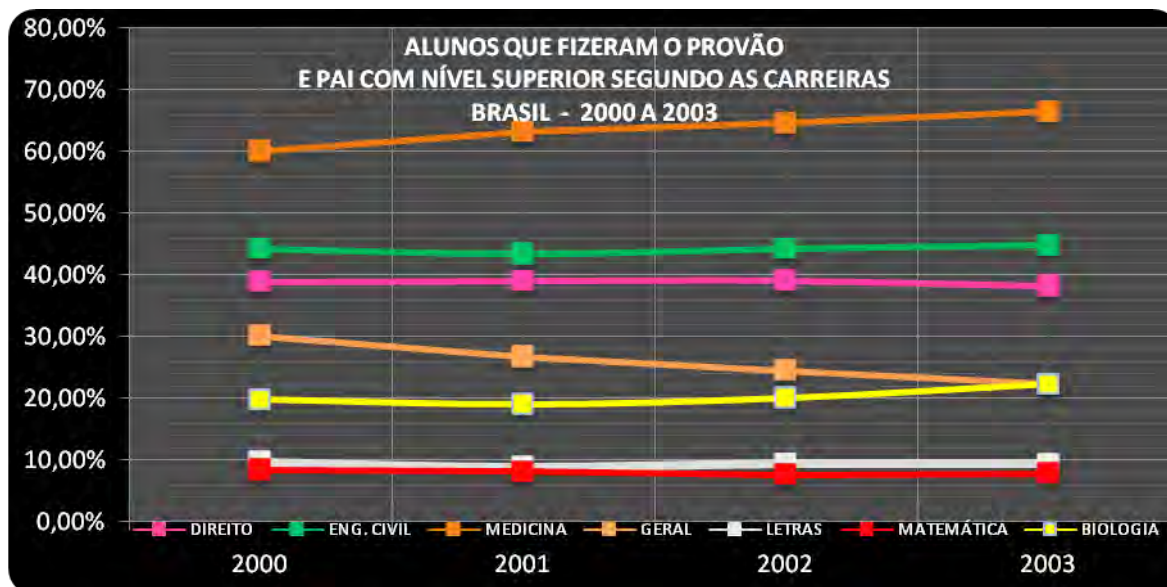
Realizando uma análise comparativa do nível socioeconômico de concluintes de seis graduações diferenciadas quanto ao seu prestígio social entre 2000 e 2003 no Brasil, Vargas (2008) identificou entre os estudantes do curso de matemática ainda as piores condições. Considerados os fatores idade, cor, estado civil, renda familiar, origem do ensino médio, escolaridade dos pais e situação de trabalho, tradicionalmente correlacionados a vantagens escolares, os formandos de matemática estão em desvantagem se comparados aos formandos em letras, biologia, engenharia, direito e medicina.⁴ Ou seja: sua média de idade é superior, o percentual de brancos é menor, são mais pobres, egressos do ensino básico privado em menor quantidade, trabalham mais enquanto estudam e seus pais possuem menor escolaridade, além de contraírem compromissos conjugais em maior percentual que os demais. A situação desenhada é tal que estes cursos “empilham-se” quanto ao seu grau de elitismo, restando o de matemática na posição inferior⁵ qualquer que seja o indicador considerado.

A título de exemplo (gráfico 1), ilustramos com a escolaridade superior dos pais, variável que a sociologia da educação destaca como das mais relevantes na associação de vantagens sociais com vantagens escolares.

4 As três últimas, consideradas “carreiras imperiais”, mantêm uma reserva de distinção e prestígio, em grande parte advindos de seus apoios institucionais: a Ordem dos Advogados do Brasil (OAB), o Conselho Federal de Engenharia e Agronomia (Confea) e o Conselho Federal de Medicina (CFM).

5 Em alguns indicadores matemática vem muito próximo a letras, como no caso da escolaridade do pai, mas, ainda assim, abaixo.

GRÁFICO 1 - Pai com ensino superior – concluintes – Brasil // (Em %)



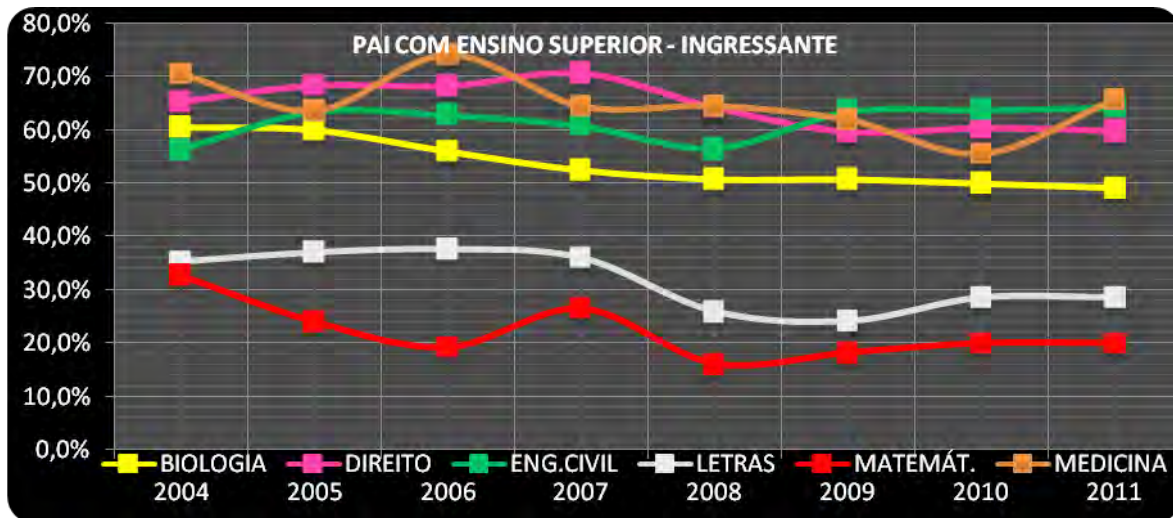
Fonte: Microdados INEP/MEC.

Conforme consideramos, nesse momento a educação superior nacional encontrava-se em expansão quantitativa, mas conduzia-se quase ao sabor da tradição e de um perfil típico de estudantes para cada curso. Não se observam grandes diferenças no perfil dos concluintes no decorrer do período, configurando uma evolução quase linear, fato que contribui para caracterizar uma impermeável e cristalizada hierarquia entre cursos no nosso país.

Porém, em meados da primeira década do século XXI, disseminou-se a prática de ações afirmativas entre nós, em instituições públicas (Sousa e Portes, 2011) e privadas, estas últimas pela via do Prouni. Como forma de controle, examinamos essa situação numa instituição pública federal, a Universidade Federal Fluminense (UFF). A UFF adotou um sistema de bônus na nota de alunos egressos do ensino médio público municipal e estadual a partir de 2008. Tal fato poderia prenunciar uma maleabilidade no perfil dos alunos aprovados na seleção à universidade, tal como a política pública intentava, tornando os perfis menos distintos.

Analisamos os mesmos dados socioeconômicos, agora para ingressantes em matemática, comparados aos mesmos cursos da análise nacional. Não foi o que ocorreu, conforme se vê a seguir (gráfico 2), com os dados de escolaridade do pai.

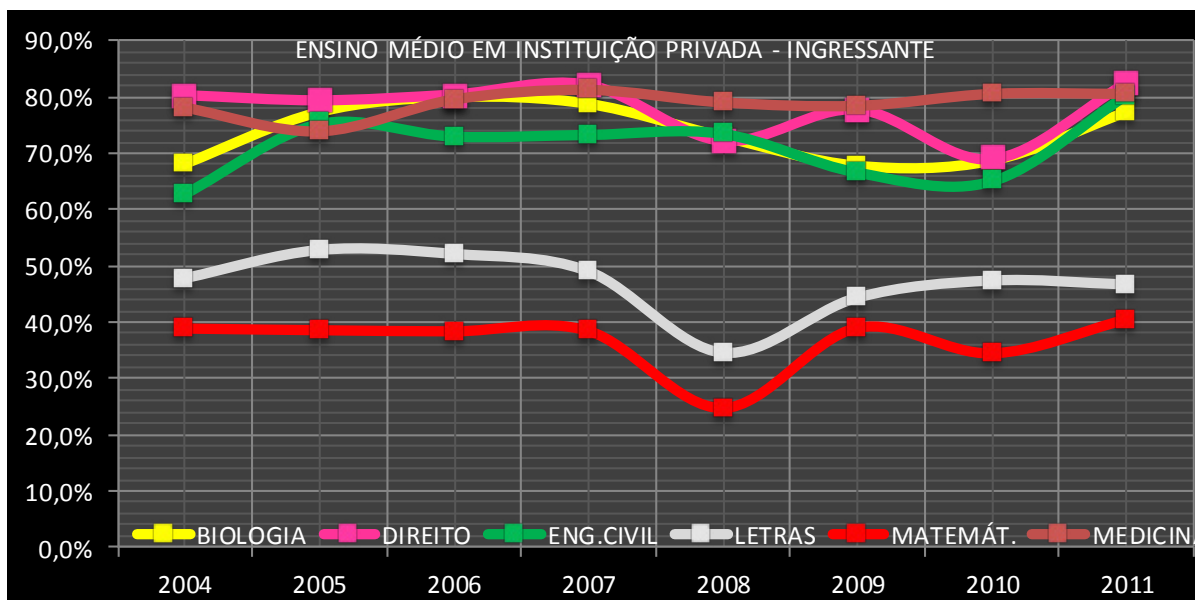
GRÁFICO 2 - Pai com ensino superior – ingressantes na Universidade Federal Fluminense (UFF) // (Em %)



Fonte: Dados COSEAC-UFF.

Em síntese, em todas as variáveis institucionais examinadas o cenário foi semelhante ao nacional, ficando os alunos do curso de matemática com posicionamento pior que os demais. Examinando especificamente o dado *origem no ensino médio*, alvo da política de bônus, encontramos os resultados do gráfico 3.

GRÁFICO 3 - Ensino médio em instituição privada – ingressantes da UFF // (Em %)



Fonte: Dados COSEAC/UFF.

Conforme se pode perceber, houve apenas uma descontínua inflexão no ano de 2008, o ano da adoção da ação afirmativa na instituição, quando ingressaram menos alunos oriundos do ensino médio privado. Todavia, manteve-se o mesmo empilhamento quanto às características socioeconômicas dos alunos nos cursos.

A partir destas evidências e das discussões anteriores, impõe-se uma preocupação, ao se correlacionarem perfil socioeconômico a carreiras: que posição num campo de forças profissional ocupariam tais futuros docentes, na disputa por condições que garantam respeitabilidade e bons retornos às suas carreiras? Que desdobramentos para o trabalho docente se podem antever a partir dessa posição relativa da carreira docente no quadro geral de carreiras, mormente em relação aos professores de matemática?

Situemos, inicialmente, a temática dos estudos sobre carreiras. A abordagem da temática das profissões se torna tão mais relevante quanto mais a sociedade moderna tem se mostrado uma sociedade profissionalizada. Na síntese de Barbosa (2007): “o profissionalismo pode ser considerado a forma moderna de organizar as desigualdades sociais”.

No Brasil, objetivamente, pode-se mesmo falar de um Estado constituído por grupos profissionais. Para além do prestígio universal e perene dos médicos, a constituição e a sustentação mesma do Estado pode ser associada ao apoio dos dois outros grupos: os bacharéis no Brasil Colônia, os engenheiros imprescindíveis aos movimentos de industrialização, e novamente os advogados na transição do terceiro milênio, dentro do fenômeno da judicialização das relações sociais (Barbosa, 2003; 2007).

Nosso interesse se volta especificamente, agora, para o exame da profissão docente. Nessa chave compreensiva, o ponto de partida é o desprestígio da profissão, observável por vários indícios, entre os quais sua baixa atratividade entre os jovens, produzindo uma carência de professores em todas as disciplinas da educação básica. Não há uma única disciplina em que o número de professores com formação específica – por exemplo, professor de matemática formado em matemática – seja igual ou superior à demanda (UNICEF, 2012). Entretanto, não se pode dizer que estes docentes inexistam: estudo do MEC mostra que, com exceção das áreas de física e química, existem mais licenciados do que a demanda para professores em todas as salas carentes. Ou seja: *há formados em licenciaturas para suprir a demanda, mas eles optam por outros empregos, como já referido.*

Constata-se, ainda, a necessidade de aumentar em quase 40% o número de professores em todo o país, o equivalente a 100 mil, apenas para atender as crianças de 4 e 5 anos que ainda não estão na pré-escola.⁶ E que há 119.323 professores que necessitam completar a formação mínima para lecionar na educação básica. São os chamados “professores leigos”, que representam 6,3% do total e não possuem habilitação para o magistério (UNICEF, 2012).

A desigualdade entre as condições de trabalho do professor no Brasil hoje e a de outras carreiras é gritante e se prolonga no tempo. Muitos dos problemas experimentados no cotidiano da formação e da prática docente – desmotivação, carência de recursos materiais e acadêmicos para levar a bom termo uma formação, baixo poder de barganha político – encontram sua origem nesse terreno. Do conjunto das mazelas da carreira, podemos destacar duas outras. A primeira: os diferenciais nos planos de carreiras não mostram a possibilidade real de professores “subirem na carreira” sem deixarem a sala de aula. Esta situação desmotiva bons candidatos a professores e também bons professores, que se sentem desvalorizados e acabam por procurar funções fora da sala de aula para obterem promoção significativa, alimentando a representação de que ficar na sala de aula não rende bons resultados financeiros e sociais (Gatti, 2012). O segundo ponto enfatizado diz

6 Conforme o indicativo do novo Plano Nacional de Educação (PNE), a vigorar até 2020, a obrigatoriedade da educação passa a abranger a faixa etária entre 4 e 17 anos, meta a ser cumprida até 2016.

respeito ao ingresso na carreira. O concurso para a carreira de magistério no setor público é obrigatório pela legislação brasileira.⁷ No entanto, muitas vezes esses concursos ou não são realizados, contratando-se professores em condição transitória, ou deixam muito a desejar em sua concepção e execução, o que os torna insuficientes para verificação de qualificação profissional mínima.⁸ Além disso, nenhuma instituição se ocupa das questões éticas da profissão, o que a deixa nitidamente à deriva nesse aspecto. O desprestígio da carreira não representa, dessa forma, nada mais que o resultado previsível dessa extensa lista de negligências e hesitações.

Qual seria a posição das faculdades de formação de professores, no conjunto das demais faculdades no sistema de ensino superior? Infelizmente, o que se pode dizer é que, no interior das instituições de ensino superior, esses cursos são igualmente desprestigiados, assumindo cada vez mais uma posição periférica no espectro das graduações no Brasil. Comparando-se as instalações físicas, o número de docentes por aluno, os turnos em que os cursos são oferecidos, os recursos para pesquisa, verificam-se distâncias hierárquicas entre as várias escolas dentro das instituições de ensino superior.

Todavia, voltemos aos estudantes e futuros professores de matemática. Estes, em termos de uma hierarquia de carreiras, logo percebem que do topo imaginário descem aos níveis inferiores da prática. Possivelmente temos aqui um caso muito específico de “promessa traída”, com previsíveis repercussões no magistério da matemática. Incensados por seus professores, familiares e pela sociedade em geral, que os fazem acreditar que são uma elite, em pouco tempo esses jovens descobrem as agruras da graduação e da profissão. Ao lado de uma evasão altíssima, motivada em grande parte pela dificuldade do curso, os remanescentes pouco lembram aqueles épicos heróis da matemática.

Na realidade, grande parte estuda em instituições não universitárias privadas como faculdades e centros universitários, no turno da noite, e representarão a maioria do professorado do ensino básico brasileiro, percebendo salários nada atraentes e não muito superiores, proporcionalmente, aos proventos dos antigos estágios.

Contudo, em que pesem o desfavorecimento socioeconômico do aluno de matemática perante o de outras graduações e o desprestígio geral da carreira docente, pode ser que percebamos, no exame das graduações em matemática, uma posição menos precária. Realizamos esse exame a partir de avaliações do INEP/MEC.

4. A MATEMÁTICA NAS AVALIAÇÕES DO MEC

Ressalvando várias questões e problemas metodológicos⁹ que envolvem as diversas avaliações propostas pelo MEC, e no sentido de valorizar os dados disponíveis, analisamos a situação do curso de matemática no tocante ao conceito preliminar de curso (CPC) de 2011, que representa uma média de diferentes medidas da qualidade de um curso. As medidas utilizadas

7 Conforme dispõe o inciso V do Art. 206 da Constituição de 1988 (CF/1988): “valorização dos profissionais da educação escolar, garantidos, na forma da lei, planos de carreira, com ingresso exclusivamente por concurso público de provas e títulos, aos das redes públicas” (grifo nosso).

8 Santos (2012) ilustra essa problemática, com uma situação ocorrida no interior do estado do Rio de Janeiro, onde houve concurso público para professores em 2008. Tal concurso foi homologado em fevereiro de 2009, e seu edital permitia a prorrogação por mais dois anos. Entretanto, a Prefeitura optou por abrir processo seletivo por contratação no ano de 2010, logo no mês de janeiro, com o concurso ainda válido, portanto. As vagas abertas para o processo seletivo eram para cargos que possuíam candidatos aprovados no concurso de 2008. Legalmente, a Prefeitura estaria correta, pois a obrigatoriedade da prorrogação do prazo de validade do concurso não existia, uma vez que o concurso expiraria, então, em 2011 (dois anos após o resultado final homologado). Muitos candidatos aprovados sentiram-se prejudicados, pois estavam no aguardo de sua convocação.

9 Entre eles, problemas de comparabilidade entre cursos e avaliações e boicotes a exames, que afetarão diretamente nossa análise.

são: *i*) o conceito Enade (que mede o desempenho dos concluintes); *ii*) o desempenho dos ingressantes no Enade; *iii*) o indicador de diferença entre o desempenho observado e o esperado (conceito IDD); e *iv*) as variáveis de insumo (que considera corpo docente, infraestrutura e programa pedagógico, mediante informações do Censo da Educação Superior e de respostas ao questionário socioeconômico do Enade).

Nesse caso, optamos por comparar o curso de matemática apenas com os de biologia e de letras, pela maior proximidade dos três, em função do perfil docente. Contudo, examinamos as habilitações *bacharelado* e *licenciatura* em conjunto, uma vez que o perfil socioeconômico examinado nas análises anteriores não distinguia os alunos quanto às habilitações.

Inicialmente, observamos que os conceitos preliminares médios de cursos dos bacharelados em letras e matemática superam os conceitos das respectivas licenciaturas. Nesse caso, a percepção de Hardy sobre a superioridade da matemática que se pensa e da matemática que se ensina se confirma nesse resultado. Em biologia ocorre o contrário: o CPC médio da licenciatura é superior ao do bacharelado.

Em conjunto, os CPCs médios de licenciatura e bacharelado dos cursos de letras e biologia superam o de matemática: respectivamente 2,80 para biologia, 2,66 para letras e 2,63 para matemática. Acrescente-se que matemática tem o menor número de cursos avaliados, letras vem em segundo lugar e biologia tem o maior número de cursos.

Finalmente, pela proximidade com a física e a química, no sentido do embasamento para a formação de mão de obra especializada para suprir a demanda tecnológica, encontramos uma clara deficiência da matemática: à média de 2,63 em matemática contrapõem-se 2,67 em química e 2,79 em física.

E assim, por outro ângulo, fica evidenciada mais uma desvantagem dos cursos de matemática em relação aos demais aqui considerados.

É nesse ponto que deriva nossa reflexão: considerando-se que professores do ensino básico com diploma superior ganham menos que a média da população com semelhante grau de instrução, e que docentes sem ensino superior possuem média salarial inferior à da população total, conforme tabulação a partir da PNAD 2006 (EM MÉDIA..., 2008), como sustentar a imagem do mito quando o graduado em matemática aqui caracterizado socioeconomicamente – estudante de instituições com baixo CPC –, assume a profissão de professor, aqui aproximada de um proletariado precarizado?

Até este ponto, apontamos e discutimos várias antinomias que rondam nosso tema, gerando tensões específicas. Elas serão agora sintetizadas, para passarmos à discussão do último ponto, em que essas tensões são projetadas para o ensino de matemática.

TABELA 2 - Antinomias da matemática

| | |
|--|---|
| Indispensável à vida, ao avanço da tecnologia, ao mundo ordinário | Mas realizada por sujeitos extraordinários |
| Alunos de matemática incensados como elite pelos professores e família | Mas que, numa leitura conjunta do campus, estão na sua periferia, em termos socioeconômicos |
| Logram estágios rapidamente, alimentando a sensação de acerto na escolha profissional | O salário do professor é similar ao do estagiário |
| Pensar a matemática, nobre ofício | Ensinar matemática, aborrecido ofício |
| Bacharelado em matemática | Licenciatura em matemática |
| Curso "difícil" e "excepcional" | CPC do MEC não o avalia de forma correspondente a esse status |
| A disciplina "difícil" e para "excepcionais" | Alta evasão |
| Da matemática e do professor de matemática mitificados | À disciplina incompreendida, não absorvida, não apropriada, e ao professor desalentado |

Elaboração dos autores.

5. DO MITO À PROLETARIZAÇÃO, POSSÍVEIS INTERFERÊNCIAS NO CONTEXTO ESCOLAR

De um lado, o mito da matemática. De outro, a profissão docente desvalorizada, à qual acorrem estudantes de nível socioeconômico em desvantagem, cursando matemática em instituições menos qualificadas, segundo os critérios do MEC. Poder-se-ia associar, a essas tensões, desdobramentos negativos na educação matemática?

Nas investigações sobre as dificuldades de aprendizagem em matemática, muitas pesquisas vêm sendo realizadas buscando compreender as possíveis origens das dificuldades escolares, que são observadas nas avaliações de larga escala, como o SAEB.

Em uma escala de proficiência de zero a 450, o SAEB/2011 buscou analisar o desempenho dos estudantes em matemática.¹⁰ O nível "zero" da escala de matemática vai de 0 até 125 pontos, e o último nível é para pontuação acima de 425. Essa escala possibilita observar as habilidades e competências agregadas dos alunos em sua trajetória escolar.

Ao observarmos, por exemplo, as tabelas de distribuição de alunos por níveis de acordo com a proficiência em matemática,¹¹ dos alunos da 4ª série/5º ano do ensino fundamental, no Brasil e no estado do Rio de Janeiro, em áreas urbanas, no período de 1995 a 2005, é possível perceber índices percentuais abaixo de 1% para os níveis 8 e 9 e quase que na

10 O Sistema de Avaliação da Educação Básica (SAEB) é formado por duas avaliações complementares: Avaliação Nacional da Educação Básica (Aneb) e Avaliação Nacional de Rendimento Escolar (Anresc/Prova Brasil). A primeira fornece resultados médios de desempenho pela aplicação de questionários a partir de estratos amostrais (Brasil, regiões e Unidades da Federação) e o segundo, feito a cada dois anos, tem por objetivo avaliar as habilidades em português e matemática (Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/saeb_matriz2.pdf>). Os resultados e algumas interpretações pedagógicas estão disponíveis na página virtual do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP): <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/prova_brasil_saeb/resultados/2012/Saeb_2011_primeiros_resultados_site_inep.pdf>.

11 Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/web/prova-brasil-e-saeb/resultados>>.

totalidade percentuais nulos para o nível 10. Em 2005, no estado do Rio de Janeiro, apenas 0,23% da população do espaço amostral se encontrava no nível 9 e, a partir das interpretações feitas com base nos parâmetros obtidos na página do INEP, somos impelidos a supor que a grande maioria dos estudantes brasileiros avaliados, em particular os estudantes do Rio de Janeiro, não são capazes de “calcular o resultado de uma multiplicação ou divisão de números naturais” (nível 10/ensino fundamental).¹²

É correto assumir que uma parcela destes alunos, dando prosseguimento em seus estudos, ingressará no ensino médio, e que destes, alguns serão capazes de reverter este quadro, mas, ao mesmo tempo, uma questão relevante diz respeito ao quantitativo que não conseguirá tal reversão e ingressará na formação técnica posteriormente. A fim de se ter um referencial para reflexão, exibimos parte da tabela relativa ao ensino médio,¹³ no Brasil e no Rio de Janeiro, em áreas urbanas (tabela 3).

12 Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/prova_brasil_saeb/escala/2011/escala_desempenho_matematica_fundamental.pdf>.

13 Disponível em: <<http://sistemasprovabrasil2.inep.gov.br/resultados/>>.

Tabela 3 - Proporção de alunos por níveis, de acordo com a proficiência em matemática – 3ª série do ensino médio, áreas urbanas (1995-2005)1 // (Em %)

| | Ano | Nível 1 | Nível 2 | Nível 3 | Nível 4 | Nível 5 | Nível 6 | Nível 7 | Nível 8 | Nível 9 | Nível 10 | Nível 11 | Nível 12 | Nível 13 |
|--------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Brasil | 1995 | 0,0 | 0,4 | 2,9 | 10,9 | 17,6 | 18,2 | 15,6 | 13,2 | 10,1 | 6,2 | 2,3 | 1,5 | 0,9 |
| | 1997 | 0,0 | 0,0 | 3,5 | 13,34 | 12,7 | 15,4 | 15,6 | 12,1 | 9,4 | 7,9 | 6,0 | 2,7 | 1,3 |
| | 1999 | 0,0 | 0,3 | 4,1 | 13,32 | 16,2 | 17,3 | 15,4 | 12,5 | 9,3 | 5,5 | 3,3 | 1,9 | 1,14 |
| | 2001 | 0,0 | 0,0 | 4,8 | 14,83 | 18,5 | 15,9 | 13,4 | 12,4 | 8,5 | 5,6 | 3,2 | 1,8 | 1,0 |
| | 2003 | 0,0 | 1,2 | 5,3 | 10,99 | 16,4 | 19,2 | 16,1 | 10,3 | 8,1 | 5,8 | 3,3 | 2,0 | 1,2 |
| | 2005 | 0,2 | 2,9 | 8,1 | 12,17 | 16,3 | 16,5 | 14,3 | 11,6 | 7,4 | 5,2 | 5,3 | 1,5 | 0,8 |
| | 1995 | 0,0 | 0,0 | 3,4 | 12,88 | 18,0 | 24,7 | 13,2 | 12,2 | 7,8 | 4,0 | 2,3 | 1,1 | 0,4 |
| | 1997 | 0,0 | 0,0 | 2,1 | 12,94 | 26,1 | 22,5 | 12,5 | 13,6 | 6,1 | 3,0 | 1,0 | 0,0 | 0,0 |
| | 1999 | 0,0 | 0,0 | 3,4 | 8,32 | 14,9 | 15,8 | 15,8 | 13,5 | 10,8 | 7,0 | 4,8 | 4,0 | 1,5 |
| | 2001 | 0,0 | 0,0 | 3,8 | 14,03 | 16,9 | 16,6 | 14,1 | 11,9 | 8,8 | 6,8 | 4,3 | 1,9 | 0,9 |
| | 2003 | 0,0 | 0,6 | 5,1 | 10,48 | 16,3 | 16,5 | 17,1 | 12,4 | 8,5 | 6,5 | 3,3 | 1,4 | 1,7 |
| | 2005 | 0,0 | 3,3 | 9,6 | 12,91 | 16,7 | 17,6 | 12,4 | 10,5 | 7,4 | 5,4 | 4,2 | 1,4 | 0,4 |

Fonte: INEP/MEC.

Nota: 1 Não foram computadas as instituições federais.

Para o nível 8 (300 a 325 pontos) deseja-se, entre outras coisas, que os estudantes sejam capazes de identificar o comportamento de crescimento ou decréscimo a partir dos gráficos de funções, ou, ainda, resolver problemas calculando o valor numérico de funções e identificar funções do primeiro grau. Note-se que, em termos de Brasil, no ano de 2005, apenas 11,6% da população analisada era capaz de reconhecer funções do primeiro grau ou calcular o valor numérico em funções dadas. A cada nível que se avança os percentuais indicam, de modo geral, a menor tendência dos estudantes para as carreiras tecnológicas e engenharias e sua proximidade com elas. Isto nos aponta para uma problemática que se contrapõe às exigências atuais para o desenvolvimento do Brasil.

A partir da tabela 3, é possível verificar que, em 2005, no Brasil, apenas 0,8% da população do espaço amostral foi capaz de atingir as competências mínimas no nível 13. Em situação pior, apenas 0,49% da população do espaço amostral do estado do Rio de Janeiro. O baixo percentual de estudantes nos níveis de 9 a 13, em que os alunos devem, por exemplo, ser capazes de resolver equações do primeiro grau por meio de manipulações algébricas ou, ainda, resolver problemas utilizando a modelagem matemática através de funções de primeiro grau, ou, também, que consigam calcular o volume de sólidos simples (cubo e pirâmide regular), apontam a fragilidade da formação matemática em nível médio destes estudantes. Poucos serão capazes de resolver equações exponenciais ou de reconhecer em um gráfico que $b = f(a)$ representa de forma equivalente o ponto (a, b) do gráfico. Assim, é correto assumir que certas competências mínimas para se ingressar nas carreiras tecnológicas ou engenharias estão longe de serem alcançadas.

Os resultados de 2011 para a 3ª série do ensino médio sugerem relativa melhora na média de proficiência em relação ao ano de 2005. Contudo, ainda indicam a necessidade de ações voltadas para a melhoria da formação em matemática e, em particular, no nível médio. A tabela 4¹⁴ apresenta com os resultados de 2011.

14 Disponível em: <http://download.inep.gov.br/educacao_basica/prova_brasil_saeb/resultados/2012/Saeb_2011_primeiros_resultados_site_Inep.pdf>.

TABELA 4 - Média das proficiências de matemática dos alunos de 3a série do ensino médio, por dependência administrativa – Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação (UFs) (2011)

| UF | TOTAL | Dependência Administrativa | | | |
|---------------------|--------|----------------------------|----------|---------|---------|
| | | Federal | Estadual | Pública | Privada |
| Brasil | 273,86 | 358,96 | 264,14 | 264,58 | 332,77 |
| Norte | 254,52 | - | 249,37 | 249,63 | 310,55 |
| Rondônia | 275,81 | - | 271,87 | 271,87 | 315,47 |
| Acre | 257,12 | - | 254,57 | 254,57 | 299,30 |
| Amazonas | 253,49 | - | 249,66 | 249,66 | 305,89 |
| Roraima | 262,36 | - | 256,63 | 256,63 | 317,46 |
| Pará | 249,55 | - | 243,08 | 243,08 | 309,23 |
| Amapá | 252,84 | - | 247,77 | 247,77 | 307,76 |
| Tocantins | 263,43 | - | 258,91 | 258,91 | 335,14 |
| Nordeste | 256,64 | - | 247,86 | 248,07 | 320,39 |
| Maranhão | 244,27 | - | 239,98 | 239,98 | 293,52 |
| Piauí | 257,93 | - | 246,10 | 246,57 | 330,84 |
| Ceará | 264,97 | - | 253,18 | 253,18 | 339,26 |
| Rio Grande do Norte | 257,70 | - | 248,90 | 248,90 | 312,53 |
| Paraíba | 258,83 | - | 246,69 | 246,69 | 310,28 |
| Pernambuco | 256,58 | - | 246,99 | 246,99 | 324,37 |
| Alagoas | 248,23 | - | 237,42 | 237,42 | 300,31 |
| Sergipe | 260,04 | - | 249,48 | 249,48 | 302,28 |
| Bahia | 257,12 | - | 251,13 | 251,13 | 325,52 |
| SUDOESTE | 284,76 | - | 274,49 | 275,06 | 339,20 |
| Minas Gerais | 288,57 | - | 279,61 | 279,75 | 352,18 |
| Espírito Santo | 281,98 | - | 272,07 | 272,07 | 334,43 |
| Rio de Janeiro | 286,48 | - | 269,09 | 269,09 | 334,91 |
| São Paulo | 282,90 | - | 273,69 | 273,69 | 336,89 |
| SUL | 289,81 | - | 279,40 | 279,84 | 346,21 |
| Paraná | 283,16 | - | 271,45 | 271,45 | 350,91 |
| Santa Catarina | 295,31 | - | 285,16 | 285,16 | 342,55 |
| Rio Grande do Sul | 294,89 | - | 286,26 | 286,26 | 342,83 |
| CENTRO-OESTE | 278,60 | - | 268,24 | 267,76 | 328,07 |
| Mato Grosso do Sul | 290,76 | - | 283,21 | 283,21 | 328,77 |
| Mato Grosso | 266,80 | - | 258,79 | 258,79 | 332,72 |
| Goiás | 276,17 | - | 267,01 | 267,01 | 325,72 |
| Distrito Federal | 289,73 | - | 271,96 | 271,96 | 328,73 |

Fonte: Inep/Daeb

Os níveis médios de proficiência em matemática para o ensino médio, em um intervalo que vai de 0 a 500 pontos, podem ser considerados satisfatórios para este nível de formação quando forem superiores a 250 pontos.¹⁵ No entanto, se

15 Disponível em: <http://www.publicacoes.inep.gov.br/arquivos/%7B50AFF6BD-4C0C-4EDD-8C32-C149BFBDF5A5%7D_Miolo_Relat%C3%B3rioSAEB2003_1.pdf>.

assumirmos que x é o nível médio de proficiência considerado adequado para esta etapa de formação, com x pertencente ao intervalo $(250 - \varepsilon; 250 + \varepsilon)$ e uma margem de erro $\varepsilon = 100$ pontos, então apenas para valores superiores a 350 pontos pode-se afirmar com relativa segurança que o nível de proficiência é considerado adequado para esta etapa de formação. Assim, com base na tabela anterior e assumindo este parâmetro de referência, é possível perceber que tal pontuação só foi alcançada no Paraná e em instituições privadas. Vale dizer que, adotando este referencial, o nível médio de proficiência em matemática pode ser considerado inadequado para praticamente todos os estados brasileiros.

Uma hipótese que levantamos com base nestes resultados é que as dificuldades observadas no 5º ano do ensino fundamental tendem a persistir por toda a formação dos estudantes durante o nível médio. Esta hipótese se apoia em indícios como, por exemplo, o baixo percentual observada no nível 11 (tabela 3) para alunos do ensino médio que, ao fim de sua formação básica escolar, deveriam ser capazes de resolver problemas de contagem envolvendo permutação. Tais problemas se relacionam diretamente com a resolução de problemas envolvendo multiplicação combinatória (nível 7 – do 5º ao 9º ano do ensino fundamental).

A *rainha das ciências*, como a matemática foi apresentada em *Logicomix*, a partir destes dados, parece não possuir coroa ou trono. Metaforicamente falando, é uma realeza sem glória, desprovida de súditos e com seu exército enfraquecido.

E assim, passando do mito ao subproletariado, o caminho percorrido só pode deixar *estropiados* e *sucumbidos*, mais tarde cidadãos pela metade, sejam professores, sejam alunos.

6. PARA CONCLUIR

Na busca por explicações e culpados pelas dificuldades de aprendizagem dos estudantes em matemática, pode-se apontar para certos fatores, como aqueles associados às crenças, atitudes e expectativas relacionadas à matemática – tanto dos alunos quanto dos professores. Assim, pareceu-nos relevante relacionar a percepção da matemática disseminada nos meios de comunicação e também entre os matemáticos profissionais que atuam no ensino deste campo do conhecimento, com as particularidades socioeconômicas da formação do professor de matemática e de seus cursos de graduação, que apontam para a geração de tensões.

Não neguemos que esses elementos se agravam entre nós, possivelmente pela sua combinação. Por exemplo: toda a literatura de massa aqui mencionada é de origem estrangeira, indicando uma generalizada mitificação da matemática. Assim, da mesma forma, dificuldades generalizadas com a matemática poderiam ser observadas aqui e alhures. Entretanto, em testes internacionais como o Pisa,¹⁶ a *performance* dos alunos brasileiros coloca o Brasil nas últimas posições. Ou seja: isoladamente, esse elemento não explica nosso problema.

Por outro lado, talvez devêssemos levantar a hipótese de que nossos primeiros professores, tendo vivenciado dificuldades de toda sorte na sua formação matemática, tenham nos transmitido temor e dificuldades em relação à disciplina. Sabe-se,

16 O Programme for International Student Assessment (Pisa) é uma iniciativa internacional de avaliação comparada, desenvolvido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e aplicado a estudantes na faixa dos 15 anos. Em 2009, ocupamos a 57ª colocação entre 65 países. Na América Latina, ficamos à frente apenas de Colômbia, Peru e Panamá. Em 2006, quando 57 países foram avaliados, ocupamos a 54ª posição. A esse respeito, ver: <http://download.inep.gov.br/download/internacional/pisa/2010/resultados_gerais.pdf>.

pelo senso comum, que a inclinação pelas humanidades, para onde acorrem futuros professores, muitas vezes representa inicial e meramente a fuga da matemática. Assim, a combinação de elementos seria ainda uma explicação frágil para um problema que, à guisa de um círculo vicioso, se nutre de si próprio.

Indagamos, a partir dos elementos aqui reunidos: nossos professores estarão aptos a facilitar o ingresso de alunos no mundo da matemática, em todos os níveis de ensino, mas especialmente no tão sensível nível médio? Especialmente os graduados em matemática, conseguirão sobrepujar a ambivalência do mito epistemológico e social da matemática, ao lado de sua desvalorização real como profissão docente em nosso país? E quanto aos cursos de matemática? Sua pior *performance* poderia ser, pelo menos em parte, explicada pelas tensões aqui exploradas? E os alunos? Como reagiriam à dupla mensagem da disciplina heroica e inacessível por um lado, e do domínio necessário da razão para “a vida”, o crescimento profissional, o desenvolvimento da tecnologia e dos povos, por outro?

Mobilizando novas indagações e hipóteses em favor do esclarecimento da problemática aqui proposta, lembramos, finalmente, do lugar de poder das disciplinas abstratas, tal qual proposto por Bourdieu. Estaríamos diante de uma contradição insolúvel, na medida em que se quer ou se necessita popularizar uma disciplina que, ao mesmo tempo, deve ser mantida restrita? No dizer de Pais:

Como vimos, aquilo que no nível do discurso oficial funciona bem – o argumento da utilidade da matemática para a formação do trabalhador ou do cidadão está bem estabelecido –, quando atualizado em uma prática específica encontra uma série de obstáculos que acabam por perverter sua real intenção. Normalmente a investigação prossegue, eliminando tais obstáculos, de modo que os objetivos oficiais podem ser totalmente atualizados. Uma crítica da ideologia, no entanto, está interessada em analisar esses obstáculos, uma vez que representam os pontos sintomáticos que permitem assegurar a relevância política e econômica da matemática escolar. Minha sugestão é que a pesquisa traga esses obstáculos – que chamei de regras não escritas – para dentro de sua esfera de ação e os investigue não como desvios corrigíveis da regra oficial, mas como condições fundamentais de escolaridade de hoje (Pais, 2013, p. 116, tradução nossa).¹⁷

Nossas reflexões e indagações remanescentes apontam a necessidade de melhor compreender as relações que atravessam desde a formação dos futuros professores de matemática até a problemática da crescente e dificilmente suprida necessidade de mão de obra especializada nas carreiras tecnológicas. A partir dos argumentos aqui expostos, cabe concluir, com razoável segurança, sobre o quanto destas expectativas, inseguranças e frustrações afastam os estudantes da matemática e, conseqüentemente, das carreiras tecnológicas.

Os extremos, antinomias, entraves sociais, culturais e acadêmicos aqui enfocados englobam ainda as dificuldades enfrentadas no processo de ensino e aprendizagem da matemática e as percepções sociais desta ciência em diferentes contextos. São muitas as ambigüidades e interações envolvendo o curso de matemática, o magistério e o aprendizado

17 As we have seen, that which at the level of the official discourse runs smoothly – the argument of the utility of mathematics for becoming a worker or a citizen is well established – when actualized in a specific practice encounters a series of obstacles which ends up perverting the official intention. Usually research proceeds by eliminating such obstacles, so that the official aims can be fully actualized. An ideology critique is however interested in analysing these obstacles since they stand for the symptomatic points which allow one to grasp the political and economic relevance of school mathematics. My suggestion is that research should bring these obstacles – what I have called the unwritten rules – within its purview and investigate them not as correctable deviations from the official rule, but as fundamental conditions of today's schooling (Pais, 2013, p. 116).

da disciplina. Este trabalho buscou iniciar esse levantamento, enunciando um gargalo pouco explorado pela pesquisa educacional.

REFERÊNCIAS

- ACZEL, A. O. O mistério do Alef: A matemática, a cabala e a procura pelo infinito. São Paulo: Ed. Globo, 2003.
- ADORNO, T. W.; HORKHEIMER, M. Dialética do Esclarecimento. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1985.
- BARBOSA, M. L. O. Participação na mesa redonda "Profissões nas sociedades em transição". In: 31º Encontro anual da ANPOCS. Caxambu-MG, 2007.
- _____. As profissões no Brasil e sua sociologia. In: Dados. Rio de Janeiro, v. 46, n. 3, 2003.
- BIEHL, J. V; BAYER, A. Educação matemática nos anos iniciais e ensino fundamental. In: Encontro Gaúcho de Educação Matemática, 10. Ijuí/RS: UFRG, 2009. p. 2-5.
- BISHOP, A. J. Enculturación matemática: la educación matemática desde una perspectiva cultural. Barcelona: Paidós, 1999.
- _____. What values do you teach when you teach mathematics? Teaching Children Mathematics. Australia: Reynolds & Dorward, section Reserarch into Practice, p.346-349, Feb. 2001.
- BOURDIEU, P. A economia das trocas simbólicas. São Paulo: Perspectiva, 1974.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <ftp://ftp.fnde.gov.br/web/pcn/05_08_matematica.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2013.
- CAFARDO, R. Falta quem queira ser professor. O Estado de São Paulo, São Paulo, 15 out. 2007, p. A16.
- CURY, H. N. As concepções de Matemática dos professores e suas formas de considerar os erros dos alunos. 1994. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1994.
- DOXIADIS, A.; PAPADIMITRIOU, C. Logicomix: uma jornada épica em busca da verdade. São Paulo: ED. WMF Martins Fontes, 2010.
- DU SAUTOY, Marcus. A música dos números primos: a história de um problema não resolvido na matemática. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2007.
- EM MÉDIA, professor da rede pública ganha mais que da particular. Jornal da Ciência – SBPC, 21 jan. 2008. Disponível em: <http://www.jornaldaciencia.org.br/Detalhe.jsp?id=53815>. Acesso em: 3 abr. 2012.
- FIORENTINI, D. Rumos da pesquisa brasileira em educação matemática: o caso da produção científica em cursos de pós-graduação. 1994. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, SP, 1994.

- _____. Alguns modos de ver e conceber o ensino de matemática no Brasil. *Zetetiké*, Campinas, ano 3, n. 4, 1995. p. 1-37.
- FORACCHI, M. M. O estudante e a transformação da sociedade brasileira. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1977. Disponível em: <www.ipea.gov.br>. Acesso em: 23 ago. 2008.
- FREITAG, B.; COSTA, W. F.; MOTTA, V. R. O livro didático em questão. 3. ed. São Paulo: Cortez, 1997.
- GARNICA, A.; GIANI, L. Um Olhar Qualitativo Sobre as Concepções dos Professores de Matemática. In: II Seminário Internacional de Pesquisa e Estudos Qualitativos, Universidade do Sagrado Coração. Bauru, março de 2004.
- GARNICA, A. V. M.; OLIVEIRA, F. D. Análise de livros didáticos de Matemática: um enfoque hermenêutico. In: Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática. Belo Horizonte, 2006.
- GATTI, B. A. Formação de professores e profissionalização: contribuições dos estudos publicados na Rbep entre 1998 e 2011. *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, Brasília, v. 93, n. 234, [número especial], p. 423-442, maio/ago. 2012.
- HARDY, G. H. Em defesa de um matemático. São Paulo: Ed. Martins Fontes, 2000.
- LINS, R. C. Matemática, monstros, significados e educação matemática. In: Bicudo, M.; Borba, M. (Orgs.). Educação matemática: pesquisa em movimento, 3. ed. São Paulo: Ed. Cortez: 2009, p. 92-120.
- LÍVIO, M. Razão áurea: a história de ϕ , um número surpreendente. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2006.
- _____. Deus é matemático? Rio de Janeiro: Ed. Record, 2010.
- _____. A equação que ninguém consegue resolver: como um gênio da matemática descobriu a linguagem da simetria. Rio de Janeiro: Editora Record, 2008.
- LOPES, J. Livro didático de matemática: concepção, seleção e possibilidades frente a descritores de análise e tendências em educação matemática. 2000. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2000.
- MARTINS, C. B. Uma reforma necessária. *Educação e Sociedade*, Campinas, v. 27, n. 96 – Especial, p. 1.001-1.020, out. 2006.
- MLODINOW, Leonard de. A janela de Euclides. São Paulo: geração editorial, 2004.
- _____. O andar do bêbado: como o acaso determina nossas vidas. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2009.
- PAIS, A. An ideology critique of the use-value of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, n. 1, v. 84, p. 15-34, 2013. Disponível em: <[http://vbn.aau.dk/en/publications/an-ideology-critique-of-the-usevalue-of-mathematics\(803ef8de-e500-4da1-89ff-9e00014c121f\).html](http://vbn.aau.dk/en/publications/an-ideology-critique-of-the-usevalue-of-mathematics(803ef8de-e500-4da1-89ff-9e00014c121f).html)>. Acesso em: 2 jun. 2013.
- PONTE, J. Concepções dos professores de matemática e processos de formação. In: Brown, M; Fernandes, D.; Matos, J. F.; Ponte, J. P. (Eds.). Educação e matemática: temas de investigação (p. 186-239). IIE e Secção de Educação e Matemática da SPCE: Lisboa, 1992.

REHDER, M. Faltam 246 mil docentes no nível médio. O Estado de São Paulo, São Paulo, 3 jul. 2007, p. A15.

SANTOS, M. P. 2012. Sindicalismo docente: o caso do Sepe Rio Bonito-RJ. Monografia (Graduação) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2012.

SCHWARTZMAN, S. A revolução silenciosa do ensino superior. 2000. Disponível em: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/pdf/nupes2000.pdf>>. Acesso em: 23 jan. 2007.

SINGH, S. O último teorema de Fermat: a história do enigma que confundiu as maiores mentes do mundo durante 385 anos. Rio de Janeiro: Ed. Record, 2004.

STEWART, I. Será que Deus joga dados? A nova matemática do caos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1991.

SOUSA, L. P.; PORTES, É. A. As propostas de políticas/ações afirmativas das universidades públicas e as políticas/ações de permanência nos ordenamentos legais. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos. Brasília, v. 92, n. 232, p. 516-541, set./dez. 2011.

UNICEF – FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA. Acesso, permanência, aprendizagem e conclusão da Educação Básica na idade certa – direito de todas e de cada uma das crianças e dos adolescentes. Brasília: UNICEF, 2012.

VARGAS, H. M. Represando e distribuindo distinção: o ensino superior no Brasil. 2008. Tese (Doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

ANEXO

Tabela

O último teorema de Fermat (2004)

Autor: Simon Singh. Tradução: Jorge Luiz Calife

Palavras, frases e/ou expressões e/ou trechos

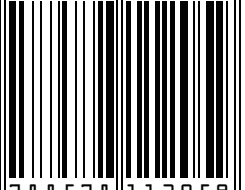
Extraordinário (M); Melhores matemáticos de nossa época (G); Santo Graal da matemática (R); A história do último teorema de Fermat é única (M); Uma das maiores histórias no campo da pesquisa científica e acadêmica (M); Jornais do mundo inteiro; Algo muito especial; Assunto que talvez apenas meia dúzia de pessoas em todo o mundo poderia compreender completamente (G); O monte Everest da teoria dos números (M); Ela é a linguagem da natureza (M/T); o trabalho de Hércules (M); Uma imagem extraordinária (M); Enigma (M); Uma das mais difíceis do mundo (G); O problema mais difícil da terra (G); Permaneceu inviolado (M); Infinitude de aplicações (T); Paixão (M); Uma das formas mais puras de pensamento (M/G); Parecem gente de outro mundo (M); os matemáticos odeiam fazer uma declaração falsa (G); Declarações formais precisam ser absolutas (M/G); Na matemática a meta é a prova absoluta (G); Uma vez que se tenha demonstrado alguma coisa, ela está provada para sempre, sem espaço para mudanças (M/G); Grande desafio (M); Receberia homenagens (M); Muitos campos complexos (G); Sua importância nunca diminui (M); Quebra-cabeças; Objetivo de sua vida (M); Uma capacidade de atenção e determinação que é difícil imaginar (G); Matemáticos excelentes (G); Ousado tentar (M); Exigiu todo o poder da matemática moderna (G); O problema mais difícil da matemática (G); Ampliar os horizontes da própria matemática (M/G); Colapso nervoso (M/G); Privacidade de seu gabinete (G); Reservado (G); Extraordinário (G); A saga do teorema de Fermat (M); Ano infernal (R); Desafio (M); difícil de ser compreendido pelo homem comum (M/G); Privilégio (M/G); Uma das maiores aventuras do pensamento humano (M); O coração de uma saga (M); Coragem, fraudes, astúcia e tragédia (M); Todos os grandes heróis da matemática (M); Natureza revolucionária da Irmandade Pitagórica (M/R); Luta para resolver o enigma (M/G); O enigma mais profundo da história da matemática (M/G); Personagem extraordinário (G); Brilhante descoberta (G); Obcecados (G); Preparados a sacrificar tudo (M); Acontecimentos extraordinários (M); Revolucionaram (M); Criatividade e heroísmo (M); Dificuldades (M); x, y e z erguem suas feias cabeças (M); A matemática é uma das disciplinas mais puras e profundas (M/G); Mundo fascinante (M); Mais importante conferência sobre matemática do nosso século (G); O mais famoso problema matemático do mundo (G); Um dos matemáticos mais talentosos de sua geração (G); Mentes jovens e brilhantes (G); Ritual diário (R); Glória (M); Prêmio mais cobiçado da matemática (M); Reunir os maiores intelectos do mundo (G); Os maiores especialistas do mundo (G); Campo altamente especializado (G); Desafiou as maiores mentes da história (M/G); Pitágoras está envolto em mito e na lenda (M); Idade de ouro da matemática (M); Gênio (G); Os números existem independentemente do mundo palpável (M); Descobrir verdades (M); Sempre produziam a resposta correta (M); Pitágoras tinha assimilado todo o conhecimento matemático do mundo conhecido (G); Morar em uma caverna (M); Homem de proporções hercúleas (M); Irmandade Pitagórica (R); Nunca revelaria ao mundo exterior qualquer uma de suas descobertas (M); Secreta (M); Mito (M); Estranhos rituais (M/R); Segredos espirituais (R); Perfeição numérica (M); Um de seus ídolos era o número (M/R); A cidade de Deus (R); Santo Agostinho (R); Perfeição do universo (M); Deus (R); Computadores (T); Ligação dos números com a natureza (M); Fenômenos naturais são governados por leis (M), e essas leis podem ser descritas por equações matemáticas (M); Por algum ato divino (R); Leis

matemáticas que governam um fenômeno físico (M/T); Os números aparecem em todo tipo de fenômenos naturais (M). Educação privilegiada (G); monastério franciscano (R); qualquer talento especial para matemática (G); pressões de sua família (M); elo vital (M); a população e o monarca; lidar com os casos mais graves (M); causou grande comoção (M); queimar na fogueira (M/R); sacerdote (M/R); condenado (M); executado (M); ascensão rápida (M); membro da elite (M/G); ambição (M/G); A praga (M); sobreviviam à doença (M); ocupar os lugares dos que tinham morrido (M); anunciar sua morte (M); perigos para saúde (M); sobreviver aos riscos da política (M); Cardeal (R); época de intrigas e tramas (M); maquinações do cardeal (M/R); estratégia (M); grandes ambições políticas (M); mandando sacerdotes para fogueira (R); verdadeiro estudioso amador (G); príncipe dos amadores (M/G); fora tão grande que deveria ser considerado profissional (G); idade das trevas (M/R); prestígio (M/G); isolado da pequena comunidade dos matemáticos (M/G); ordem mínima (R); monges e freiras (R); A natureza reservada dos matemáticos (M); especialistas em cálculos de todos os tipos (M/G); inventavam seus métodos (G); proteger a reputação (M); os únicos capazes de resolver certos problemas (G); natureza sigilosa da matemática (M); gênios secretos (M/G); padre Mersenne (R); lutar contra este costume de sigilo (M); o monge (R); cartas e documentos; comportamento ético (M/R); homem do clero (R); beneficiaria a humanidade (M); gentil monge (R); destruir a amizade (M); ofender a Igreja (R); defendeu Descartes dos ataques teológicos (M/R); viajou (M); divulgou as últimas descobertas (M); o último contato (M); se recusava a revelar suas demonstrações (M/G); reconhecimento público nada significava para ele (M); criar novos teoremas sem ser perturbado (G); o gênio tímido (G); travesso (M); para zombar deles (M); desafiava seus contemporâneos (M); fanfarrão (M); sofrer críticas invejosas (M); aqueles que julgavam conhecer alguma coisa (M/G); sacrificava a fama de modo a não ser distraído por picuinhas com seus críticos (M/G); jogo (M); vencedor (M); leva o dinheiro (M); mais justo (M); intuição e a experiência dos jogadores (M); as leis do acaso (M/G); questões mais sutis e sofisticadas (G); provocam controvérsias (M/G); o fracasso da intuição (M); sobrevivência do mais apto (M); ancestrais seguindo a trilha (M); ataque bem-sucedido (M); defender (M); ferindo o atacante (M); arriscada (M); talento (M/G); estrutura genética (M/T); explorar os incautos (M); regras essenciais que governam todos os jogos de azar (M/G); estabelecerem melhor estratégias (G); jogadas perfeitas (M/G); aplicação em uma série de situações, das especulações no mercado de ações à estimativa da possibilidade de ocorrer um acidente nuclear (T); usar suas teorias para justificar a crença em Deus (R); felicidade eterna (M); valor infinito (M); entrar no céu (R); vida virtuosa (M/R); de acordo com a definição de Pascal, a religião é um jogo de entusiasmo infinito (R); para os matemáticos, as quantidades tendem a ser coisas abstratas e intangíveis (M/G); revolucionaram a ciência (M/G); os matemáticos podiam absorver todo o conhecimento do mundo estudando em Alexandria (G); os Elementos, o livro-texto mais bem sucedido de toda a história (G); segundo maior best-seller mundial depois da bíblia (R); Irmandade Pitagórica (M/R); um gênio do século XVII (G); mentes mais sofisticadas (G); entusiasmo (M); beco sem saída (M); quebrar a cabeça (M); não conseguir nada (M); fracasso (M); O último teorema de Fermat tem essa história romântica incrível (M); os grandes matemáticos do passado (M/G); mais misterioso e desafiador ficava o problema (M/G); o trabalho do matemático mais prolífico de toda a história (G); um avanço na batalha contra Fermat (M); criar matemática é uma experiência misteriosa e dolorosa (M); o caminho até ele permanece enevoado (M); apavorado, temendo que cada passo possa estar levando sua argumentação na direção errada (M); existe o temor de que o caminho não exista (M); os matemáticos têm tentado provar o impossível (M/G); o mais notável exemplo seja o gênio do século XVIII, Leonhard Euler (G); tinha uma memória e uma intuição tão incríveis (G); era conhecido como a "encarnação da análise" (M/G); Euler calculava sem qualquer esforço aparente, como os homens respiram e as águias se sustentam nos ventos (M/G); filho de um pastor calvinista (R); talento prodígio (G); estudasse teologia (R); carreira na Igreja (R); estudar teologia e hebraico (R); lar do eminente clã dos Bernoulli (M/G); a mais

matemática das famílias, tendo produzido oito das mentes mais extraordinárias da Europa (G); o mais brilhante dos matemáticos (G); transformado no mais medíocre dos teólogos (M/R); abandonar o clero em favor dos números (R); nascido para calcular, não para pregar (M/R); desafiando uns aos outros (M); das órbitas dos planetas às trajetórias das balas de canhão (G/T); conceitos matemáticos e esotéricos (M/R); empregar as mentes mais brilhantes (G); escrever vários trabalhos num único dia (M/G); dignos de serem publicados (G); mesmo quando segurava um bebê com uma das mãos, a outra estava escrevendo uma demonstração num papel (M/G); Euler adquiriu a reputação de ser capaz de resolver qualquer problema que lhe fosse apresentado (M/G); um ateu convicto (R); convertendo os russos ao ateísmo (R); deter os esforços do agnóstico (R); prova algébrica para a existência de Deus (M/G/R); natureza de Deus e do espírito humano (R); natureza excêntrica de Euler (M/G); uma coisa particularmente extraordinária (M/G); usados para resolver qualquer equação concebível (M/G); O homem que criou mais matemática do que qualquer outro na história foi humilhado pelo desafio de Fermat (M/G); problema mais difícil do mundo (M/G); ciclope matemático (M); a perda de um dos olhos era um problema menor (M); determinado a não se entregar (M); antes de ser envolvido pela escuridão (M); sem se abalar (M); continuou trabalhando (M/G); sofreu um derrame fatal (M); a situação estava ficando desesperadora (M); a ponto de aceitar a derrota (M); mantivesse em segredo os detalhes do problema (M); ajudar a resgatar a demonstração defeituosa (M); depois de dias de esforços (M); entravam em território novo (M); tendo se aventurado mais longe do que antes e fracassado seguidamente (M); estavam no coração de um labirinto inimaginavelmente vasto (M); seu medo mais profundo era de que o labirinto fosse infinito e sem saída, condenando-os a vagarem sem fim e sem direção (M); um golpe terrível (M); a morte da conjectura (M); desmoronar (M); a mensagem era uma mentira (M); a obsessão de uma vida inteira (M); nada nunca mais significaria tanto (M); clímax (M); tendo sido levado à beira da derrota (M); reagira (M); mostrar sua genialidade ao mundo (G); mais dolorosos, mais humilhantes, o período mais deprimente (M); uma revelação brilhante (R); fim para seu sofrimento (M/R); em termos matemáticos a demonstração final é o equivalente a dividir o átomo ou encontrar a estrutura do DNA (G/T); um grande triunfo intelectual (G); revolucionou a teoria (M/G); Wiles unificara os mundo elípticos e modulares (G); uma realização espantosa (M/G); nova vida ao ambicioso projeto (M); levar a matemática para a próxima idade de ouro (M); a demonstração é uma obra-prima da matemática moderna (M); esta odisséia particular agora acabou (M).

Legenda: M (mítico), G(genialidade), R (religiosa), T(tecnológica).

ISBN 857811205-9



7 788578 112059