

ISSN 2318-2377



TEXTO PARA DISCUSSÃO Nº 495

**A DINÂMICA DO EMPREGO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA:
COMPORTAMENTO RECENTE (2006-2010)
E O EFEITO DE RESTRIÇÕES DE MÃO-DE-OBRA ESPECIALIZADA**

**Edson Paulo Domingues
Admir Antônio Betarelli Jr
Aline Souza Magalhães
Débora Freire Cardoso
Flaviane Souza Santiago
Glaucia Possas da Motta
Kênia Barreiro de Souza
Terciane Sabadini Carvalho**

Agosto de 2013

Universidade Federal de Minas Gerais

Clélio Campolina Diniz (Reitor)

Rocksane de Carvalho Norton (Vice-reitora)

Faculdade de Ciências Econômicas

Reynaldo Maia Muniz (Diretor)

Paula Miranda-Ribeiro (Vice-diretora)

Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar)

Hugo Eduardo Araújo da Gama Cerqueira (Diretor)

Cássio Maldonado Turra (Vice-diretor)

Simone Wajnman (Coordenadora do Programa de Pós-graduação em Demografia)

Frederico Gonzaga Jayme Jr. (Coordenador do Programa de Pós-graduação em Economia)

Eduardo Luiz Gonçalves Rios-Neto (Chefe do Departamento de Demografia)

Ana Maria Hermeto Camilo de Oliveira (Chefe do Departamento de Ciências Econômicas)

Editores da série de Textos para Discussão

Dimitri Fazito de Almeida Rezende (Demografia)

Gustavo Britto (Economia)

Secretaria Geral do Cedeplar

Maristela Dória (secretária-geral)

Simone Basques Sette (editoração)

<http://www.cedeplar.ufmg.br>

Textos para Discussão

A série de Textos para Discussão divulga resultados preliminares de estudos desenvolvidos no âmbito do Cedeplar, com o objetivo de compartilhar ideias e obter comentários e críticas da comunidade científica antes de seu envio para publicação final. Os Textos para Discussão do Cedeplar começaram a ser publicados em 1974 e têm se destacado pela diversidade de temas e áreas de pesquisa.

Ficha catalográfica

D583 A dinâmica do emprego na indústria brasileira : comportamento recente (2006-2010) e o efeito de restrições de mão-de-obra especializada / Edson Paulo Domingues ... [et al.]. - Belo Horizonte : UFMG/CEDEPLAR, 2013.

26 p. : il. - (Texto para discussão, 495)

Inclui bibliografia (p.25-26)

ISSN 2318-2377

1.Mão-de-obra - Brasil. 2.Mercado de trabalho - Brasil - 2006-2010. 3.Trabalhadores da indústria - Brasil. I.Domingues, Edson Paulo II.Universidade Federal de Minas Gerais. Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional. III.Título. IV.Série.

CDD: 331.11

Elaborada pela Biblioteca da FACE/UFMG - JN

084/2013

As opiniões contidas nesta publicação são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es), não exprimindo necessariamente o ponto de vista do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), da Faculdade de Ciências Econômicas ou da Universidade Federal de Minas Gerais. É permitida a reprodução parcial deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções do texto completo ou para fins comerciais são expressamente proibidas.

Opinions expressed in this paper are those of the author(s) and do not necessarily reflect views of the publishers. The reproduction of parts of this paper of or data therein is allowed if properly cited. Commercial and full text reproductions are strictly forbidden.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO E PLANEJAMENTO REGIONAL**

**A DINÂMICA DO EMPREGO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA:
COMPORTAMENTO RECENTE (2006-2010) E O EFEITO DE RESTRIÇÕES DE MÃO-DE-
OBRA ESPECIALIZADA ***

Edson Paulo Domingues

Professor Associado, Cedeplar e FACE-UFMG

Admir Antônio Betarelli Jr

Doutor em Economia, Pesquisador, Cedeplar/UFMG

Aline Souza Magalhães

Doutora em Economia, Pesquisadora, Cedeplar/UFMG

Débora Freire Cardoso

Doutoranda em Economia, Cedeplar/UFMG

Flaviane Souza Santiago

Doutoranda em Economia, Cedeplar/UFMG

Glaucia Possas da Motta

Doutoranda em Economia, Cedeplar/UFMG

Kênia Barreiro de Souza

Doutoranda em Economia, Cedeplar/UFMG

Terciane Sabadini Carvalho

Doutoranda em Economia, Cedeplar/UFMG

CEDEPLAR/FACE/UFMG

BELO HORIZONTE

2013

* Trabalho desenvolvido no NEMEA (Núcleo de Estudos em Modelagem Econômica e Ambiental Aplicada) do Cedeplar-UFMG, com o apoio da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), por meio do projeto de pesquisa “Subsídios para políticas comercial e industrial a partir de modelos econômicos de simulação”. As análises e opiniões neste

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. MODELO E BASE DE DADOS	9
3. SIMULAÇÕES E RESULTADOS	13
3.2. Simulações do cenário 2006-2010	15
3.2. Simulações de restrição na oferta de trabalho especializado	18
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	25

RESUMO

O comportamento recente da economia brasileira parece indicar que o crescimento da indústria se defronta com a dificuldade de contratação de mão-de-obra especializada, como técnicos e engenheiros. Essa escassez pode representar um obstáculo ao desenvolvimento do país. Este artigo analisa os efeitos da escassez de trabalho especializado na economia brasileira com especial atenção aos setores relacionados à indústria. Os resultados indicam o impacto expressivo da dinâmica do investimento na demanda por engenheiros e técnicos, e que restrições no crescimento da oferta dessa mão de obra pode afetar principalmente a indústria de bens de capital e de insumos intermediários, relevantes para um amplo conjunto de setores da economia.

Palavras-chave: emprego, indústria, escassez de mão-de-obra, equilíbrio geral computável

Classificação JEL: C68, J21

ABSTRACT

The recent behavior of the Brazilian economy seems to indicate that the industry growth runs up against the difficulty of hiring skilled labor, such as technicians and engineers. This shortage may pose an obstacle to the development of the country. This article analyzes the effects of the shortage of skilled labor in the Brazilian economy, with special attention in manufacturing related activities. The results indicate the significant impact of investment dynamics in the demand for engineers and technicians, and that restrictions on the growth of labor supply that may affect mainly the industry of capital goods and intermediate inputs, relevant to a wide range of sectors economy.

Keywords: employment, manufacturing, shortage of manpower, computable general equilibrium

1. INTRODUÇÃO

Os processos de globalização e abertura comercial que se intensificaram no início da década de 1990, trouxeram mudanças estruturais nos modos de produção e na composição da demanda por trabalho no Brasil. De acordo com Slaughter e Swagel (1997), a mais importante tendência do mercado de trabalho mundial foi o aumento da demanda por trabalho mais especializado em detrimento da demanda por trabalho menos especializado. Nos últimos anos, o ciclo de crescimento pelo qual passa a economia brasileira tem impulsionado a produção e repercutido no mercado de trabalho, trazendo à tona a discussão acerca da disponibilidade de mão-de-obra especializada para sustentar o crescimento. Em meio a esse debate, emergem termos como “escassez de mão-de-obra especializada” e especula-se a respeito de um possível “apagão” de pessoal técnico-científico¹, em especial, de engenheiros (NASCIMENTO *et al.*, 2010; POMPERMAYER *et al.*, 2011; MACIENTE e ARAÚJO, 2011).

Na última década, conforme destacam Nascimento *et al.* (2010), o mercado de trabalho brasileiro mostrou certo dinamismo, acompanhando a trajetória crescente do nível de atividade, expandindo os empregos de melhor qualidade, ao mesmo tempo em que reduzia o nível de informalidade. De acordo com o autor, a evolução da proporção de pessoas dispostas a obter emprego, que cresceu 3,2% a.a. entre 2002 e 2005 e 1,2% no triênio seguinte, e o aumento dos níveis de ocupação em 3,2% a.a. entre 2002 e 2005 e em 2,0% entre 2006 e 2008, são indicadores que corroboram a hipótese de que novos patamares se delineiam no nível geral de emprego. Além disso, durante esse período ocorreu incorporação mais intensa de trabalhadores entre 25 e 59 anos com mais de 11 anos de escolarização ao mercado. Dessa forma, em face de tantas mudanças que se associam às perspectivas e previsões de crescimento para a economia brasileira, seria natural a preocupação com uma relativa escassez de mão-de-obra.

Para alguns autores como Pompermayer *et al.* (2011) seria razoável supor que um “apagão” de pessoal técnico-científico, conforme destacado por Teitelbaum (2004), seria sinalizado por pelo menos dois indicadores de mercado: *i)* forte pressão para cima nos salários reais; e *ii)* baixas taxas de desemprego – consideradas em *i)* e *ii)* as ocupações que exijam nível de escolaridade semelhante. Considerando o mecanismo de preços da economia, maiores salários atrairiam maior interesse dos jovens por essas profissões e o problema da escassez tenderia a se reduzir. Contudo, no caso dos engenheiros, não constitui tarefa corriqueira precisar o grau de competitividade desse mercado, sobretudo porque a potencial substituição entre profissionais com diferentes habilitações é, em certa medida, limitada, principalmente quando são necessárias especialidades de oferta mais restritas, como engenharia naval, telecomunicações e geologia (POMPERMAYER *et al.*, 2011).

Os receios de potenciais apagões de mão-de-obra costumam decorrer de projeções futuras de demanda (FREEMAN, 2007; TEITELBAUM, 2004), ainda que também existam estudos realizados para áreas específicas² e pesquisas de campo que procuram retratar a situação atual segundo a visão do empresariado, como em pesquisas recentes da Confederação Nacional da Indústria (CNI, 2011).

¹ Araújo *et al.* (2009) denominam como pessoal técnico-científico: pesquisadores, engenheiros, diretores e gerentes de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e profissionais ‘científicos’.

² Estimativas, nesse sentido, já são realidade na área de tecnologia da informação (Villela, 2009) e para projetos de engenharia para produtos de transporte marítimo (Barros, 2004).

Esse estudo se baseou em uma pesquisa de campo com 1.616 empresas brasileiras, sendo 931 pequenas, 464 médias e 221 grandes, em janeiro de 2011, a respeito da escassez de trabalho especializado na indústria e de seus possíveis impactos. Os resultados dessa pesquisa de opinião com o empresariado brasileiro revelaram que, em média, 69% das empresas industriais consultadas depararam-se com dificuldades para encontrar trabalhadores especializados, sendo as empresas de pequeno e médio porte as mais prejudicadas. A área de produção foi a mais afetada, uma vez que 94% dessas empresas relataram dificuldades em encontrar técnicos, 82% em encontrar operadores e 61% evidenciaram a falta de engenheiros especializados. Em 25 dos 26 setores da indústria de transformação considerados na pesquisa, pelo menos a metade das empresas enfrenta a falta de trabalhador especializado, sendo os setores Vestuário, Outros equipamentos de transporte, Limpeza e perfumaria e Móveis aqueles em que o problema foi mais comum. Nesses setores, o percentual de empresas com dificuldades em encontrar mão-de-obra especializada superou o patamar de 80%.

Por outro lado, entre os estudos que procuraram realizar projeções de demanda e oferta futuras por engenheiros para diferentes cenários de crescimento econômico, como em Nascimento *et al.* (2010), Pereira e Araújo (2011) e Maciente e Araújo (2011), a visão prevalecente, tendo como horizonte o ano de 2020 e 2022, é que não se vislumbra uma escassez generalizada, a não ser que o país cresça a taxas maiores que 5%.

Contrastando dados de requerimento técnico³ por engenheiros com dados dos egressos dos cursos de engenharia⁴, no período de 2003 a 2008, Nascimento *et al.* (2010) estimam o estoque total de engenheiros graduados no ano de 2008 para a economia brasileira. Os autores ressaltam que, para um crescimento real acumulado do PIB de 26,5%, o requerimento técnico por engenheiros, arquitetos e profissionais correlatos no Brasil aumentou em 51,6%⁵ entre 2003 e 2008, sendo um possível indicativo de que se trata de uma categoria profissional fortemente demandada em períodos de maior crescimento econômico. O número⁶ de egressos dos cursos de engenharia também apresentou forte expansão no período, apresentando crescimento acumulado de, grosso modo, 106%. O estoque total estimado de engenheiros graduados para o ano de 2008 foi de 750 mil profissionais, frente a um requerimento observado total de 211.713 profissionais.

Isto posto, os autores chamam a atenção para um aspecto importante do mercado de trabalho dos engenheiros: nem todos os diplomados em engenharia vêm a ocupar no mercado de trabalho funções típicas da profissão. Para cada dois graduados em engenharia trabalhando atualmente com carteira assinada em ocupações típicas de sua formação, há outros cinco em uma das seguintes situações: exercem outras ocupações; estão desempregados; exercem atividades como profissionais não assalariados; emigraram para outros países; ou estão simplesmente fora do mercado de trabalho (NASCIMENTO *et al.*, 2010). Portanto, enfatizam que sempre haverá um estoque maior de

³ Nascimento *et al.* (2010) interpretam “requerimento técnico” como a quantidade de profissionais com esta competência profissional requerida tecnicamente para atender a um determinado nível de produção. Difere, pois, do conceito de demanda, que se refere à quantidade de profissionais que seriam empregados a um determinado nível de salários.

⁴ O Censo da Educação Superior define como Engenharia as áreas de formação pertencentes ao grupo Engenharia, Produção e Construção (INEP, 2011).

⁵ O dado de emprego foi obtido a partir da Relação Anual de Informações Sociais fornecida pelo Ministério do Trabalho e Emprego (Rais/MTE).

⁶ Dados do Censo da Educação Superior.

engenheiros formados do que o de trabalhadores cuja ocupação seja típica de engenheiro para atender as demandas em outros segmentos da estrutura de emprego.

Considerando essa restrição, Nascimento *et al.* (2010) ainda realizam projeções sobre a oferta e demanda por engenheiros até o ano de 2020 em três cenários distintos de crescimento econômico, com taxas de crescimento de 3%, 5% e 7% a.a., respectivamente. Os resultados apontam que, se a proporção atual de engenheiros que não trabalham na área fosse mantida, haveria escassez desses profissionais em todos os cenários, contudo, com a elevação dos salários, os engenheiros que estivessem fora do mercado ou em outras funções seriam atraídos e, portanto, não se poderia falar em escassez, considerando a taxa de crescimento intermediária. Ou seja, os novos egressos em engenharia adicionados ao estoque atual de profissionais deste grupo seriam suficientes para sustentar a demanda por esse tipo de qualificação.

Por sua vez, Pereira e Araújo (2011), realizaram projeções para a oferta futura de engenheiros e profissionais afins até o ano de 2020, considerando diferentes ritmos de expansão no número de concluintes em cursos de ensino superior nestas áreas. Os resultados apontam que o mercado de trabalho brasileiro poderá contar, em 2020, com um estoque entre 1,5 e 1,8 milhão de pessoas formadas em engenharias – por instituições brasileiras de ensino superior – aptas a atuar em ocupações típicas da área. Os autores ressaltam algumas limitações de seu estudo, principalmente relacionadas às alterações no regime previdenciário, não consideradas no trabalho.

Realizando projeções para a demanda por esse tipo de profissional, também para 2020, Maciente e Araújo (2011) desagregam sua análise para os setores econômicos. Os resultados mostram situação mais crítica no que tange a uma relativa escassez de engenheiros para os setores de extração mineral (incluindo petróleo e gás), construção e infraestrutura. Portanto, salientam a relevância das análises setoriais quando se pensa em escassez de mão-de-obra. Essa é uma premissa importante na análise do impacto de restrições da oferta de trabalho especializado, pois a utilização dessa mão-de-obra varia consideravelmente entre setores da indústria, devido a características tecnológicas de produção distintas.

Parece haver um consenso entre os estudos de que a hipótese de escassez de engenheiros e de um possível “apagão” deve ser vista com cuidado, no entanto, é premente a necessidade de um olhar atento para o ritmo de formação destes profissionais na economia brasileira. Nesse sentido, os trabalhos ressaltam a necessidade de melhorias na educação básica, para que os alunos desenvolvam maiores habilidades em relação às disciplinas exigidas em um curso de engenharia e sintam-se mais atraídos pela profissão. Outra preocupação é o avanço da qualidade das Universidades, pois a criação de um maior número de vagas sem o respectivo cuidado com a qualidade dos cursos não resolveria o problema de escassez.

A partir dos elementos acima, pode-se argumentar que o crescimento do emprego e do nível de atividade no Brasil pode esbarrar na recente dificuldade de contratação de mão-de-obra especializada, como relatam diversos setores industriais e empresas. Essa relativa escassez de trabalho pode representar um obstáculo ao desenvolvimento econômico do país e minorar os impactos benéficos de conjunturas favoráveis de crescimento e oportunidades de investimento. Nesse sentido,

tornam-se relevantes estudos que procurem avaliar os possíveis impactos que uma limitação de mão-de-obra especializada imporia à economia brasileira.

Este artigo emprega um modelo de equilíbrio geral computável especialmente configurado para analisar efeitos da escassez de trabalho especializado nas trajetórias de crescimento da economia brasileira e dos setores industriais. O artigo está organizado em mais três seções, além desta introdução. A seção 2 apresenta o modelo e a base de dados utilizada na análise do problema em tela. A seção 3 discute as simulações e os resultados obtidos. A seção 4 tece as considerações finais.

2. MODELO E BASE DE DADOS

A Tabela 1 resume a utilização de trabalhadores por ocupação em três setores econômicos amplos, para uma análise comparativa. Os dados referem-se a 2010 e foram obtidos a partir das informações da RAIS. Os números revelam a concentração da utilização de engenheiros na indústria (62%), e de Técnicos no setor de serviços (61%). O setor de serviços também concentra a utilização de Diretores e Gerentes, embora a participação destes no uso de trabalho seja inferior a 6% dos pagamentos do setor. Por sua vez, a remuneração de Técnicos representa 10,7% dos pagamentos de trabalho da indústria, e a de Engenheiros, cerca de 4%.

TABELA 1
Distribuição das Ocupações por Setor de Atividade, Brasil, 2010

Setor	Ocupação					
	Remuneração do Trabalho (R\$ milhões)					
	Engenheiros	Técnicos	Diretores	Gerentes	Outros	Total
Agropecuária	314	1.108	213	1.429	42.239	45.302
Indústria	9.501	22.752	3.700	14.572	161.609	212.134
Serviços	5.423	37.034	9.177	29.308	517.966	598.908
Total	15.238	60.894	13.090	45.309	721.813	856.344
Distribuição por setor						
	Engenheiros	Técnicos	Diretores	Gerentes	Outros	Total
Agropecuária	0,7	2,4	0,5	3,2	93,2	100,0
Indústria	4,5	10,7	1,7	6,9	76,2	100,0
Serviços	0,9	6,2	1,5	4,9	86,5	100,0
Total	1,8	7,1	1,5	5,3	84,3	100,0
Distribuição por ocupação						
	Engenheiros	Técnicos	Diretores	Gerentes	Outros	Total
Agropecuária	2,1	1,8	1,6	3,2	5,9	5,3
Indústria	62,4	37,4	28,3	32,2	22,4	24,8
Serviços	35,6	60,8	70,1	64,7	71,8	69,9
Total	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 2 apresenta o uso de trabalho nos setores industriais em termos do total de remunerações pagas em cada setor. Pode-se observar que a proporção de salários pagos a engenheiros em relação ao total é alta, em especial, nos setores de Refino de Petróleo e Coque e na extração de Petróleo e Gás Natural, nos quais os salários para engenheiros (assim como para os demais trabalhadores de alta qualificação) estão acima da média do restante da economia.

Por sua vez, os técnicos são mais demandados na indústria de produtos farmacêuticos e na extração de Petróleo e Gás Natural, cuja participação no total de remunerações pagas chega a 21,37 e 10,94%, respectivamente. Para diretores e gerentes há maior homogeneidade na distribuição de remunerações entre os setores, mas possuem participação acima da média em atividades como Produtos Farmacêuticos, Produtos e Preparos de Químicos Diversos e Defensivos Agrícolas, entre outras.

Estes dados reafirmam a necessidade de uma análise setorial no estudo da demanda por trabalho especializado, pois existem características tecnológicas distintas entre os setores industriais que se refletem no uso das ocupações. Além disso, os setores não podem ser tomados de forma isolada, pois repercussões de escassez de trabalho especializado se difundem pelas cadeias produtivas e afetam todos os setores da economia. Assim, uma análise em equilíbrio geral torna-se particularmente adequada, pois a inter-relação setorial é tomada explicitamente, além das características diferenciadas do uso de trabalho pelos setores.

O modelo de equilíbrio geral computável (EGC) utilizado neste trabalho está calibrado para o ano de 2005, utilizando as informações mais atuais das matrizes de insumo-produto disponibilizadas pelo IBGE. Para este trabalho, o modelo foi configurado para 60 setores, 117 produtos, cinco componentes da demanda final (consumo das famílias, consumo do governo, investimento, exportações e estoques), dois elementos de fatores primários (capital e trabalho, este último subdividido em cinco ocupações) e dois setores de margens (comércio e transportes). Algumas características do modelo são importantes para sua utilização na temática do uso de trabalho especializado. O fator trabalho foi desagregado em cinco ocupações: engenheiros, técnicos, gerentes, diretores e demais ocupações⁷.

A especificação do modelo se baseia na tradição australiana em modelos EGC, principalmente nos modelos ORANI (DIXON *et al.*, 1982) e MONASH (DIXON e RIMMER, 2002). Especialmente importantes são os elementos de dinâmica recursiva presentes no modelo, tanto no mecanismo de acumulação do estoque de capital como no ajuste do mercado de trabalho, que apresenta certa inércia no comportamento dos salários e do emprego.⁸ Neste trabalho, é de particular interesse a especificação da função de produção dos setores e o uso do fator trabalho por ocupação.

⁷ Além disso, cinco tipos de tributos (IPI, ICMS, COFINS, INSS e FGTS) estão especificados individualmente, incidindo sobre fluxos de compras (IPI, ICMS), remuneração do trabalho (INSS e FGTS) e produção (COFINS). Esta especificação da base de dados e da estrutura teórica do modelo permite projetar políticas de desoneração de impostos por tributo, setor e tipo de trabalho por ocupação.

⁸ Modelos EGC com dinâmica recursiva não são novos na literatura brasileira. Ver, por exemplo, Domingues *et al.* (2010), Hasegawa (2003), Haddad e Domingues (2001) e Fochezato e Souza (2000).

TABELA 2
Participação das ocupações na remuneração do trabalho por setor industrial, Brasil, 2005

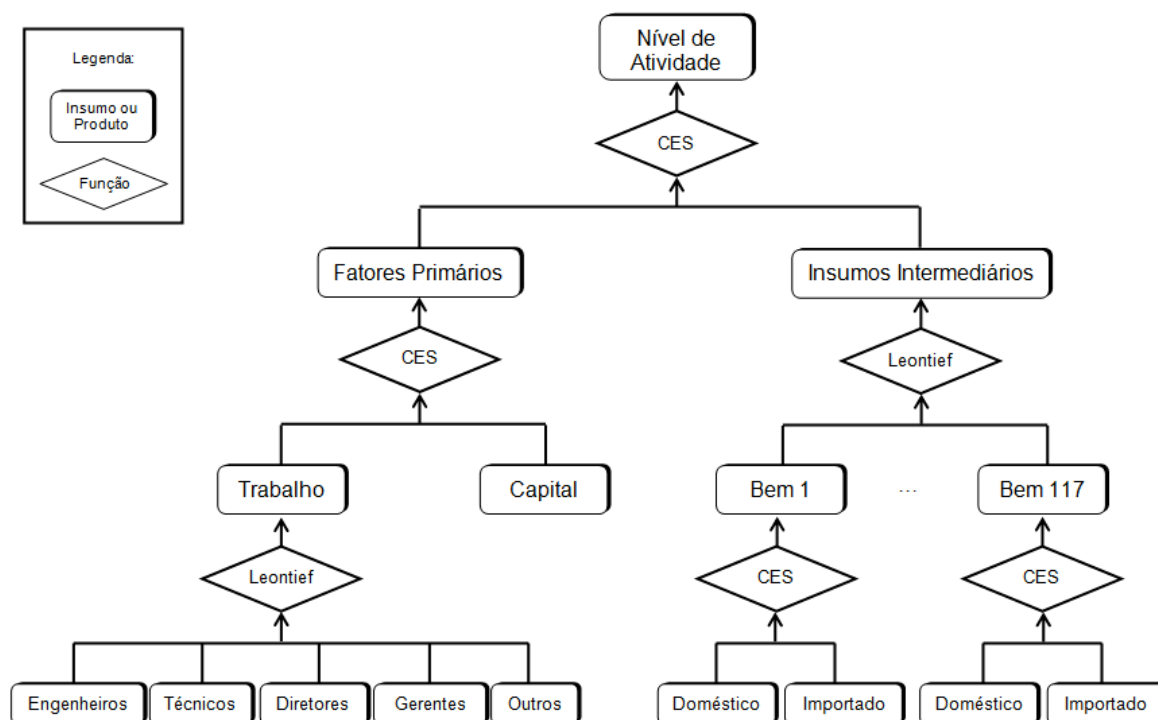
Setor	Engenheiros	Técnicos	Diretores	Gerentes	Outros
Petróleo e gás natural	15,3	21,7	1,2	5,6	56,3
Minério de ferro	9,5	18,3	4,4	13,2	54,6
Outros da indústria extrativa	4,4	10,0	1,6	6,3	77,7
Alimentos e Bebidas	0,8	5,9	1,5	6,9	84,8
Produtos do fumo	0,4	16,1	2,4	19,9	61,2
Têxteis	0,4	6,1	1,4	5,3	86,7
Artigos do vestuário e acessórios	0,1	2,7	0,3	4,3	92,7
Artefatos de couro e calçados	0,1	3,0	0,3	3,0	93,6
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,6	3,2	0,9	5,2	90,0
Celulose e produtos de papel	2,2	11,3	2,7	9,9	73,9
Jornais, revistas, discos	0,3	7,7	2,8	7,8	81,3
Refino de petróleo e coque	30,3	14,5	0,3	1,0	54,0
Álcool	1,9	5,1	1,2	3,4	88,4
Produtos químicos	7,0	14,9	3,7	15,5	58,9
Fabricação de resina e elastômeros	7,2	19,4	3,8	12,5	57,0
Produtos farmacêuticos	1,1	32,1	5,1	18,6	43,1
Fab. de mat. médicos, hosp. e odont.	3,0	19,1	4,9	16,2	56,7
Defensivos agrícolas	6,9	18,8	4,5	18,6	51,1
Perfumaria, higiene e limpeza	1,3	10,6	2,9	12,1	73,2
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	1,8	17,1	3,6	13,4	64,1
Produtos e preparados químicos diversos	3,4	14,4	5,1	18,4	58,8
Artigos de borracha e plástico	1,4	10,5	1,7	7,1	79,2
Cimento	4,4	18,3	3,1	13,5	60,8
Outros prod. de minerais não-metálicos	1,2	5,4	1,1	5,5	86,7
Fabricação de aço e derivados	6,0	17,8	2,5	8,4	65,2
Metalurgia de metais não-ferrosos	3,5	11,4	1,8	6,3	77,0
Prod.de metal –excl. máq. e eq.	1,7	8,4	1,0	4,7	84,2
Máquinas e eq., incl. manut. e reparos	4,3	12,4	1,9	7,8	73,6
Eletrodomésticos	3,9	11,8	1,8	5,9	76,5
Máq. para escritório e eq. de informática	4,1	14,8	3,6	12,9	64,7
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	6,9	12,1	2,6	11,2	67,2
Mat. eletrônico e eq. de comunicações	6,9	15,5	2,7	10,5	64,5
Ap./inst. médico-hosp., medida e óptico	4,4	14,8	3,1	10,8	66,9
Automóveis, camionetas e utilitários	9,9	9,8	2,4	6,5	71,4
Caminhões e ônibus	5,5	18,2	1,9	5,2	69,2
Peças e aces. para veículos automotores	3,8	11,7	2,2	6,3	76,0
Outros equipamentos de transporte	12,1	13,5	1,9	6,4	66,1
Móveis e prod. das indústrias diversas	0,3	4,2	0,8	5,6	89,1
Eletric. e gás, água, esgoto e limp. urbana	10,8	15,5	1,6	4,6	67,5
Construção	4,9	6,9	0,5	2,5	85,1
Total da Indústria	4,5	10,7	1,7	6,9	76,2

Fonte: Elaboração própria

A Figura 1 apresenta a estrutura da função de produção dos setores. Os setores produtivos minimizam custos de produção sujeitos a uma tecnologia de retornos constantes de escala, em que a combinação de insumos intermediários e fator primário (agregado) são determinados por coeficientes fixos (Leontief). Na composição dos insumos há substituição via preços entre produto doméstico e importado, por meio de funções de elasticidade de substituição constante (CES).

Na composição dos fatores primários também há substituição via preço entre capital e trabalho (agregado) por funções CES. O fator trabalho é uma composição dos cinco tipos de ocupação, em proporções fixas (Leontief). Assim, não ocorre substituição entre tipos de ocupação via preços; o uso de qualquer ocupação varia proporcionalmente à utilização do fator trabalho. Esta especificação se justifica, pois não há na literatura informações sobre a possibilidade de substituição entre engenheiros e técnicos no processo produtivo. Além disso, o mais natural é que esta composição seja mantida fixa mesmo com alterações de preço relativo do trabalho, ou alterações no nível de atividade do setor.

FIGURA 1
Estrutura hierárquica da função de produção setorial



Fonte: Elaboração própria

Nos demais aspectos do modelo, a especificação segue o padrão em modelos EGC. A demanda das 10 famílias representativas, classificadas por *decil* de renda, é especificada a partir de funções de utilidade não-homotéticas Stone-Geary (PETER *et al.*, 1996). Essa especificação divide o consumo dos bens e serviços em parcelas de “luxo” e “subsistência”, reservando uma parcela fixa do gasto em subsistência e uma parcela residual em “gasto de luxo”, o que permite que modificações na

renda causem modificações diferenciadas no consumo dos produtos, daí seu caráter não-homotético. Na composição do consumo do produto entre doméstico e importado, utilizam-se funções de elasticidade de substituição constante (CES).

As exportações setoriais respondem a curvas de demanda negativamente associadas aos custos domésticos de produção e positivamente afetadas pela expansão exógena da renda internacional, adotando-se a hipótese de país pequeno no comércio internacional. O consumo do governo é tipicamente exógeno, podendo estar associado ou não ao consumo das famílias ou à arrecadação de impostos. Os estoques se acumulam de acordo com a variação da produção.

O investimento e o estoque de capital seguem mecanismos de deslocamento intersetorial e de acumulação a partir de regras pré-estabelecidas, associadas a taxas esperadas de retorno e de depreciação do estoque de capital. Assim, setores com elevação na taxa esperada de retorno, calculada endogenamente, atraem investimento. Este investimento realizado no período t gera o estoque de capital no período $t + 1$ por meio de uma regra padrão de acumulação, a partir do estoque de capital inicial descontado da depreciação.

O mercado de trabalho também apresenta um elemento de ajuste intertemporal, que envolve as variáveis como o salário real, emprego atual e emprego tendencial por ocupação. Nesse mecanismo, o salário real se eleva relativamente ao cenário tendencial, sendo a taxa proporcional ao desvio entre o crescimento da oferta de trabalho e do emprego. O ajuste do salário real a esse *gap* entre oferta e demanda de trabalho é controlado por um parâmetro de ajustamento. No presente modelo este parâmetro foi calibrado de forma que o desvio do emprego decorrente de choque na economia é eliminado em aproximadamente 10 anos. Na próxima sessão, são apresentadas as simulações com o modelo.

3. SIMULAÇÕES E RESULTADOS

Os mecanismos de dinâmica recursiva permitem a utilização explicitamente temporal do modelo EGC, em que as variáveis endógenas se ajustam ao longo do período de análise após um choque inicial, como uma restrição de oferta de trabalho para uma ocupação específica. No caso deste trabalho, são apresentadas três simulações. A primeira é um cenário macroeconômico observado de 2006 a 2010; a segunda um cenário de restrição na oferta de trabalho de Engenheiros; e a terceira uma restrição na expansão da oferta de trabalho de Técnicos. Os objetivos dessas simulações são projetar o comportamento de uso do fator trabalho no cenário econômico recente (2006-2010) e como as restrições de oferta de trabalho em ocupações especializadas (Técnicos e Engenheiros) impactam na economia brasileira, em especial nos setores industriais, em um cenário 2011-2020. As demais ocupações utilizadas no modelo (diretores e gerentes) não serão foco de análise neste trabalho por representarem especialidades mais heterogêneas e relativamente menos utilizadas pelos setores industriais.

Nas simulações de restrição de oferta de trabalho especializado, os resultados representam um desvio em relação ao cenário de referência para o período 2011-2020. Esse cenário estabelece uma

taxa de crescimento de 4,5% para a economia brasileira, homogênea para todos os setores de atividade e variáveis reais da economia, inclusive na oferta de todos os tipos de trabalho. Assim, não há deslocamento relativo da produção entre setores, nem alterações de preços relativos. Com a inclusão dos choques de restrição de oferta de trabalho, o modelo pode calcular o impacto desse fenômeno nos setores e nos agregados macroeconômicos. Todas as simulações foram realizadas no *software* RunDynam⁹. O Quadro 1 resume as simulações realizadas com o modelo.

QUADRO 1
Resumo das simulações

Simulações	Fechamento	Choques	Período
Cenário 2006-2010	Base	Agregados observados: PIB, Consumo das Famílias, Exportações e Investimento.	2006-2010
Cenário 2011-2020	Base	Cenário homogêneo: PIB, Consumo das Famílias, Investimento e Importações crescem 4,5% a.a.	2011-2020
Restrição em Engenheiros	Política	Queda na oferta de engenheiros de 0,5% a.a. em relação ao cenário base.	2011-2020
Restrição em Técnicos	Política	Queda na oferta de técnicos de 0,5% a.a. em relação ao cenário base.	2011-2020

Fonte: Elaboração própria

Na operacionalização de modelos EGC uma questão relevante são suas hipóteses de simulação, ou o conjunto de variáveis exógenas e endógenas, problema conhecido como “fechamento” do modelo. Com a especificação de dinâmica recursiva, dois problemas usuais de fechamento, oferta de trabalho e de capital, são resolvidos pelas especificações de ajuste no mercado de trabalho e de acumulação de capital.

Explorando a capacidade recursiva do modelo, a análise é efetuada a partir de dois fechamentos: base e de política. O fechamento base estabelece um conjunto de choques e uma escolha de variáveis endógenas de forma a reproduzir um cenário de referência para a análise. O fechamento de política estabelece as variáveis endógenas e exógenas relativas ao cenário base, além dos choques da política ou fenômeno econômico em análise (no caso, a restrição de oferta de trabalho especializado). Os choques de política se referem ao cenário referencial em determinado ano, e causam desvios nas variáveis endógenas tanto no ano inicial como posteriormente, efeito desencadeado pelas alterações de preços relativos e quantidades reais no ano inicial e aos mecanismos recursivos (acumulação de capital e ajuste no mercado de trabalho).

⁹ O *RunDynam* é um aplicativo customizado do *Gempack* 10.0 (Harrison e Pearson, 2002) para simulações de dinâmica recursiva e modelos intertemporais. Maiores detalhes em <http://www.monash.edu.au/policy>. Na versão utilizada neste trabalho, o modelo condensado utilizado aqui possui 3430 equações e 8775 variáveis.

3.2. Simulações do cenário 2006-2010

O primeiro conjunto de simulações refere-se ao quadro macroeconômico observado entre 2006 e 2010. Aproveitando as características de dinâmica recursiva do modelo, estabelecemos um fechamento de cenário que permite decompor, para todas as variáveis econômicas do modelo, as repercussões do cenário macroeconômico observado. O foco são os resultados setoriais para a indústria e a utilização de trabalho por ocupação. Este exercício de simulação procura utilizar a estrutura do modelo EGC para explicitar como os condicionantes macroeconômicos repercutem na dinâmica da utilização dos diferentes tipos de trabalho na economia e nos setores industriais. Este exercício difere de estudos econométricos, pois toma explicitamente a relação intersetorial e os condicionantes macroeconômicos. Por outro lado, a aderência estatística das simulações não está garantida, uma vez que se trata de um modelo puramente determinístico.

Assim, os números da Tabela 3 representam tanto aspectos do cenário macroeconômico observado no período como o vetor de choques em variáveis exógenas do modelo EGC no fechamento base. Para cada variável exógena, uma variável endógena é escolhida, de forma que o cenário possa ser efetivamente simulado no modelo.

TABELA 3
Indicadores macroeconômicos, Brasil 2006-2010 (var % real a.a.)

Variáveis	2006	2007	2008	2009	2010
PIB	3,96	6,09	5,14	-0,19	7,51
Consumo das Famílias	5,20	6,30	5,38	4,05	7,00
Investimento	10,41	13,96	16,96	-17,51	21,80
Consumo do Governo	2,58	4,73	5,64	3,69	3,30
Exportações	3,31	5,50	-2,46	-10,79	11,50
Importações	6,87	8,24	22,01	-10,54	36,20

Fonte: IBGE, IPEA e FUNCEX.

Diante dos indicadores observados entre 2006 e 2010, nota-se que a crise financeira desencadeada a partir do segundo semestre de 2008 significou uma inflexão da trajetória de crescimento da economia brasileira, que entre 2006 e 2008 cresceu a uma taxa média anual de cerca de 5%. O crescimento do PIB em 2009 foi negativo, -0,19%, com forte retração dos investimentos (-17,51%). Os números mostram que o consumo das famílias e do governo foram os componentes menos afetados pela crise, com taxas de crescimento de 4,05% e 3,69%, respectivamente, embora a base de comparação para estes componentes é menor, dado que apresenta um crescimento menos dinâmico frente o período de 2006 a 2008. Em 2010 a economia se recuperou, com expansão de 7,5% do PIB, impactado expressivamente pela expansão do investimento (21,8%).

O comportamento dos componentes do PIB ao longo do período 2006-2010 impacta de forma diferenciada no nível de atividade setorial, condicionado pela composição da demanda setorial, pelas cadeias produtivas, modificações de preços relativos e intensidade no uso de fatores produtivos. A

vantagem do uso de um modelo EGC é que estes aspectos são tomados explicitamente, na base de dados e na especificação do modelo, para o resultado do impacto do cenário sobre a atividade econômica setorial, e, por conseguinte no uso dos fatores produtivos, como a mão-de-obra de Engenheiros e Técnicos. Assim, o entendimento das projeções do uso destes tipos de trabalho no cenário 2006-2010 deve partir da análise dos resultados setoriais, em termos de quais setores foram mais (e menos) dinâmicos no período.

O cenário macroeconômico, seu impacto setorial, e as relações nas cadeias produtivas determinam o resultado do cenário sobre o uso de trabalho por ocupações, apresentado na Tabela 4. Em geral, o uso de Engenheiros cresceria acima da média das demais ocupações, principalmente em 2010 (11,6%). A composição do investimento e seu crescimento mais acelerado nestes anos explicam este resultado: setores intensivos na composição do investimento e que utilizam mais engenheiros em sua produção (tais como construção civil e bens de capital) apresentariam um aumento maior no nível de atividade. Logo, o aquecimento no nível de atividade destes setores implicaria maior crescimento projetado de emprego para esta ocupação. O ano de 2009, como esperado, destoa dos demais em razão da crise econômica, verificando-se uma queda expressiva do uso de engenheiros no ano (-8,3%), também condicionado pela retração do investimento.

TABELA 4
Expansão do PIB e projeções de emprego por ocupação (var % a.a.)

Variável	2006	2007	2008	2009	2010
PIB	3,8	6,0	5,1	-0,2	7,5
Emprego Técnicos	6,5	7,4	5,8	-1,4	8,4
Emprego Engenheiros	7,9	8,9	6,3	-8,3	11,6
Emprego Diretores	5,7	6,7	5,3	1,0	6,8
Emprego Gerentes	6,2	7,3	5,3	-1,3	8,7
Emprego Outros	6,1	7,0	6,7	0,4	6,8
Emprego Total	6,1	7,1	6,5	0,1	7,1

Fonte: Resultados das simulações

Na utilização de técnicos, as oscilações no cenário de emprego (Tabela 4) se devem ao comportamento do PIB, além da participação das ocupações nos setores do modelo. Dessa forma, espera-se que as variações no uso de técnicos na economia sejam mais intensas quando setores com maior participação relativa dessa ocupação apresentem crescimento mais vigoroso. Em geral, na folha de pagamento do setor industrial existe uma predominância de técnicos (conforme a Tabela 2, uma média de 10,7%). Essa maior dispersão do uso de técnicos tende a suavizar o impacto do ciclo econômico na utilização desse tipo de trabalho, o que não ocorre com Engenheiros, muito concentrado em alguns setores e estes particularmente influenciados pela dinâmica do investimento. Os anos de 2008 e 2009 registraram quedas no nível de atividade e, por consequência, uma retração maior na utilização de técnicos, o que explica o resultado agregado de menor expansão desta categoria vis-à-vis aos engenheiros.

A fim de sintetizar os resultados acima, foram calculadas “elasticidades implícitas” de cada ocupação, isto é, a relação entre a variação do emprego e a variação do PIB (Tabela 5). Em geral, as elasticidades são superiores a um. Os resultados indicam ainda, que em média a variação de pessoal empregado para a ocupação de engenheiros é maior do que a expansão do PIB e, principalmente, mais expressiva se comparado às demais ocupações (1,6 contra 1,3 e 1,2). A tabela não apresenta o ano de 2009, pois parece que este cálculo não é apropriado: a elasticidade de engenheiros seria próxima a 40 nesse ano. Os resultados sugerem que uma associação simples entre PIB e demanda por trabalho especializado é inadequada em anos atípicos, e que se deve observar com cuidado a composição do crescimento do PIB nessa relação com o uso de trabalho.

TABELA 5
Elasticidades implícitas do emprego por ocupação em relação ao PIB
(variação % do emprego/ variação % do PIB)

Tipo de ocupação	Elasticidades Implícitas				
	2006	2007	2008	2010	Média
Emprego Técnicos	1,7	1,2	1,1	1,1	1,3
Emprego Engenheiros	2,1	1,5	1,2	1,5	1,6
Emprego Diretores	1,5	1,1	1,0	0,9	1,1
Emprego Gerentes	1,6	1,2	1,0	1,2	1,3
Emprego Outros	1,6	1,2	1,3	0,9	1,2
Agregado	1,6	1,2	1,3	0,9	1,3

Fonte: Resultados das simulações

Os resultados setoriais do cenário para a indústria, apresentados na Tabela 6, ajudam o entendimento do impacto observado no uso de trabalho especializado. Foram selecionados os 10 setores com maior impacto do cenário e os 10 setores com menor impacto. Os setores relacionados mais diretamente ao investimento da economia são os que mais flutuam ao longo dos anos (Máquinas, Construção e Cimento). Nota-se também que os setores intensivos no uso de técnicos têm comportamento favorável ao longo do cenário, como Automóveis, Fabricação de Aço e Farmacêuticos. Alguns setores industriais, menos intensivos em trabalho de técnicos e engenheiros (couro e calçado, borracha e plástico e produtos da madeira) acompanham de perto o comportamento da trajetória do PIB. A exceção ocorre no ano de 2008, período que mostra um grande efeito negativo sobre a atividade de tais setores, o que se explica pelo significativo crescimento das importações (22%) no mesmo período, aumentando a competição no mercado interno para esses setores industriais.

TABELA 6
Resultados selecionados de setores da indústria – nível de atividade 2006- 2010 (var. % a.a.)

Setor Industrial	Nível de atividade (variação %)					
	2006	2007	2008	2009	2010	Média
Maiores impactos entre 2006 e 2010						
Construção	9,3	12,7	15,3	-15,0	19,2	8,3
Máq. para escritório e eq. de informática	9,9	12,1	13,3	-14,5	18,7	7,9
Cimento	8,0	10,2	11,8	-11,0	16,0	7,0
Petróleo e gás	7,3	5,8	3,2	2,2	7,7	5,3
Produtos farmacêuticos	4,5	6,2	4,3	3,4	7,8	5,3
Minério de ferro	2,9	11,0	4,9	-3,8	11,1	5,2
Material eletrônico e eq. de comunicações	6,6	8,4	9,8	-14,8	15,9	5,2
Indústrias diversas	4,8	6,8	6,1	-1,9	9,9	5,1
Outros prod. de minerais não metálicos	6,7	7,5	8,0	-11,0	14,5	5,1
Automóveis, camionetas e utilitários	2,2	17,7	9,5	-15,2	10,7	5,0
Menores impactos entre 2006 e 2010						
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	2,6	4,8	4,1	-9,5	10,3	2,4
Artefatos de couro e calçados	4,8	1,8	-2,3	-1,8	7,5	2,0
Fabricação de aço e derivados	0,8	6,0	3,5	-11,8	10,4	1,8
Fabricação de resinas e elastômeros	0,5	3,4	-1,6	-0,7	6,8	1,7
Artigos de borracha e plástico	1,9	4,1	-0,8	-3,9	7,3	1,7
Produtos e preparados químicos diversos	1,9	2,4	-2,7	-2,9	7,3	1,2
Máq. e equip., inclusive manut. e reparos	0,8	3,0	-1,3	-8,2	9,6	0,8
Têxteis	-1,2	1,1	-4,5	4,3	3,3	0,6
Metalurgia de metais não ferrosos	-0,7	4,6	0,2	-17,2	9,6	-0,7
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,2	4,1	-5,5	-14,8	12,4	-0,7

Fonte: Resultados das simulações

3.2. Simulações de restrição na oferta de trabalho especializado

Nesta seção apresentam-se as simulações de restrição de oferta de trabalho especializado. Os resultados das simulações anteriores indicaram o efeito do cenário macroeconômico e dos condicionantes estruturais da economia brasileira sobre a demanda e o uso de trabalho especializado. Nesse experimento assumiu-se que não existe restrição de oferta de trabalho em nenhuma ocupação, e que a demanda setorial é totalmente atendida pela oferta. Uma análise interessante seria impor algumas restrições sobre a oferta de trabalho especializado (Técnicos e Engenheiros) e observar seu impacto agregado e setorial. Assim, desvenda-se o papel que a restrição de oferta de trabalho (“apagão de engenheiros”) poderia representar sobre a trajetória futura de crescimento da economia brasileira. Estas simulações são apresentadas a seguir.

Essa restrição é colocada sobre um cenário de crescimento homogêneo de 4,5% a.a., de 2011 a 2020. O cenário de 2011-2020 parte do estado da economia em 2010, retratado pela base de dados do modelo atualizada a partir da última simulação (2010) da seção anterior.

Foram realizados dois conjuntos de simulações em relação ao crescimento homogêneo de 4,5% a.a. adotado hipoteticamente para o período 2011-2020¹⁰. Na primeira, ocorre uma restrição de oferta de Técnicos de 0,5% a.a. a partir de 2011, resultando num desvio de -5,0% acumulado até 2020. Por sua vez, no segundo conjunto, a mesma restrição é imposta apenas na oferta de Engenheiros. O valor da restrição é *ad hoc* e serve apenas como forma de ilustrar e entender seus efeitos na economia brasileira, uma vez que o objetivo da análise é comparativo e qualitativo: setores mais e menos afetados, componentes agregados mais sensíveis, e deslocamentos intersetoriais mais afetados de capital e trabalho.

O fechamento de política utilizado no modelo EGC para estas simulações tem apenas uma modificação em relação ao fechamento base, com a oferta de trabalho do tipo analisado tornando-se exógena, de forma que o preço relativo desse fator apresenta um desvio endógeno relativamente ao custo dos demais tipos de trabalho.

Os resultados macroeconômicos das simulações de restrição de oferta de trabalho são apresentados na Figura 2. Os gráficos ilustram o impacto anual sobre o PIB, investimento, exportações e emprego, em termos de desvio acumulado relativo ao cenário 2011-2020.

Na simulação de restrição na oferta de engenheiros, e como não existe a possibilidade de substituição entre as diversas ocupações, ocorreria um aumento no preço dessa mão-de-obra resultando em elevação de custos de trabalho para os setores, afetando principalmente aqueles que possuem grande participação de engenheiros na remuneração total do trabalho, e nos quais o fator trabalho é relativamente elevado no componente do fator primário (vide Figura 1). Observa-se no gráfico à esquerda da Figura 2, que essa restrição levaria a uma contração dos principais indicadores macroeconômicos ao longo do tempo, com quedas do PIB e do emprego, chegando a uma redução de 0,33% e 0,40%, respectivamente, em 2020 (Tabela 8). Ou seja, a restrição de 5% no crescimento da oferta de engenheiros implicaria uma queda de -0,3% do PIB e -0,4% do emprego, relativamente a um cenário no qual essa restrição não ocorresse.

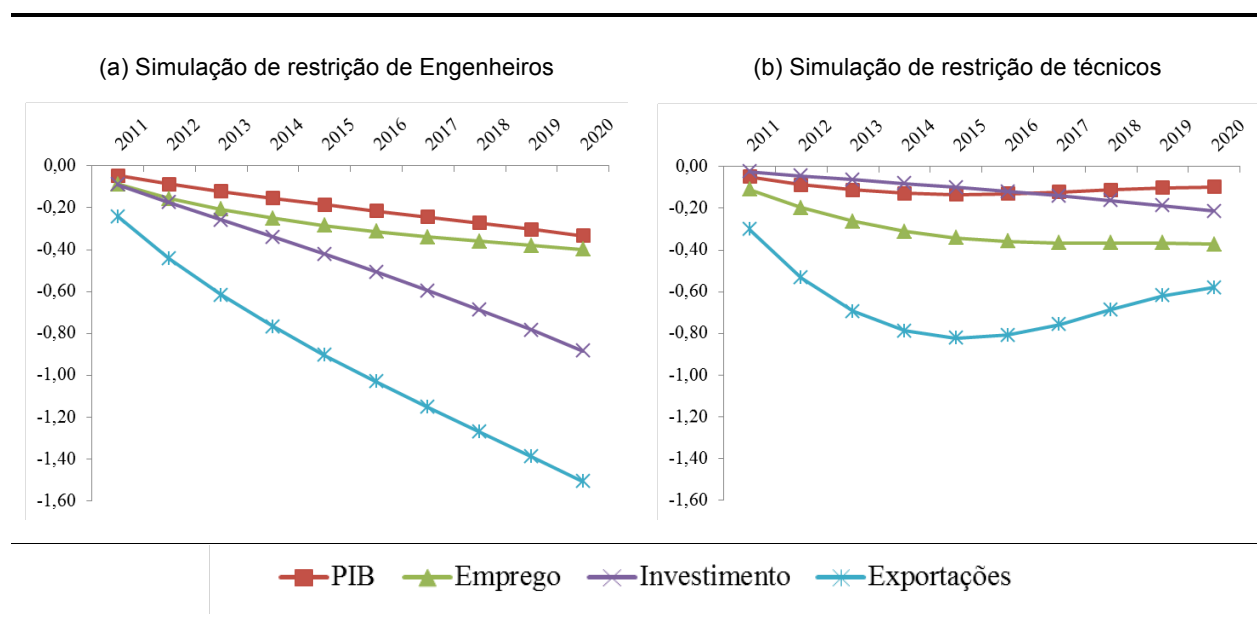
O investimento (-0,88%) seria bastante afetado pela restrição de oferta de engenheiros, assim como as exportações (-1,5%). A contração dos investimentos e das exportações reflete o fato de que em diversos setores industriais exportadores e associados ao investimento há elevada participação de engenheiros na composição do fator trabalho (por exemplo, nos setores de Construção, Minério de Ferro e Refino de Petróleo). Os resultados setoriais serão apresentados na próxima sessão.

Na simulação de restrição na oferta de técnicos, o PIB sofreria uma retração de -0,10% em 2020, inferior ao efeito da restrição de engenheiros. O investimento também se reduziria menos com a restrição de técnicos (-0,21%). A queda no emprego total apresentaria uma redução semelhante à simulação anterior, de -0,37%. Para as exportações, nos primeiros anos haveria uma queda substancial, fruto da elevação dos custos da mão-de-obra, porém em 2020 a queda se estabilizaria em torno de -0,58%, menor que a observada na simulação anterior. Essa queda menor nos investimentos e nas exportações pode ser explicada pelo comportamento do setor de Serviços, maior afetado pela restrição de técnicos, pois o setor possui grande parte de sua remuneração de trabalho nessa categoria, e

¹⁰ Esta taxa tem sido considerada como sustentável no longo prazo, de acordo com as possibilidades de crescimento de longo prazo para a economia brasileira. Como são relevantes para a análise os desvios causados pelas restrições de oferta de trabalho, e o cenário base é homogêneo em todos os setores, o valor desta taxa não é relevante.

reduzida participação nos investimentos e nas exportações. Assim, o efeito de restrição de técnicos parece afetar a indústria indiretamente, via impacto mais importante no setor de serviços. Entretanto, alguns setores industriais seriam particularmente afetados pela restrição de técnicos, como Fabricação de aço, Produtos Farmacêuticos e Cimento, todos com elevada participação dessa ocupação na sua estrutura produtiva.

FIGURA 2
Efeitos da restrição de oferta de Engenheiros e Técnicos sobre os agregados macroeconômicos (desvio % acumulado em relação ao cenário de referência)



Fonte: Resultados das simulações

A Tabela 7 compara os impactos das restrições de oferta de engenheiros e técnicos na economia. A restrição de engenheiros repercutiria de forma mais forte no PIB, nas exportações e no investimento, comparativamente à simulação de restrição a técnicos. Apesar do efeito sobre o emprego ser semelhante, a repercussão indireta da restrição de um tipo sobre outro seria maior para técnicos. O choque de -5% em técnicos diminuiria o uso de engenheiros em -2,1%, já o choque de -5% em engenheiros reduziria o uso de técnicos em -1,1%. Esse “efeito de arrasto” de uma ocupação sobre outra ocorre tanto pela especificação do modelo (inexiste possibilidade de substituição entre os tipos de mão-de-obra, e um setor negativamente afetado pela restrição de oferta acaba diminuindo o uso de todos os tipos de trabalho) como pelos efeitos desencadeados nas cadeias produtivas. Além disso, como a restrição de técnicos afetaria diretamente os setores de serviços, e estes tem parcela significativa na remuneração de trabalho e como insumo de setores industriais, a repercussão no uso de engenheiros acabaria sendo maior.

TABELA 7
Efeitos da restrição de oferta de trabalho especializado
(desvio % acumulado em 2020)

Variáveis	Simulação de restrição de:	
	Engenheiros	Técnicos
PIB	-0,3	-0,1
Investimento	-0,9	-0,2
Exportações	-1,5	-0,6
Emprego Total	-0,4	-0,4
Emprego de Diretores	-0,1	0,3
Emprego de Gerentes	-0,1	-0,2
Emprego de Técnicos	-1,1	-5,0*
Emprego de Engenheiros	-5,0*	-2,1
Emprego de Outros trabalhadores	-0,1	0,3
* Choques		

Fonte: Resultado das simulações

Um conjunto importante de resultados é o efeito setorial das simulações de restrição de oferta de engenheiros e técnicos. A Tabela 8 apresenta os resultados da restrição de oferta de profissionais de engenharia e técnicos sobre o nível de atividade dos setores industriais. É possível observar que 30 dos 40 subsetores da indústria sofreriam uma retração na produção com a restrição de engenheiros. Os setores mais afetados nessa simulação seriam Outros Equipamentos de Transporte, Petróleo e Gás, Máquinas e Equipamentos de Manutenção e Refino de Petróleo. Conforme a Tabela 2, estes setores apresentam elevada participação de engenheiros na composição de seus custos de trabalho (no setor de Refino chega a 30%).

Vale notar que o setor de Outros Equipamentos de Transporte é um dos que mais apresentaram empresas que reportaram dificuldades em encontrar trabalho especializado, segundo pesquisa recente da CNI (CNI, 2011). Alguns setores apresentariam elevação do nível de atividade na simulação de restrição de engenheiros. Este efeito se explica por serem setores intensivos em capital, e menos afetados pela elevação dos custos de trabalho de engenheiros (Fabricação de Couro e Calçados e Fabricação de Produtos Farmacêuticos, por exemplo).

TABELA 8
Efeitos na indústria da restrição de oferta de trabalho de Engenheiros
(desvio % acumulado no nível de atividade em 2020)

Setor	Simulação de restrição de:	
	Engenheiros	Técnicos
Petróleo e gás natural	-4,1	-1,7
Minério de ferro	-1,8	-1,1
Outros da indústria extrativa	-1,6	-0,6
Alimentos e Bebidas	0,6	0,7
Produtos do fumo	0,4	-0,2
Têxteis	0,7	0,4
Artigos do vestuário e acessórios	0,8	0,7
Artefatos de couro e calçados	1,0	1,1
Produtos de madeira - exclusive móveis	0,2	0,8
Celulose e produtos de papel	-0,2	-0,8
Jornais, revistas, discos	0,1	-0,6
Refino de petróleo e coque	-2,3	-0,7
Álcool	-1,0	-0,2
Produtosquímicos	-1,2	-0,8
Fabricação de resina e elastômeros	-1,6	-1,5
Produtos farmacêuticos	1,0	-5,6
Fab. de material para usos médicos, hosp. e odontológicos	-1,8	6,6
Defensivos agrícolas	-0,2	-0,4
Perfumaria, higiene e limpeza	0,4	-0,4
Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	-0,5	-0,7
Produtos e preparados químicos diversos	-0,7	-1,4
Artigos de borracha e plástico	-0,6	-1,3
Cimento	-1,0	-0,5
Outros produtos de minerais não-metálicos	-0,6	-0,3
Fabricação de aço e derivados	-1,8	-1,2
Metalurgia de metais não-ferrosos	-1,7	-1,1
Prod. de metal - exclusive máquinas e equipamentos	-1,0	-0,6
Máquinas e equip., inclusive manutenção e reparos	-2,5	-1,8
Eletrodomésticos	-0,7	-0,5
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	-0,9	-0,4
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-1,8	-0,9
Material eletrônico e equipamentos de comunicações	-1,3	-0,6
Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	-1,0	-1,1
Automóveis, camionetas e utilitários	-0,8	-0,2
Caminhões e ônibus	-0,8	-1,0
Peças e acessórios para veículos automotores	-1,1	-1,0
Outros equipamentos de transporte	-6,7	-1,7
Móveis e produtos das indústrias diversas	0,4	0,6
Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana	-1,8	-0,8

Fonte: Resultados das simulações

Os resultados da restrição de oferta de técnicos mostram que os setores Farmacêuticos e Máquinas e Equipamentos, Petróleo e Gás seriam os mais afetados. Destacam-se também os impactos sobre setores de insumos intermediários (Refino, Químicos e Resinas) e exportadores, como Minério de Ferro. Esse resultado é influenciado pela grande participação destes profissionais na composição do trabalho desses setores. Importante notar que os setores típicos de bens de consumo (Têxteis, Calçados e Vestuário) e Alimentos seriam pouco afetados pela restrição de oferta de técnicos, podendo até apresentar elevação do nível de atividade. Nestes casos, são setores pouco dependentes desse tipo de mão-de-obra e, portanto, com maior capacidade de substituição capital-trabalho como forma de ajuste aos novos preços relativos dos fatores primários.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conjuntura econômica favorável para o Brasil a partir de 2005, mesmo com a crise financeira de 2008-09, tem gerado preocupações em diversos fóruns de discussão, sobre restrições estruturais ao crescimento da economia, como a escassez de trabalho especializado, especialmente de técnicos e engenheiros. Essa escassez pode ser um entrave para a sustentabilidade de uma trajetória de crescimento econômico mais acelerada no Brasil. Temores de um possível “apagão” de pessoal técnico-científico, em especial de engenheiros, são veiculados por especialistas, autoridades e de forma bastante generalizada pela imprensa. Nesse contexto, questiona-se se existem potenciais riscos de escassez de trabalho especializado na economia brasileira e quais seriam as implicações desse gargalo na produção, especialmente da indústria.

Utilizamos um modelo de equilíbrio geral computável na análise da dinâmica recente e dos efeitos da escassez de trabalho especializado na economia brasileira. Essa metodologia tem a vantagem de levar em conta a utilização de mão-de-obra especializada em todos os setores produtivos, e também as cadeias produtivas que necessariamente repercutem o efeito de uma restrição de oferta de trabalho para todo o sistema econômico. No modelo e nas simulações deste artigo, são utilizadas cinco ocupações do fator trabalho: engenheiros, técnicos, gerentes, diretores e demais ocupações. Foram realizados três conjuntos de simulações: i) a primeira é do cenário macroeconômico observado de 2006 a 2010; ii) a segunda, um cenário de restrição na oferta de trabalho de Engenheiros a partir de 2011; e iii) a terceira, a mesma restrição de oferta de trabalho mas relativa a Técnicos.

Os resultados das simulações do cenário 2006-2010 apontaram para o crescimento acelerado no uso de engenheiros e técnicos na maioria dos anos, principalmente devido à expansão dos setores mais influenciados pela dinâmica do investimento. Os resultados apontam que em períodos de maior crescimento econômico (como em 2010, 7,1%), existiria uma demanda acima da média por engenheiros e técnicos (respectivamente 11,6% e 8,4%). As elasticidades médias implícitas das ocupações em relação ao PIB sugerem que a resposta no uso de trabalho especializado, notadamente engenheiros (média de 1,6) não é superior a dois, como apontado em alguns estudos. Entretanto, em período de desaceleração significativa, como em 2009, a resposta (negativa) no uso de técnicos e engenheiros pode ser muito mais elástica, pois está associada ao comportamento do investimento. O inverso se espera em anos de recuperação econômica, como 2010.

A escassez de engenheiros e de técnicos geraria efeitos adversos sobre os principais indicadores macroeconômicos e setoriais, principalmente considerando a restrição sobre a oferta de engenheiros, mesmo que esta ocupação represente menos de 0,5% da força de trabalho. Entretanto, esta ocupação é bastante relevante em setores de bens de capital e insumos intermediários, o que repercutiria o efeito dessa restrição por toda a economia. Nas simulações, os setores mais afetados seriam aqueles ligados a bens de capital (Máquinas e Equipamentos de Transportes), Extração Mineral (como Petróleo e Gás), e insumos intermediários (produtos do refino e químicos), resultados similares aos encontrados por Maciente e Araújo (2011). Este é um ponto preocupante, dado que tais setores influenciam diversas cadeias produtivas industriais, e são importantes na estrutura de investimento da economia. Em virtude da interdependência tecnológica das ocupações na produção, a restrição de oferta de um tipo de trabalho especializado poderia levar à redução relativa das demais ocupações (“efeito de arrasto”). Comparativamente, observou-se que os efeitos negativos da restrição de engenheiros sobre as demais ocupações seriam mais intensos e diretos que os efeitos negativos da restrição de técnicos.

Este trabalho pretende contribuir para a discussão de escassez de mão-de-obra no Brasil e seus impactos sobre o crescimento econômico. Os resultados chamam a atenção para a necessidade de análises setoriais integradas no tocante à discussão de escassez de pessoal especializado, e para a composição do ciclo econômico que influenciam essa demanda. A oscilação no uso de trabalho especializado pode ser um problema importante de coordenação de políticas públicas: num período de crise econômica e redução drástica do investimento (2008-09) ocorre queda significativa no uso de trabalho especializado, que depois se recupera fortemente nos anos seguintes, com a recuperação do investimento (como em 2010). Assim, se houver dificuldade na recontração da mão-de-obra dispensada, a própria recuperação da crise 2008-09 no longo prazo estaria ameaçada. Como ressaltado por outros estudos, políticas de curto prazo que procurem melhorar a atratividade de engenheiros e afins para ocupações típicas da área, no intuito de atrair aqueles que atuam em outras ocupações, além de novos ingressantes para os cursos de engenharia, pode ser uma medida interessante.

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). *Radar*, Brasília: Ipea, n. 5, dez. 2009.
- BARROS, M. A. *Relatório sobre o trabalho de identificação de lacunas de recursos de engenharia de projeto para a área de TM*. Rio de Janeiro: Petrobras, 2004.
- CONSELHO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). *Falta de trabalhador qualificado na indústria*. Sondagem especial, ano 9, n. 2, 2011. Disponível em: <http://www.cni.org.br>
- DIXON, P. B.; PARMENTER B. R.; SUTTON, J. M.; VINCENT D. P. *ORANI: A Multisectoral Model of the Australian Economy*. Amsterdam: North-Holland, 1982. 372 p.
- DIXON, P.B.; RIMMER, M. *Dynamic General Equilibrium Modelling for Forecasting and Policy: a practical guide and documentation of MONASH*. Amsterdam: Elsevier, 2002. 338p.
- DOMINGUES, E. P.; BETARELLI JUNIOR, A. A.; MAGALHAES, A. S.; CARVALHO, T. S.; SANTIAGO, F. S. *Repercussões Setoriais e Regionais da Crise Econômica de 2009 no Brasil: simulações em um modelo de equilíbrio geral computável de dinâmica recursiva*. In: 38º Encontro Nacional de Economia, 2010, Salvador. Anais eletrônicos. Salvador: ANPEC, 2010.
- FOCHEZATTO, A., SOUZA, N. J. Estabilização e reformas estruturais no Brasil após o Plano Real: uma análise de equilíbrio geral computável. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 30, n. 3, p. 395-426. dez. 2000.
- 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-DC: The Urban Institute, 2007.
- HADDAD, E. A.; DOMINGUES, E. P. EFES: Um modelo aplicado de equilíbrio geral para a economia brasileira: projeções setoriais para 1999-2004. *Estudos Econômicos*. v.31, n.1, p. 89-125, jan./mar. 2001.
- HARRISON, W.J., PEARSON, K.R. *Gempack Document no.GPD-1*. Centre of Policy Studies and Impact Project Monash University, Melbourne, Australia.2002.
- HASEGAWA, M. M. *Políticas públicas na economia brasileira: uma aplicação do modelo MIBRA, um modelo inter-regional aplicado de equilíbrio geral*. 2003. Tese (Doutorado em Economia) – ESALQ/USP, Piracicaba/SP, 2003.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Sistema de Contas Nacionais*. 2004. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasnacionais/2008/default.shtm>. Acesso em: 04/07/2011.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA (INEP). *Censos da Educação Superior de 2001 a 2008*. Brasília: INEP, 2001-2008. Disponível em: <http://www.inep.gov.br>. Acesso em: 31 jan. 2011.

- MACIENTE, A. N.; ARAÚJO, T. C.. A demanda por engenheiros e profissionais afins no mercado de trabalho formal. *Radar*, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). *Relação Anual Informações Sociais (Rais) de 1986 a 2009*. Brasília: MTE, 1986-2009.
- NASCIMENTO, P. A. M. M.; MACIENTE, A. N.; GUSSO, D. A.; ARAÚJO.; T. C.; SILVA, A. P. T. Escassez de engenheiros: realmente um risco? *Radar*, Brasília: Ipea, n. 6, fev. 2010.
- PEREIRA, R. H. M.; ARAÚJO, T. C. Oferta de engenheiros e profissionais afins no Brasil: resultados de projeções iniciais para 2020. *Radar*, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.
- PETER, W. W. HORRIDGE, M.; MEGUER, G.A. NAVQUI, F.; PARMENTER, B. R. *The theoretical structure of MONASH-MRF*. Cayton: Center of Policy Studies, 1996. 121 p. (Preliminary working paper, OP-85). Disponível em: <http://www.monash.edu.au/policy>. Acesso em: 12 jul. 2010.
- POMPERMAYER, F. M.; NASCIMENTO, P. A. M. M.; MACIENTE, A. N.; GUSSO, D. A.; PEREIRA, R. H. M. Potenciais gargalos e prováveis caminhos de ajustes no mundo do trabalho no Brasil nos próximos anos. *Radar*, Brasília: Ipea, n. 12, fev. 2011.
- SLAUGHTER, M.E., SWAGEL, P. Does globalization lower wages and export jobs? Washington: *Economic Issues IMF*, n.11, p.1-19, 1997. (Disponível em <http://www.imf.org/external/pubs/ft/issues11/issue11.pdf>)
- TEITELBAUM, M. S. Do we need more scientists? In: KELLY, T. K. *et al.* (Eds.). *Anais da conferência "The US scientific and technical workforce: improving data for decision making"*. Santa Monica-CA: Rand Corporation, jun. 2004.
- VILLELA, P. R. C. Escassez de mão de obra. In: *Software e serviços de TI: a Indústria brasileira em perspectiva*. Campinas: Observatório Softex, cap. 10, 2009.