

REDE DE PESQUISA FORMAÇÃO E MERCADO DE TRABALHO COLETÂNEA DE ARTIGOS

Volume II

Qualificação profissional:
Demandas e estratégias das firmas

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 II

Qualificação profissional:
Demandas e estratégias das firmas

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 II, qualificação profissional : demandas e estratégias das firmas / organizadores: Marina Pereira Pires de Oliveira ... [et al.]. - Brasília : IPEA : ABDI, 2014.
v. 2 (211 p.) : il., gráfs. color.

Inclui Bibliografia

ISBN: 978-85-7811-221-9

1. Qualificações Ocupacionais. 2. Formação Profissional. 3. Ensino Técnico. 4. Qualidade da Educação. 5. Mercado de Trabalho. 6. Automação Industrial. 7. Treinamento no Emprego. 8. Produtividade do Trabalho. I. Oliveira, Marina Pereira Pires de. II. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. III. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. IV. Título: Qualificação profissional.

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 a Luiz Antônio Caruso, Raquel Guimarães, Eduardo M. Schneider, Luís Claudio Kubota, Patrícia Morita Sakowski, André Gambier, Sandro Pereira e Rafael Pereira, 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 segundo volume, intitulado Qualificação profissional: demandas e estratégias das firmas, os sete capítulos apresentados concentram-se nas metodologias para identificação das competências laborais demandadas por diferentes setores econômicos e na inovação, bem como nas estratégias de qualificação das firmas. Os textos tratam ainda da distância entre os requisitos em matemática necessários para o sucesso dos alunos em cursos técnicos e de qualificação e as competências efetivamente adquiridas no ensino básico.

No primeiro capítulo, Aguinaldo Maciente, técnico do Ipea, mostra uma aplicação de metodologia desenvolvida desde 2012 para mensurar as competências cognitivas e técnicas das ocupações brasileiras. A proposta metodológica partiu da base de dados norte-americana Occupational Information Network (ONET), que detalha as habilidades, conhecimentos e atitudes demandadas do trabalhador nas diferentes ocupações nos Estados Unidos. Em seguida, foi feita uma correlação entre as classificações norte-americana e brasileira, o que permitiu mensurar, também para o Brasil, essas atividades e as habilidades cognitivas necessárias ao exercício profissional.

Maciente agrupa as variáveis correlacionadas, criando 21 fatores que descrevem diversas dimensões dos requisitos de qualificação em cada ocupação, permitindo uma análise de mercados de trabalho regionais e setoriais, de acordo com as competências demandadas. Para a análise regional, foi utilizado o agrupamento de municípios derivado da publicação Região de Influência das Cidades, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Esta tipologia permite uma agregação territorial muito próxima ao real mercado de trabalho de uma determinada região. A análise setorial busca indicar as diferentes habilidades utilizadas pelos diversos setores econômicos.

No segundo capítulo, Denise Rocha, da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), mostra a possibilidade de utilização dos dados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) para identificar a distância entre os fundamentos matemáticos que os estudantes deveriam possuir para ter sucesso em cursos técnicos de nível médio ou superior de tecnologia e aqueles que de fato possuem, ao concluírem a educação básica. Os parâmetros utilizados como referência para aferir os conhecimentos dos estudantes foram as matrizes de referência do Saeb para o 5o e o 9o anos do ensino fundamental e para o 3o ano do ensino médio. Os níveis de proficiência observados no Saeb foram comparados com os conhecimentos matemáticos que os profissionais de automação industrial acreditavam serem necessários para o sucesso num curso técnico nesta área, por meio de um Painel Delphi.

No terceiro capítulo, Hustana Vargas e Fábio Lennon Marchon, da Universidade Federal Fluminense (UFF), analisam os resultados do trabalho de Denise Rocha sobre os gaps educacionais em matemática numa perspectiva da formação dos alunos no ensino básico. Inicialmente, destacam as competências não adquiridas pelos estudantes brasileiros, segundo a metodologia de Denise Rocha, discutindo, em seguida, a incidência de determinadas habilidades pela sua recorrência ou por características especiais – natureza, significado e desdobramentos –, a fim de sugerir abordagens para o enfrentamento dos referidos gaps pelos professores do ensino básico. Ao final, são levantadas questões para reflexão, com o objetivo de melhora do desempenho dos alunos brasileiros em matemática.

No quarto capítulo, Luiz Antônio Caruso, gerente da Unidade de Prospecção do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e pesquisador da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), trabalha com a hipótese de que a manutenção da mesma equipe numa planta industrial pode gerar, ao longo do tempo, mais inovações e redução dos impactos ambientais da metalurgia, setor foco da análise exploratória apresentada. Neste aspecto o saber tácito, adquirido na lida diária da fábrica, seria um fator primordial de inovação numa indústria de processo, como é o caso da metalurgia. O autor analisa os dados da Pesquisa de Inovação (PINTEC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com um recorte setorial, e mostra uma forte correlação entre inovação e redução do impacto ambiental. Também são observadas diferenças entre as características dos empregados desligados, dos contratados e dos que permanecem na empresa, criando tipologias de empresas em termos de inovação a partir do perfil dos seus trabalhadores. Caruso usou dados da Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho e Emprego (Rais/MTE), com registros do trabalhador e da empresa. O objetivo do trabalho foi encontrar relações entre as ocupações dos trabalhadores, as suas competências e as inovações produzidas no setor.

No quinto capítulo, Eduardo M. Schneider, Adalmir Antônio Marquetti e Ana Paula Queiroz Sperotto, do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (Dieese), buscam identificar as ocupações de maior e mais crescente subqualificação na Região Metropolitana de Porto Alegre (RMPA) entre 2005 e 2008, a fim de orientar investimentos em cursos de qualificação profissional. Para tanto, aplicam a metodologia de estudo da incompatibilidade entre educação e trabalho, proposta por Nielsen (2007), aos microdados ocupacionais da Pesquisa de Emprego e Desemprego (PED)-RMPA, de acordo com a Classificação Brasileira de Ocupações – 2002 (CBO-2002). Os autores encontraram reduzido desvio de função por sobrequalificação, possivelmente um resultado da conjuntura econômica favorável do período. Destacaram, ademais, maior requerimento de qualificação pela estrutura produtiva, provavelmente pela incorporação tecnológica nos processos de trabalho, e valorização salarial. Ressaltam, porém, que, dada a mobilidade ocupacional, alguns grupos, não necessariamente aqueles de maior crescimento, teriam apresentado níveis de subqualificação importantes e crescentes, indicando áreas que necessitariam de maior atenção das políticas de requalificação profissional da região.

No sexto capítulo, Carlos Eduardo Lobo e Silva e Douglas Mesquita Carneiro, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), discutem a interação entre aglomeração produtiva e treinamento e se propõem a estudar a relação entre aglomeração da atividade econômica e a decisão de investimento em treinamento da força de trabalho. Primeiramente, realizam uma revisão da literatura para, em seguida, apresentarem um modelo teórico para melhor compreensão da questão. O desafio proposto pela segunda seção é reunir as evidências empíricas e articular as ideias e conceitos utilizados para entender em que medida a aglomeração das atividades pode (des) incentivar a decisão sobre o treinamento da força de trabalho.

No sétimo e último capítulo, Joaquim Bento Ferreira, da Universidade de São Paulo (USP), faz uma revisão da experiência internacional sobre modelos de equilíbrio geral. O autor explora como usar essa ferramenta para simular mudanças em estruturas ocupacionais e de remuneração por setor econômico, pontuando os desafios para adaptar a metodologia a esta finalidade. O equilíbrio geral simula a interação entre os agentes, mas sempre pressupõe a sua racionalidade, o que, na realidade, nem sempre acontece. Daí a dificuldade de usar esse tipo de ferramenta para projeções de demanda por trabalho. Os resultados gerados não podem ser encarados como previsões, mas simulações de tendências. Outro desafio colocado é a necessidade de especificar completamente tanto o lado da oferta de pessoal quanto o da demanda.

Os textos deste volume trazem algumas abordagens interessantes para ajudar a pensar a formação e o mercado de trabalho de forma mais articulada. Desse modo, esperamos contribuir para o processo de formulação das políticas públicas brasileiras.

CAPÍTULO 1

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES OCUPACIONAIS NO BRASIL

17

CAPÍTULO 2

GAPS EDUCACIONAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO PARA INGRESSO, PERMANÊNCIA E CONCLUSÃO DE UM CURSO TÉCNICO E SUPERIOR DE TECNOLOGIA NO SETOR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

47

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DOS GAPS EDUCACIONAIS E POSSÍVEIS CAMINHOS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA VOLTADO A CURSOS TÉCNICOS E SUPERIORES DE TECNOLOGIA NO SETOR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

81

CAPÍTULO 4

RETENÇÃO, DEPRECIAÇÃO E RENOVAÇÃO DE CONHECIMENTOS NA INDÚSTRIA METALÚRGICA: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA

97

CAPÍTULO 5

IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DE QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE A PARTIR DA PESQUISA DE EMPREGO E DESEMPREGO

123

CAPÍTULO 6

A DECISÃO DE TREINAMENTO EM AGLOMERAÇÕES PRODUTIVAS: ENTRE OS BENEFÍCIOS DO TRANSBORDAMENTO E O RISCO DO COMPORTAMENTO OPORTUNISTA

147

CAPÍTULO 7

A PROSPECÇÃO DA DEMANDA POR TRABALHO ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE MODELOS DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL: ASPECTOS TEÓRICOS E REVISÃO DA LITERATURA

187

CAPÍTULO 1

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES OCUPACIONAIS NO BRASIL

AGUINALDO NOGUEIRA MACIENTE *

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

1. INTRODUÇÃO	20
2. O MODELO DE CONTEÚDOS OCUPACIONAIS DO ONET	23
3. O USO DE HABILIDADES OCUPACIONAIS NO BRASIL	32
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
REFERÊNCIAS	42

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo tem por objetivo apresentar uma caracterização da qualificação da força de trabalho a partir das habilidades e competências demandadas pelas ocupações desempenhadas pelos trabalhadores. Esta caracterização, baseada em publicações anteriores do autor (Maciente, 2012a; 2012b, 2013) busca disponibilizar uma forma alternativa de mensurar a qualificação dos trabalhadores, normalmente obtida a partir de seus anos de estudo ou grau de escolaridade.

A literatura econômica identifica a qualificação dos trabalhadores como um dos fatores fundamentais para as decisões de produção e investimento das firmas. Uma força de trabalho mais qualificada permite às empresas a redução dos custos de produção, a incorporação e o desenvolvimento de tecnologias mais modernas, e a adoção de melhores práticas de gestão. Como ressaltou Alfred Marshall (1920, livro IV, cap. X), já no século XIX, as habilidades cognitivas e os conhecimentos adquiridos por meio da educação ou do exercício profissional formam as bases para a transmissão de ideias, para o florescimento do empreendedorismo e para o desenvolvimento de novos e melhores produtos e ramos de produção.

A escolaridade dos trabalhadores, no entanto, nem sempre é uma variável suficiente para medir o nível ou as carências de qualificação da mão de obra de um país. O número de anos de estudo dos trabalhadores não reflete, por exemplo, o nível de qualidade da educação recebida. Caso um país apresente melhoras significativas na qualidade média da educação, o crescimento da qualificação para o mercado de trabalho poderá se beneficiar mesmo que a escolaridade média dos trabalhadores esteja constante. Por outro lado, aumentos de longo prazo no nível de escolaridade que não estejam associados a uma melhora correspondente na qualidade da educação média recebida pelos estudantes podem mascarar deficiências na qualificação da força de trabalho.

Publicação recente da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2013) mostra que, apesar de haver uma alta correlação entre os níveis de escolaridade formal e o nível de qualificação para o trabalho da população adulta, esta relação varia dependendo da trajetória de desenvolvimento, da qualidade do sistema educacional e das alterações demográficas recentes de cada país. Assim, as habilidades dos trabalhadores nas ocupações disponíveis de um determinado país podem ajudar a traçar uma melhor relação entre a qualificação dos trabalhadores e a capacidade de crescimento econômico do que o nível de escolaridade isoladamente.

Autores como Ellison, Glaeser e Kerr (2010) utilizam a composição ocupacional das diferentes atividades econômicas para mensurar o grau de similaridade e o eventual compartilhamento de mão de obra especializada por firmas de diferentes setores. Assim, setores de atividade cujo perfil ocupacional dos trabalhadores seja semelhante podem ter incentivos para se localizar em uma mesma região, beneficiando-se mutuamente de um mercado de trabalho mais especializado.

Segundo Feser (2002), esse tipo de indicador, baseado na estrutura ocupacional, se aproxima dos argumentos de Marshall – segundo o qual o aprendizado se intensifica quando trabalhadores que executam tarefas similares se concentram em uma mesma região –, bem como da literatura sobre as chamadas economias de localização (Hoover, 1936; Parr, 2002), segundo a qual empresas que produzem bens similares se beneficiam da especialização local da mão de obra. Neste sentido, a classificação ocupacional dos trabalhadores constitui uma aproximação para o conteúdo de habilidades e competências dos trabalhadores mais adequada que seu nível de escolaridade, permitindo a mensuração das externalidades decorrentes do uso de uma mão de obra similar por diferentes empresas ou setores de atividade.

A classificação ocupacional traz, porém, algumas dificuldades. Por exemplo, trabalhadores representados por códigos ocupacionais diferentes, principalmente em níveis ocupacionais mais detalhados, podem, na prática, desempenhar atividades similares ou que demandem pelo menos algumas habilidades e conhecimentos comuns. Neste caso, a própria estrutura ocupacional pode introduzir diferenciações artificiais decorrentes simplesmente do grau de detalhamento presente na classificação e não de um real grau de diferenciação dos requisitos ocupacionais.

Uma melhor diferenciação das ocupações pode advir de um levantamento que identifique, para cada ocupação, a intensidade de utilização de um conjunto de habilidades e competências cognitivas e técnicas. Este tipo de informação, no entanto, está disponível apenas em alguns países. Os Estados Unidos, por sua longa tradição na catalogação de informações relativas ao mercado de trabalho, possui atualmente um conjunto muito rico de informações ocupacionais, organizado e disponibilizado pelo Occupational Information Network (ONET),¹ sob o patrocínio do US Department of Labor, o Departamento de Trabalho do país.

Os dados do ONET substituíram o Dictionary of Occupational Titles (DOT), desenvolvido entre 1938 e 1991, que visava orientar empregados, empregadores e governos na colocação de trabalhadores, na orientação na carreira, no desenvolvimento de currículos e no levantamento de informações sobre o mercado de trabalho. Em comparação com o DOT, os dados do ONET possuem um número mais reduzido de ocupações, mas apresentam um maior escopo de habilidades e competências investigadas. Para cada ocupação do sistema de classificação ocupacional norte-americano, estão disponíveis notas ou categorias que quantificam o uso e a importância de um amplo conjunto de variáveis indicadoras de habilidades (cognitivas, físicas ou motoras), áreas de conhecimento, experiências laborais e requerimentos legais.

Feser (2003) utiliza as variáveis ONET relativas às áreas de conhecimento típicas dos trabalhadores de cada ocupação para agrupar setores de atividade econômica em termos de similaridade tecnológica. Sua metodologia foi também replicada, recentemente, por Renski, Koo e Feser (2007) e por Gabe e Abel (2012). Ingram e Neumann (2006), por outro lado, complementam a literatura de prêmios salariais associados à educação, agrupando um conjunto de habilidades mensuradas pela última versão do DOT em quatro fatores que representariam diferentes dimensões das habilidades básicas dos trabalhadores. A partir desta métrica, os autores calculam o retorno salarial associado a estas habilidades como elementos adicionais à escolaridade formal dos trabalhadores. Em outro exemplo do uso das habilidades ocupacionais, Acemoglu e Autor (2011) utilizam tarefas laborais mensuradas tanto no DOT quanto no ONET para propor um modelo teórico em que os trabalhadores são alocados para desempenhar tarefas de acordo com seu nível de habilidade. Nesse modelo, o progresso técnico assume a forma da substituição de certas tarefas por máquinas, o que afeta de forma diferenciada a demanda por habilidades no mercado de trabalho.

Assim sendo, o uso de habilidades ocupacionais tem encontrado múltiplas aplicações teóricas e empíricas na literatura, tendo o potencial de aprofundar a análise do mercado de trabalho, caracterizado, em muitos estudos, apenas pelo nível de escolaridade dos trabalhadores ou por sua classificação ocupacional. No Brasil, o estudo da qualificação da mão de obra pode fazer uso de pesquisas e registros administrativos que contêm informações ocupacionais. No caso das pesquisas e censos mais recentes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a ocupação dos trabalhadores é registrada

.....
¹ Disponível em: <www.onetcenter.org>.

por meio da Classificação de Ocupações Domiciliares. Os registros administrativos publicados pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) para o mercado de trabalho formal, por sua vez, tais como a Relação Anual de Informações Sociais (Rais) e o Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED), utilizam a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO).

A CBO faz parte de um grande esforço de atualização das informações ocupacionais, que culminou, em 2002, com o lançamento da versão atual da classificação (MTE – Ministério do Trabalho e Emprego, 2010). A criação e a atualização da CBO baseiam-se na metodologia de desenvolvimento de currículos developing a curriculum (DACUM), baseada em discussões supervisionadas, por meio das quais são organizadas, de forma sistematizada, informações fornecidas por profissionais de cada ocupação investigada. Estas informações incluem as atividades tipicamente desempenhadas no exercício da ocupação, bem como os requerimentos educacionais e legais para o exercício profissional. Potencialmente, a metodologia permite a identificação de traços pessoais requeridos dos trabalhadores, tais como habilidades, atitudes e conhecimentos (Norton, 1998).

Assim, a metodologia de construção da CBO permitiria a montagem de uma base de dados similar à existente para a SOC norte-americana. No entanto, devido aos altos custos e à complexidade de atualização de uma base de dados desse tipo, não foram desenvolvidos para a CBO os níveis de utilização, para cada ocupação, de habilidades, conhecimentos e competências tais como os presentes no ONET. Apesar de indicar o tipo de ocupação dos trabalhadores, o grau de instrução esperada e as atividades e instrumentos de trabalho normalmente associados a cada ocupação, a CBO não possui indicadores detalhados das habilidades e dos conhecimentos requeridos para o desempenho de cada ocupação.

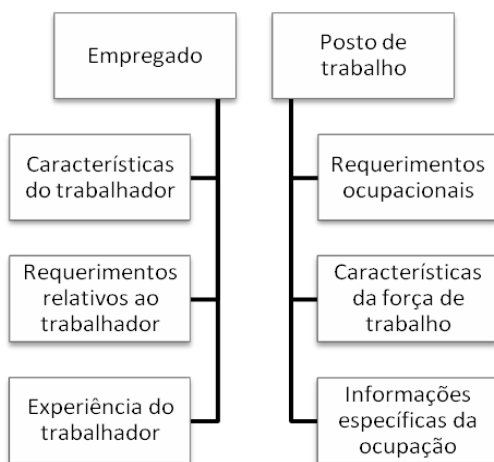
A ausência, no Brasil, de variáveis detalhadas ligadas às competências próprias a cada ocupação limita o desenvolvimento de estudos que caracterizem regiões e setores de atividade, por exemplo, em termos das características ocupacionais de seus trabalhadores. Para suprir esta ausência de informações, as próximas seções detalharão os procedimentos, baseados em Maciente (2012a; b, 2013), que foram empreendidos para compatibilizar as ocupações brasileiras com os dados do ONET, traduzindo, para a realidade brasileira, as diferentes dimensões da qualificação da mão de obra que podem ser obtidas a partir dessa base de informações norte-americana.

2. O MODELO DE CONTEÚDOS OCUPACIONAIS DO ONET

O sistema de informações do ONET é baseado em um modelo composto por seis grupos de informações ocupacionais, chamados de domínios (figura 1). Cada um destes grupos, ou domínios, busca representar uma dimensão das habilidades e requerimentos da estrutura ocupacional (National Center for O*NET Development, [s.d.]; Tippins e Hilton, 2010). A classificação ocupacional adotada pelo ONET evoluiu ao longo dos anos, refletindo alterações no sistema de classificação dos Estados Unidos. Atualmente, a base de dados fornece informações compatíveis com as ocupações da *Standard Occupational Classification* (SOC) de 2010, que contém aproximadamente 1.100 ocupações. Anualmente, cerca de 10% das ocupações têm suas informações atualizadas, com a eventual revisão de sua nota em algumas das variáveis mensuradas no modelo.

FIGURA 1

Domínios do modelo de dados ONET



A versão 18.1 da base de dados, utilizada neste capítulo, foi disponibilizada em março de 2014. Do total de ocupações, cerca de 90% possuem dados totalmente atualizados, enquanto as demais ainda possuem algumas de suas variáveis derivadas da antiga base de dados do DOT (Boese *et al.*, 2001). Do modelo de dados descrito na figura 1, as variáveis a seguir especificadas serão utilizadas para o caso brasileiro.

Características do trabalhador – características pessoais que influenciam o desempenho no trabalho e a capacidade de adquirir conhecimentos e habilidades para o pleno desempenho profissional:

- competências: atributos individuais que influenciam o desempenho no trabalho;

interesses: preferências dos trabalhadores, compatíveis com o modelo RIASEC de tipos de personalidade e de ambientes de trabalho (Holland, 1997);

valores do trabalhador: necessidades individuais importantes para a satisfação no trabalho, baseadas no modelo teórico de Dawis e Lofquist (1984);

Estilos de trabalho: características pessoais que afetam a forma como o trabalhador executa seu trabalho.

Requerimentos relativos ao trabalhador – atributos do trabalhador normalmente adquiridos por meio do estudo ou da experiência no trabalho:

- habilidades básicas: capacidades desenvolvidas que facilitam o aprendizado ou a aquisição de conhecimento;
- habilidades multifuncionais: capacidades desenvolvidas que facilitam o desempenho em atividades que podem ocorrer em várias ocupações;
- áreas de conhecimento: conjuntos organizados de princípios e fatos relativos a domínios gerais de conhecimento;
- educação: experiência educacional pretérita, requerida para o desempenho do trabalho.

Experiência do trabalhador: requerimentos relacionados a experiências anteriores de trabalho.

Requerimentos ocupacionais – um amplo conjunto de variáveis que descrevem os vários requerimentos específicos de cada ocupação:

- atividades no trabalho: categorias gerais de atividades e comportamentos esperados no posto de trabalho;
- contexto do trabalho: fatores físicos e sociais que influenciam a natureza do trabalho.

A base de dados ONET contém também informações mais específicas da realidade norte-americana, como projeções e perspectivas salariais, que não foram utilizadas, pois não se aplicam à dinâmica do mercado de trabalho no Brasil, além de não afetarem a análise das habilidades e competências requeridas por cada ocupação.

2.1 Uma ponte entre os dados ONET e as ocupações brasileiras

O sistema de classificação ocupacional do Brasil (a Classificação Brasileira de Ocupações – CBO 2002) tem sido revisado periodicamente, compreendendo, em março de 2014, 2.565 ocupações, agrupadas em 613 famílias ocupacionais. Estas ocupações, assim como as ocupações da SOC norte-americana, contêm listas de sinônimos que descrevem, como complemento ao título oficial, designações normalmente associadas ao desempenho da mesma função laboral.

A base de dados disponibilizada pelo MTE em seu sítio na internet possui também correspondências entre a atual CBO e a Classificação Internacional Uniforme de Ocupações de 1988 (CIUO88). O mesmo ocorre com relação à base de dados dos Estados Unidos, para a qual está disponibilizada uma correspondência entre a SOC e a CIUO de 2008. Estas duas correspondências nacionais com a CIUO, bem como a correspondência entre as duas versões da CIUO, disponibilizadas pela Organização Internacional do Trabalho – OIT (ILO – International Labour Organization, 2014), serviram de base inicial para a construção de uma primeira correspondência entre a CBO e a SOC.

A partir dessa correspondência inicial, procedeu-se a uma conferência detalhada de cada par CBO-SOC, com o auxílio dos sinônimos ocupacionais existentes em cada classificação. Optou-se por privilegiar o menor número possível de relacionamentos, para evitar a diluição de uma determinada CBO em um número excessivo de equivalentes na SOC.

Em alguns casos, a correspondência CBO-SOC não foi encontrada por meio da relação disponível com a CIUO e, em alguns outros, a correspondência encontrada não estabeleceu um pareamento adequado. Nestas situações, alterações pontuais foram realizadas, com base nos títulos e sinônimos disponíveis. Aproximadamente 90% das CBOs foram pareadas com apenas uma ou duas SOC, mas em três casos este pareamento se deu com até quatro ocupações americanas diferentes, ao nível de seis dígitos. Estas exceções referem-se a ocupações que se mostraram mais genéricas em uma das classificações ocupacionais do que na outra.

2.2 Uma métrica para as habilidades e competências da CBO

Uma vez estabelecida uma correspondência entre a CBO e a SOC, é possível obter uma estimativa, para cada CBO, do nível de utilização de cada uma das habilidades e competências disponíveis no modelo de conteúdo do ONET. Estas variáveis, em seu conjunto, podem, em seguida, servir de base para uma caracterização de mercados de trabalho regionais, ou para investigar similaridades na demanda por habilidades laborais de diferentes setores de atividade.

Para cada CBO, a nota média de utilização em cada uma das variáveis ONET foi estabelecida segundo a nota média das ocupações SOC estabelecidas como correspondentes à CBO em questão. Um fator de ponderação foi utilizado, no caso das CBOs para as quais mais de uma SOC correspondente foi encontrada, dando-se prioridade aos casos em que a correspondência mais direta se deu entre os títulos ocupacionais ou entre pares CBO-SOC cuja correspondência com a CIUO fosse mais direta. Deste modo, foi construída uma matriz em que, para cada CBO, há os valores médios de utilização de cerca de 240 variáveis ocupacionais presentes no modelo ONET.

Algumas objeções podem ser levantadas em relação à metodologia descrita. A mais direta refere-se à própria validade do exercício de correspondência aqui proposto, pois as competências ocupacionais estimadas para o contexto norte-americano podem não representar os requerimentos demandados pelos postos de trabalho no Brasil. Acredita-se que a utilização das duas classificações em seu nível mais detalhado ajuda a minimizar este problema, pois aumenta a chance de uma melhor correspondência. Foi também realizada uma inspeção detalhada dos níveis educacionais e das tarefas ocupacionais descritas em cada classificação nacional. Este procedimento possibilitou a correção de muitas inconsistências geradas pelo pareamento inicialmente baseado na correspondência internacional e na análise dos títulos ocupacionais.

Apesar dos esforços para minimizar inconsistências mais visíveis, os resultados propostos devem ser interpretados como uma aproximação, para o contexto brasileiro, do contexto do mercado de trabalho presente nos Estados Unidos. Uma aproximação motivada, no entanto, pela ausência de informações deste tipo desenvolvidas especificamente para o Brasil. Acredita-se, assim, que a utilização do modelo ONET e de sua aproximação para a CBO possa servir de base para o desenvolvimento futuro de levantamentos voltados especificamente para o Brasil.

Uma vez aceitas, apesar das limitações apresentadas, as variáveis ONET como uma descrição aproximada das habilidades e competências demandadas pelos postos de trabalho no Brasil, impõe-se uma questão metodológica adicional. As mais

de 240 variáveis ocupacionais disponíveis representam um conjunto bastante amplo de informações, mas muitas delas são bastante correlacionadas em si. Seguindo Feser (2003) e Ingram e Neumann (2006), foi utilizado um procedimento de análise fatorial, que teve por objetivo reduzir este grande conjunto de variáveis a um número menor de construtos, chamados fatores, que representam dimensões mais gerais de habilidades e competências subjacentes ao modelo ONET.

Utilizou-se, especificamente, o método de análise fatorial exploratória (AFE), utilizado na literatura para construir um modelo de fatores latentes (DeCoster, 1998; Johnson e Wichern, 2002; Thompson, 2004). Os fatores latentes, ou construtos, condensam, em um número menor de variáveis, a maior parte da variância expressa pelo conjunto completo de variáveis ONET. Ao mesmo tempo, o agrupamento e a participação relativa de cada variável em cada fator auxiliam na caracterização e na descrição posterior dos fatores.

Neste estudo, a AFE foi utilizada para determinar, a partir das variáveis ONET, um conjunto de macrocompetências ocupacionais que revelam diferentes dimensões de habilidades, competências, aptidões, áreas de conhecimento e atitudes requeridas pelas diversas CBOs. Diferentes métodos de AFE foram testados, seguindo-se a sequência decisória proposta na literatura (Fabrigar et al., 1999; Schmitt, 2011; Thompson, 2004). Esta sequência consiste nos passos a seguir: i) decisões sobre as variáveis a serem mantidas no modelo; ii) decisões sobre a matriz de associação estatística a ser utilizada; iii) decisões acerca do número final de fatores a ser extraído; iv) decisões relacionadas ao método de rotação dos fatores; e v) decisões sobre o cálculo dos escores a serem utilizados nas análises posteriores.

Optou-se por aplicar a análise fatorial inicialmente sobre todas as ocupações norte-americanas, dando a elas o mesmo peso amostral. Uma alternativa seria proceder como Ingram e Neumann (2006) e atribuir, para cada ocupação, seu peso relativo no total do emprego do país, para um dado ano base. Neste caso, no entanto, as competências e habilidades utilizadas em ocupações mais frequentes, muitas delas relativas a trabalhadores menos qualificados, dominariam a formação dos fatores, tornando as qualificações mais específicas, geralmente associadas a ocupações menos frequentes, menos importantes no resultado final.

Este procedimento foi testado, mas os resultados obtidos foram considerados insatisfatórios. A partir de uma perspectiva econômica, é importante ressaltar as habilidades e competências demandadas pelas ocupações mais qualificadas. Apesar de muitas delas não representarem um peso relativo muito grande no emprego de uma região ou setor de atividade particular, elas constituem, em muitos casos, o elemento distintivo destas mesmas regiões, ou atividades. Assim, optou-se, no modelo final, por atribuir um mesmo peso inicial para todas as ocupações, sem prejuízo de análises posteriores, nas quais o peso relativo de cada fator ocupacional para uma determinada região, por exemplo, pode ser ponderado pela importância de cada ocupação no pool local de trabalhadores.

Com relação à retenção das variáveis, a chamada medida de adequação amostral (*measure of sampling adequacy* – MSA) de Kaiser (Kaiser e Rice, 1974) foi utilizada para excluir variáveis ONET cuja variância não estivesse suficientemente relacionada com a das demais variáveis. Kaiser e Rice (1974) argumentam que a MSA de cada variável deve, idealmente, ser superior a 0,8, e este foi o critério utilizado para a retenção de variáveis. Variáveis excluídas por este critério, tais como força de explosão e flexibilidade corporal dinâmica, apresentaram valores elevados de utilização para um conjunto muito diverso de ocupações, o que ocasionou sua falta de aderência ao conjunto das variáveis retidas.

Por exemplo, a força de explosão é requerida por ocupações braçais, tanto rurais como urbanas, mas também por atletas e artistas, ocupações que demandam outras habilidades bastante distintas das ocupações braçais. O critério da MSA permite avaliar se estas circunstâncias afetam a presença de uma determinada variável no modelo.

O número de fatores retidos foi norteado pelos diversos métodos existentes para esta escolha. O mais comum é o método de Kaiser (1960), que consiste em reter os fatores com autovalores maiores que a unidade. Este critério é considerado, na atualidade, um teto para o número de fatores a serem retidos. O método de análise paralela (Horn, 1965; Zwick e Velicer, 1986) tem sido considerado (Crawford et al., 2010) um dos mais adequados para a determinação do número de fatores em uma modelo. Assim, os critérios de Kaiser (autovalores maiores que a unidade) e Horn (análise paralela) foram os dois principais critérios escolhidos para a decisão sobre o número final de fatores a ser retido. A análise das 215 variáveis ONET escolhidas para compor o modelo final foi conduzida nos softwares SAS e SPSS (O'Connor, 2000).

Os métodos de Kaiser e Horn convergiram para a escolha final de 24 fatores. Este número de fatores difere um pouco de estudos anteriores (Maciente, 2012a, 2013) por três razões principais. Em primeiro lugar, os resultados a serem apresentados neste capítulo utilizaram versões mais recentes da CBO e da base de dados ONET disponíveis em 2014. Estas versões permitiram uma revisão da correspondência entre as duas ocupações nacionais, além de alterarem em alguma medida as notas de algumas ocupações em algumas das variáveis.

Em segundo lugar, optou-se pela exclusão de algumas variáveis ONET ligadas aos valores do trabalhador, baseadas no modelo teórico de Dawis e Lofquist (1984). Estas variáveis (por exemplo: a necessidade de reconhecimento profissional, a importância de valores morais), mostraram um padrão próprio, de interpretação mais difícil.

Por fim, optou-se por aplicar a análise de fatores diretamente às ocupações norte-americanas e aplicar seus escores nos fatores posteriormente nas ocupações brasileiras. Isso permite uma maior comparabilidade futura entre as habilidades ocupacionais do mercado de trabalho dos dois países.

Em relação à extração dos fatores, foram testados o método de componentes principais e os métodos de análise fatorial alfa, iterativa e comum. Optou-se, por fim, pela análise fatorial comum, que apresentou uma menor matriz de correlação dos resíduos e gerou fatores de mais fácil interpretação.

Quanto à rotação, uma técnica que objetiva facilitar a interpretação dos construtos, optou-se pelo método promax, que permite que os fatores finais sejam correlacionados. Apesar de dificultar o uso dos fatores como variáveis independentes em análises posteriores de regressão, por exemplo, devido à sua eventual correlação, considerou-se inadequado o uso de métodos que impusessem a ortogonalidade, isto é, a não correlação dos fatores. Isto porque os fatores ocupacionais incluem variáveis relacionadas a habilidades mentais, traços de personalidade e atitudes dos trabalhadores. Nestes casos, como afirmam Fabrigar et al. (1999), há uma sólida base teórica e empírica para a consideração de possíveis correlações entre os fatores.

A tabela 1 apresenta os nomes atribuídos aos 24 fatores ocupacionais obtidos com a análise fatorial, mostrando também a proporção da variância total explicada por cada um deles e a proporção cumulativa. Os fatores abarcam cerca de 83% da variância total presente nas variáveis originais. Os fatores mais importantes em termos da proporção da variância explicada são os fatores que foram chamados de habilidades cognitivas, habilidades de operação e controle e conhecimento em

ciências da saúde. Os nomes dos fatores foram escolhidos de acordo com as variáveis originais mais correlacionadas com cada um deles.

O fator *habilidades cognitivas*, por exemplo, representa um conjunto mais geral de habilidades e competências, incluindo variáveis ligadas ao raciocínio lógico, à capacidade de aprendizado e ao domínio da língua escrita. A lista completa de variáveis e de suas correlações com os fatores pode ser obtida junto ao autor.

O fator *habilidades de operação e controle* inclui habilidades ligadas à operação de máquinas e equipamentos, ao controle de processos, à inspeção e reparação de máquinas, bem como à destreza manual. O fator conhecimento em ciências da saúde abarca as áreas de conhecimento da medicina e da psicologia, além de habilidades ligadas à terapia e à aptidão para servir e cuidar de pessoas.

Habilidades gerenciais incluem a habilidade de coordenar e administrar pessoas e recursos, além das áreas de conhecimento em economia, administração e contabilidade. O fator conhecimento em design e engenharia inclui as áreas de conhecimento ligadas à engenharia e à construção, além de habilidades ligadas ao design, ao desenho técnico, à visualização e à física. As habilidades artísticas incluem habilidades ligadas à inovação, à criatividade e às belas artes.

TABELA 1

Fatores ocupacionais e proporção da variância explicada

	Fator	Autovalor	Proporção individual	Proporção cumulativa
1	Habilidades cognitivas	70,814	32,9	32,9
2	Habilidades de operação e controle	29,179	13,6	46,5
3	Conhecimento em ciências da saúde	16,951	7,9	54,4
4	Habilidades gerenciais	8,628	4,0	58,4
5	Conhecimento em design e engenharia	7,937	3,7	62,1
6	Habilidades artísticas	5,448	2,5	64,6
7	Habilidades para tarefas rotineiras	4,542	2,1	66,7
8	Habilidades em transportes	3,831	1,8	68,5
9	Habilidades físicas e motoras	3,685	1,7	70,2
10	Habilidades de vendas	3,454	1,6	71,8
11	Conhecimento em ciências sociais	2,949	1,4	73,2
12	Conhecimento em ciências naturais	2,776	1,3	74,5
13	Habilidades para gestão de conflitos	2,299	1,1	75,6
14	Habilidades para o trabalho em equipe	2,047	1,0	76,5
15	Conhecimento em educação	2,000	0,9	77,5
16	Atitudes de independência	1,749	0,8	78,3
17	Conhecimento em tecnologia da informação	1,644	0,8	79,0
18	Habilidades visuais e perceptivas	1,499	0,7	79,7

	Fator	Autovalor	Proporção individual	Proporção cumulativa
19	Experiência no trabalho	1,391	0,6	80,4
20	Habilidades em instalação e manutenção	1,307	0,6	81,0
21	Habilidades de aferição	1,261	0,6	81,6
22	Conhecimento em matemática	1,084	0,5	82,1
23	Atitudes de iniciativa e esforço	1,075	0,5	82,6
24	Habilidades secretariais	1,030	0,5	83,1

Elaboração do autor.

As *habilidades em automação* incluem a acurácia, a operação de tarefas repetitivas, a atenção a detalhes e a aptidão para um trabalho mais convencional, com menor conteúdo criativo. As *habilidades em transportes* incluem a capacidade de orientação espacial, aptidões para a visão noturna e periférica, para a sensibilidade à luz e a habilidade para a operação de veículos.

As *habilidades físicas e motoras* incluem a coordenação corporal, a força física, o equilíbrio e a familiaridade com o uso de equipamentos de segurança. Este fator é o menos relacionado com as *habilidades cognitivas*, pois está ligado a ocupações intelectualmente menos demandantes. O fator *habilidades de vendas* reúne as habilidades em vendas e *marketing*, a capacidade de influenciar, o atendimento ao público externo e a aptidão para ambientes de maior competição.

Conhecimento em ciências sociais abrange conhecimento em ciências sociais e humanas (história, geografia, sociologia, antropologia, filosofia etc.) e em línguas estrangeiras. Já o *conhecimento em ciências naturais* abarca a química, a biologia e, secundariamente, a física. As *habilidades para a gestão de conflitos* englobam a capacidade de lidar com conflitos e com pessoas violentas ou em situação de estresse, além de conhecimentos na área de segurança pública.

Habilidades para o trabalho em equipe agrupam a aptidão para o trabalho em grupo, a capacidade de coordenar e equipes de trabalho e de conduzir discussões face a face, bem como a responsabilidade com a segurança de outros e com a obtenção de resultados. Já as *habilidades em educação* incluem a habilidade de falar em público e conhecimentos e habilidades em educação e treinamento.

Atitudes de independência incluem a liberdade e uma maior frequência na tomada de decisões, a capacidade de estruturar o trabalho, bem como a atenção para o impacto das decisões nos resultados e em outras pessoas. O fator *habilidades em tecnologia da informação* envolve as áreas de conhecimento em telecomunicações, computação e eletrônica e também em comunicações e mídia.

As *habilidades visuais e perceptivas* incluem a visão a distância, a rapidez de percepção e a discriminação de cores. O fator *experiência no trabalho*, por seu turno, está relacionado ao grau de treinamento e experiência prática do trabalhador. As *habilidades em instalação e manutenção* incluem habilidades para o reparo, a manutenção e a instalação de equipamentos.

Habilidades de aferição abrangem o acompanhamento de processos, materiais e ambientes, a capacidade de quantificar produtos, eventos e informação e de avaliar a qualidade de objetos e serviços. As *habilidades matemáticas* incluem a facilidade para lidar com números e o domínio da área de conhecimento e do raciocínio matemáticos.

Atitudes de iniciativa e *esforço* englobam a capacidade de tomar iniciativas, o esforço, a persistência e a confiabilidade. Por fim, as *habilidades secretariais* incluem o desempenho de atividades de cunho administrativo e burocrático.

Os construtos acima descritos podem ser também organizadas sob a ótica da taxonomia de objetivos educacionais de Bloom (Bloom, 1956; Krathwohl, Bloom e Masia, 1964; Krathwohl, 2002), que organiza os objetivos educacionais em três grandes áreas: *i)* o domínio cognitivo, que abrange o desenvolvimento de habilidades mentais, ligadas ao conhecimento; *ii)* o domínio psicomotor, que abrange o desenvolvimento de habilidades físicas e manuais; e *iii)* o domínio afetivo, que abrange sentimentos, emoções e as atitudes deles derivadas.

Este arcabouço, assim como versões mais recentes dele derivadas, foi também proposto no desenvolvimento de objetivos de treinamento para o mercado de trabalho (Kraiger, Ford e Salas, 1993). A análise fatorial, apesar de mesclar variáveis relativas a habilidades, conhecimentos e atitudes, resultou em grupos que podem ser classificados segundo a predominância de variáveis relativas a cada um desses três grandes domínios (tabela 2).

Os fatores relativos a habilidades cognitivas, artísticas e gerenciais, bem como os que envolvem mais diretamente as áreas de conhecimento específicas, agregaram variáveis predominantemente cognitivas. Os grupos de habilidades que envolvem a operação, a manutenção e a instalação de máquinas e equipamentos apresentam um elevado conteúdo de habilidades psicomotoras, tais como a atenção, a execução de tarefas rotineiras e diferentes tipos de aptidões físicas ou sensoriais.

Por fim, alguns grupos envolvem predominantemente atitudes e habilidades mais estreitamente ligadas a atitudes. São exemplos dessa conexão: a capacidade de convencimento e de lidar com clientes, no caso das habilidades para vendas; e a habilidade de lidar com pessoas em situação de estresse, importante para a gestão de conflitos.

TABELA 2

Organização das habilidades ocupacionais segundo a taxonomia de Bloom

Domínio cognitivo	Domínio psicomotor	Domínio afetivo
Habilidades cognitivas	Habilidades de operação e controle	Habilidades de vendas
Conhecimento em ciências da saúde	Habilidades para tarefas rotineiras	Habilidades para gestão de conflitos
Conhecimento em design e engenharia	Habilidades em transportes	Habilidades para o trabalho em equipe
Habilidades artísticas	Habilidades físicas e motoras	Atitudes de independência
Conhecimento em ciências sociais	Habilidades visuais e perceptivas	Atitudes de iniciativa e esforço
Conhecimento em ciências naturais	Habilidades em instalação e manutenção	Habilidades secretariais
Conhecimento em educação	Habilidades de aferição	
Conhecimento em TI		
Conhecimento em matemática		
Habilidades gerenciais		

Elaboração do autor.

O conjunto de fatores acima descrito, apesar de dependente do método estatístico e das decisões tomadas em relação ao modelo final, descreve de forma bastante rica as diversas dimensões da qualificação exigida dos trabalhadores em seus postos de trabalho. A metodologia da análise fatorial permitiu obter, para cada ocupação, a intensidade relativa no uso de cada um dos fatores obtidos. Para tanto foram testados diversos métodos de cálculo dos escores finais das ocupações nos fatores. Entre os mais comuns estão o método de regressão, o método de Bartlett e o método de Anderson-Rubin (DiStefano, Zhu e Mindrila, 2009). Os três métodos foram investigados no SPSS e o método de regressão foi obtido no *software* SAS. Este último, que se aproximou bastante dos escores de Bartlett produzidos pelo SPSS, foi escolhido para a análise final.

Os escores representam a “nota” de cada ocupação em cada um dos fatores, ou grupos de habilidades. A partir deles é possível, por exemplo, estimar, para diferentes regiões, as diferenças de especialização em habilidades laborais das diferentes regiões de um país, tais como reveladas pelas ocupações desempenhadas pelos seus trabalhadores.

Do ponto de vista setorial, a metodologia permite estimar o grau de utilização relativa de cada grupo de habilidades por parte de cada atividade econômica. Assim, para determinados cenários de crescimento econômico e setorial, seria possível estimar as prováveis demandas futuras pelos diferentes tipos de qualificações da mão de obra, bem como identificar eventuais gargalos regionais ou setoriais. Com relação a estudos sobre inovação e produtividade, é possível investigar, por exemplo, se as práticas das empresas, no que se refere ao uso de determinadas qualificações, está associada a melhores resultados tecnológicos e econômicos. Assim, espera-se que os resultados da presente pesquisa auxiliem na compreensão de novos fenômenos ligados à qualificação da mão de obra no Brasil.

3. O USO DE HABILIDADES OCUPACIONAIS NO BRASIL

Os escores ocupacionais nos 24 grupos de habilidades ocupacionais permitem mensurar sua utilização no mercado de trabalho formal, dos pontos de vista nacional, setorial e regional. Os resultados apresentados nesta seção baseiam-se nas informações disponibilizadas na Rais/MTE para o período 2003-2012.

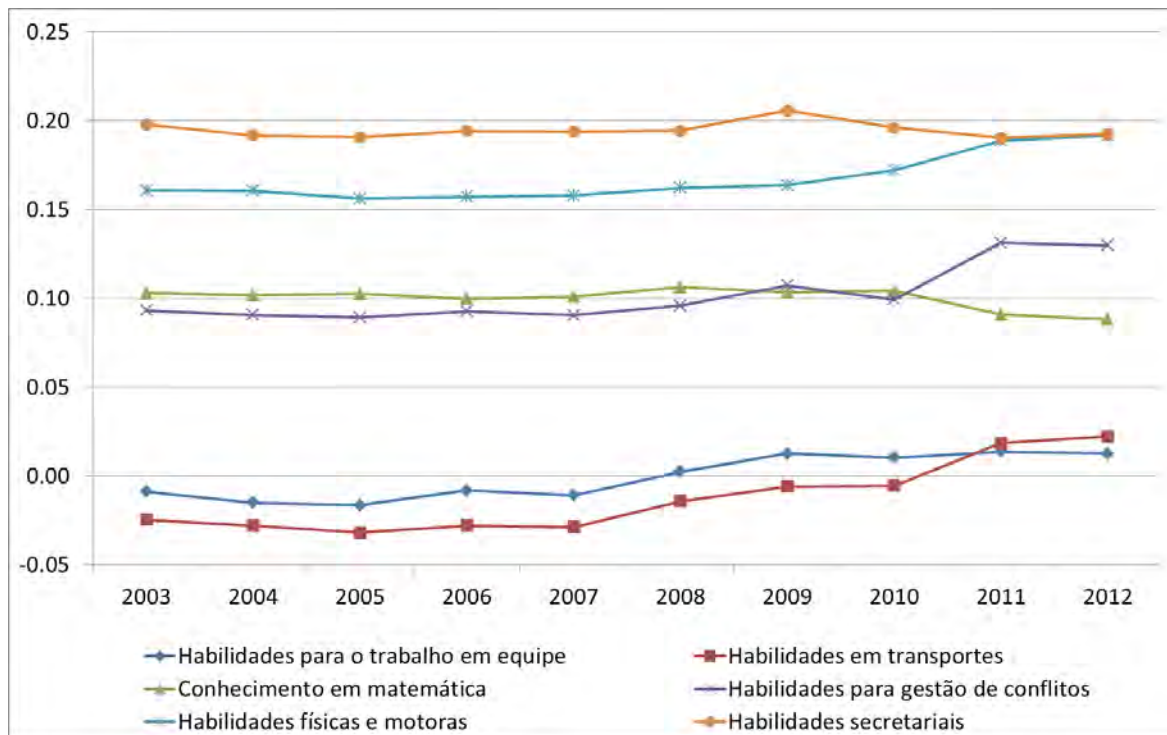
A utilização média dos fatores representa a nota média obtida por cada ocupação em cada grupo de habilidades, ponderada pela participação desta ocupação no emprego total da unidade regional ou setorial em análise. Os setores de atividade foram agregados segundo a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), e os resultados regionais utilizam as Áreas de Concentração de População (ACPs) definidas na pesquisa *Regiões de Influência das Cidades* (IBGE, 2008).

No Brasil, o comércio, a administração pública, a construção civil e o ensino têm grande peso na geração de emprego, representando cerca de metade dos empregos formais do país. Dessa forma, a demanda nacional por competências e habilidades refletirá o perfil do trabalhador empregado nestes setores. O gráfico 1 apresenta a evolução recente das habilidades mais utilizadas no Brasil no período 2003-2010. No eixo vertical, os valores correspondem à média nacional, calculada a partir dos escores de cada ocupação em um determinado fator, ponderados pelo número de empregados em cada ocupação. Os fatores têm seus escores padronizados, com média zero e desvio padrão unitário, de modo que valores médios positivos indicam a utilização mais intensiva de ocupações mais especializadas no uso do fator.

Os resultados indicam que o Brasil possui sua mão de obra empregada em ocupações que utilizam mais intensivamente habilidades secretariais, isto é, ligadas a atividades administrativas, as habilidades físicas e motoras e para a gestão de conflitos, o conhecimento em matemática, e as habilidades em transportes e de trabalho em equipe.

GRÁFICO 1

Habilidades laborais mais utilizadas no Brasil



Fonte: Rais/MTE.

Elaboração do autor.

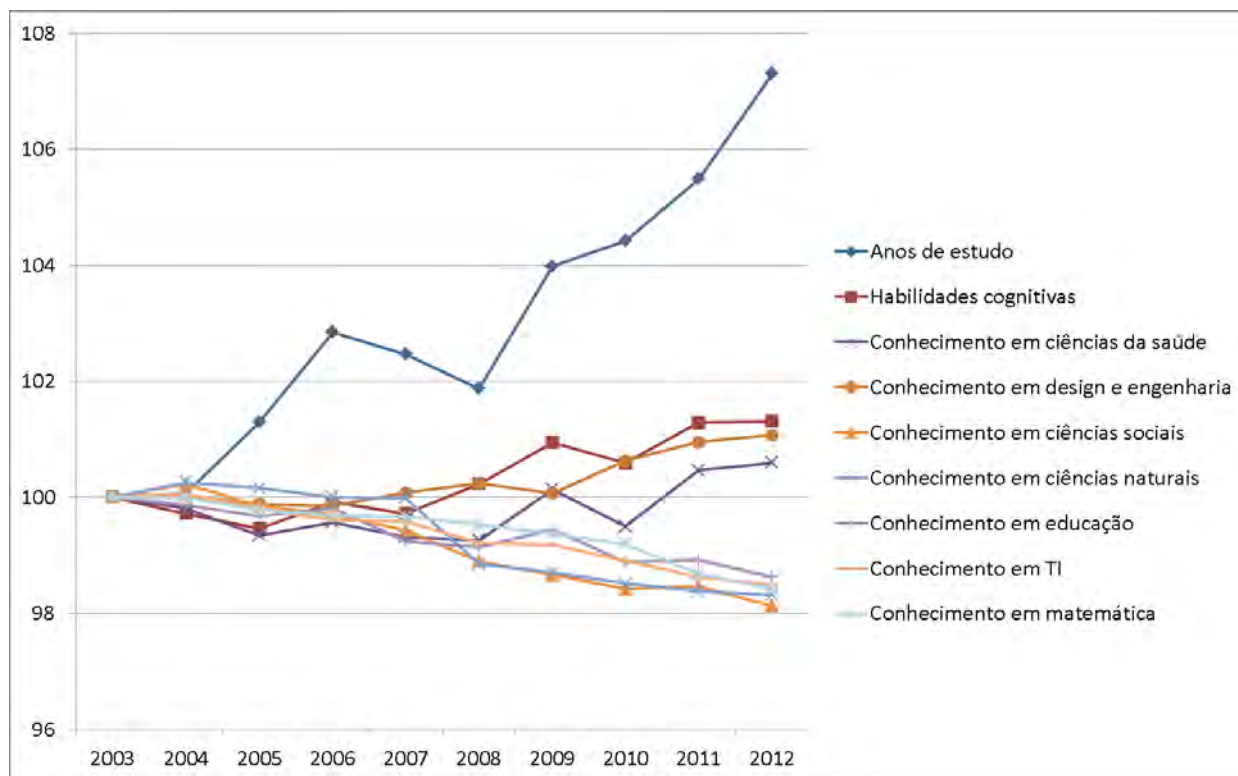
Os demais grupos de habilidades – com escores médios inferiores a zero – são relativamente menos utilizados pelas empresas e instituições empregadoras. Destacam-se, neste sentido, as habilidades cognitivas, que representam habilidades ligadas à compreensão da língua e ao raciocínio lógico. Este representa o conjunto de habilidades relativamente menos utilizado no conjunto das ocupações, seguido do conhecimento em design e engenharia, das habilidades de aferição, das habilidades gerenciais e das visuais e perceptivas. Estas comparações precisam ser interpretadas com cuidado, pois não significam que os trabalhadores não são demandados em suas habilidades cognitivas e artísticas.

A comparação da utilização relativa dos fatores confirma que o mercado de trabalho brasileiro, como acontece em todo o mundo, é dominado por ocupações que não representam os estratos ocupacionais mais intensivos em habilidades cognitivas. As exceções estão concentradas em habilidades mais específicas, a exemplo de conhecimento em ciências da saúde, ensino e ciências sociais, tecnologia da informação (TI) e transportes, voltadas para o provimento de bens públicos e serviços.

É possível também comparar a evolução da utilização recente de habilidades com a evolução da escolaridade média dos trabalhadores formais. O gráfico 2 faz esta comparação para as habilidades ligadas ao domínio cognitivo, que apresentam uma maior aderência com áreas específicas do conhecimento.

GRÁFICO 2

Evolução de anos de estudo e da intensidade do uso de habilidades ligadas ao conhecimento (média de 2003 = 100)



Fonte: Rais/MTE.

Elaboração do autor.

O número médio de anos de estudo, estimado a partir das categorias de escolaridade dos trabalhadores na Rais, ponderadas pelo número de horas trabalhadas no ano, cresceu 7,3% entre 2003 e 2012. Este crescimento reflete o aumento da escolaridade formal da população ocorrido nas últimas décadas, mas ainda assim representa um nível educacional médio muito baixo: de pouco menos de 6 anos de estudo em 2003 para 6,4 anos de estudo, em média, em 2013.

A utilização de habilidades ligadas ao conhecimento, no entanto, não tem crescido no mesmo ritmo, ocorrendo até mesmo uma redução na utilização de várias áreas de conhecimento. As únicas habilidades desse tipo para as quais houve algum aumento, ainda assim inferior a 2% nesse período, foram as habilidades cognitivas gerais e as ligadas ao conhecimento em design e engenharia e em ciências da saúde. Em parte isso se deve à alta correlação, no nível ocupacional, entre a escolaridade e a utilização de habilidades cognitivas gerais, que é da ordem de 0,79.

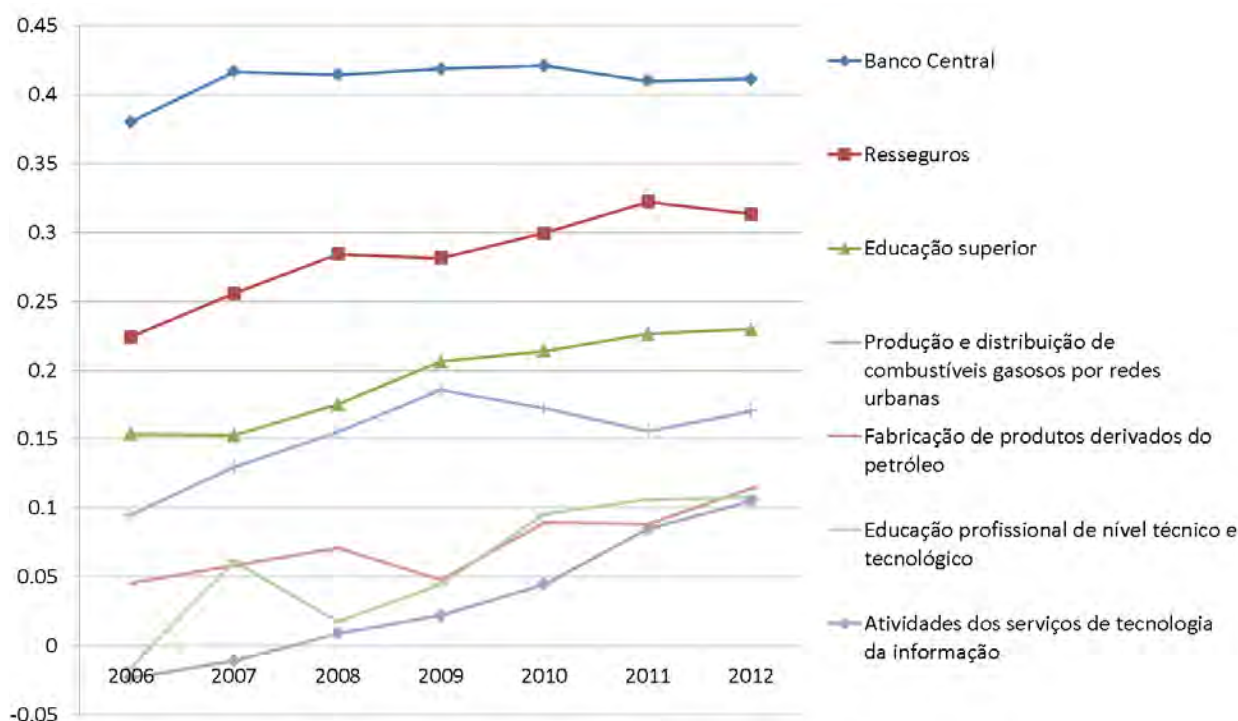
As áreas de conhecimento em matemática, tecnologia da informação, educação, ciências naturais e ciências sociais apresentaram quedas no nível de utilização, quando comparados aos patamares de 2003. Isto indica que vínculos empregatícios intensivos nessas áreas de conhecimento têm se tornado menos frequentes, relativamente ao total de vínculos na economia.

3.1 O uso setorial de habilidades ocupacionais

Do ponto de vista setorial, as habilidades cognitivas mais gerais, representadas no fator habilidades cognitivas, são utilizadas predominantemente pelos setores de intermediação financeira, pelos ligados a produção e distribuição de petróleo, gás e seus derivados, bem como pelos de educação, atividades de tecnologia da informação e pesquisa e desenvolvimento. O gráfico 3A revela que ocorreu nos últimos anos importante crescimento do uso dessas habilidades nos serviços de tecnologia da informação, uma atividade cada vez mais importante para o provimento de serviços tecnológicos para pessoas e empresas. O eixo vertical corresponde à média estimada de utilização do fator pelos empregados em cada setor de atividade, ponderada pelo total de horas trabalhadas em cada ocupação.

GRÁFICO 3A

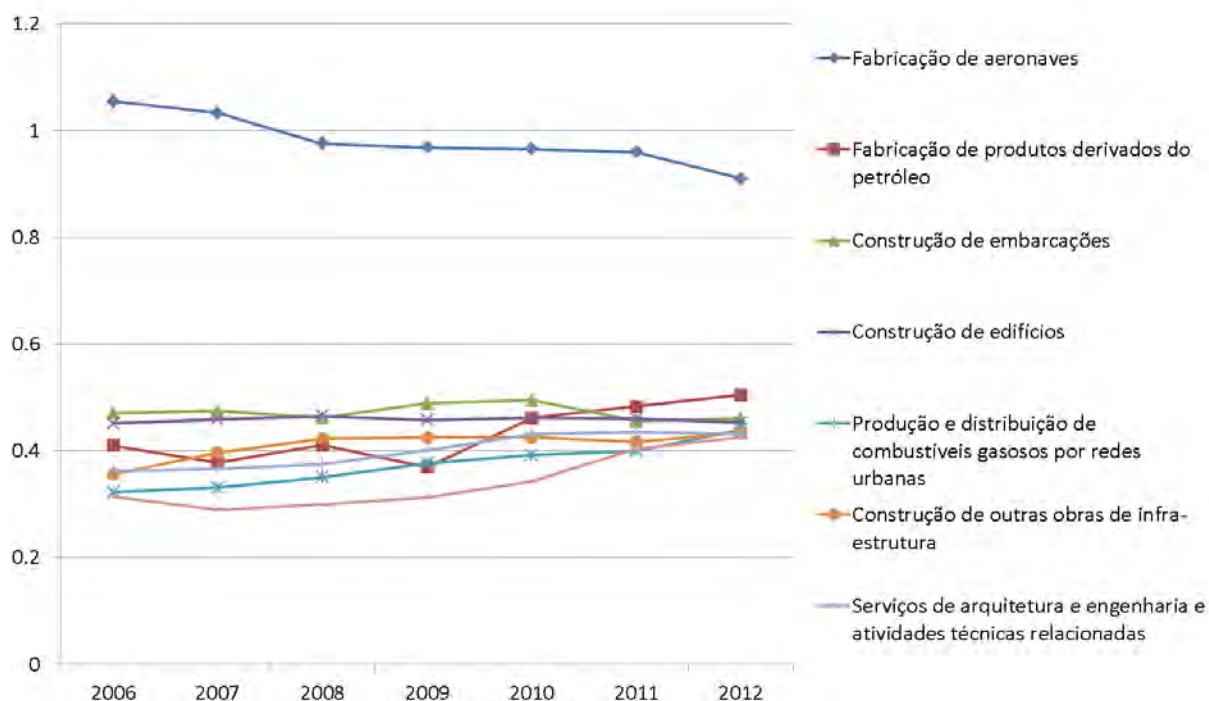
Setores mais intensivos no fator habilidades cognitivas



Fonte: Rais/MTE e ONET.

Elaboração do autor.

GRÁFICO 3B - Setores mais intensivos no fator design e engenharia



Fonte: Rais/MTE e ONET.

Elaboração do autor.

Habilidades ligadas ao *design* e à engenharia são intensivamente utilizadas pelas indústrias aeronáutica e naval, pelo setor de construção, pela cadeia do petróleo, pela construção e montagem de estruturas metálicas, pela metalurgia e pela indústria de combustíveis nucleares (Gráfico 3B).

Com relação aos demais grupos de habilidades, as habilidades ligadas à operação e controle são mais demandadas pelas indústrias extrativas, pela metalurgia, pela construção naval e pelo transporte ferroviário. Habilidades gerenciais são mais utilizadas pelo setor financeiro, pela cadeia do petróleo e pela administração pública. Habilidades em transporte são, naturalmente, mais utilizadas pelos diversos modais do transporte, pelo setor de limpeza pública e pelos serviços de saneamento básico, bem como por setores produtores de *commodities* agrícolas.

As habilidades físicas e motoras são utilizadas mais intensivamente na construção, na produção de cimento e concreto, na produção agropecuária e na limpeza urbana. Quanto às habilidades ligadas às ciências naturais, estas são utilizadas mais intensivamente pelo setor de combustíveis nucleares, pela indústria do petróleo, por indústrias químicas e metalúrgicas e pelos setores hospitalar e de pesquisa e desenvolvimento (P&D).

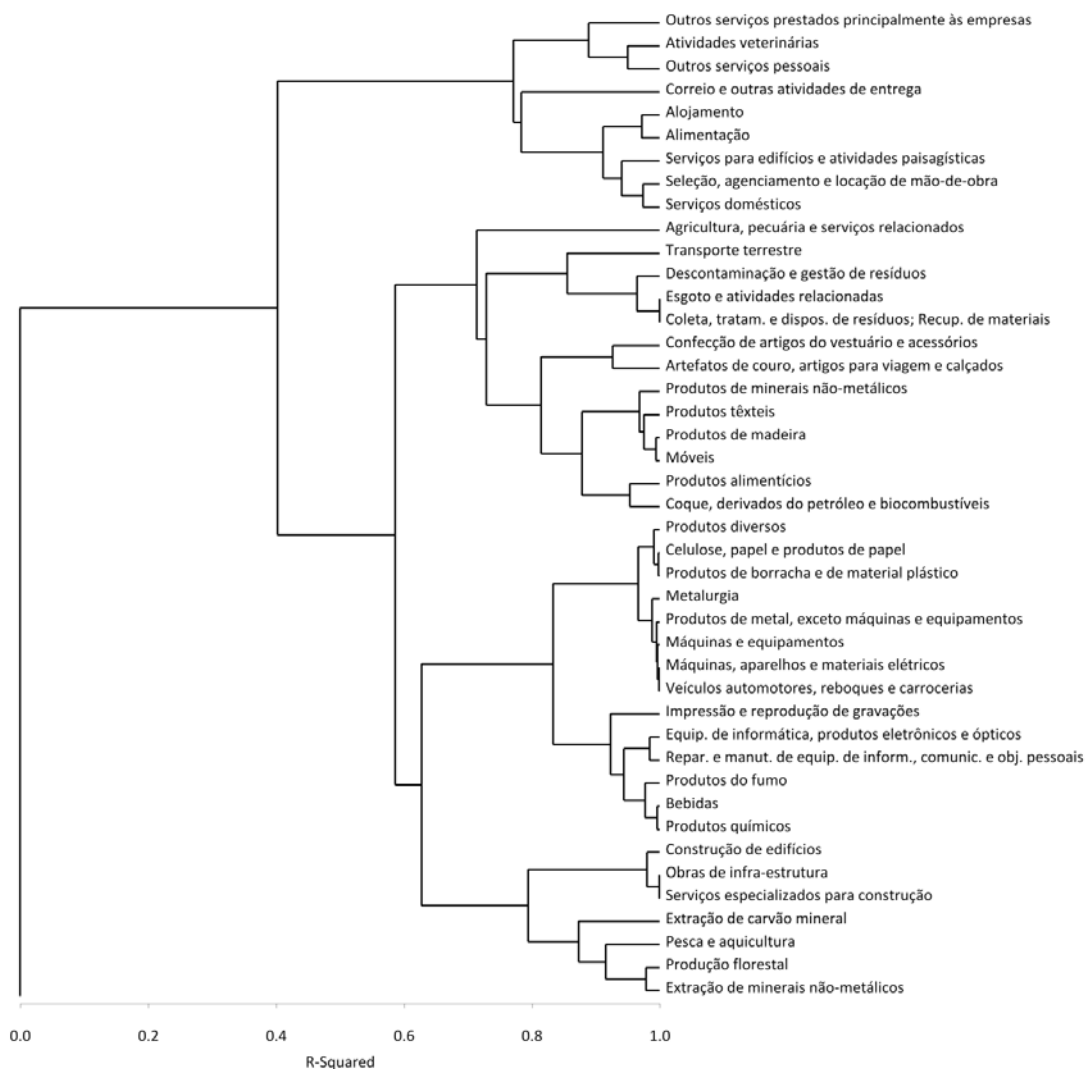
Os resultados setoriais brevemente já descritos podem ser aplicados ao estudo mais sistemático das similaridades no uso de mão de obra por parte dos setores de atividade. Esta similaridade é um dos elementos destacados na literatura econômica para a concentração de empresas e setores de atividade. Tanto os trabalhadores quanto as empresas podem beneficiar-se de externalidades positivas geradas por mercados de trabalho mais densos e/ou mais especializados. No caso de mercados mais densos e diversificados, as chamadas economias de urbanização (Fujita e Thisse, 2002; Jacobs, 1969)

conduzem a uma maior facilidade de contratação de trabalhadores normalmente pouco acessíveis em regiões menores. Há também possibilidades de ganhos para os trabalhadores, na forma de mercados de trabalho mais estáveis e menos suscetíveis a flutuações econômicas de setor de atividade específico ou de empregador isolado.

Assim, para mensurar a similaridade no uso de habilidades cognitivas e técnicas, foram calculados os escores médios dos grupos de habilidades utilizadas em cada um dos grupos de atividade econômica. Estes valores foram utilizados como variáveis na análise de clusters hierárquicos de Ward (1963), que agrupou os setores de atividade de acordo com a similaridade no uso de habilidades. A figura 2 apresenta um dos grandes grupos gerados pelo procedimento de clusters hierárquicos, calculados a partir dos dados da Rais de 2012.

FIGURA 2

Clusters hierárquicos de atividade, segundo a similaridade da mão de obra



Fonte: Rais/MTE e ONET.

Elaboração do autor.

A figura 2 representa uma árvore de agrupamentos hierárquicos. Quanto mais próxima da unidade a junção de dois setores, maior é a similaridade do uso de habilidades, indicando que os setores utilizam um perfil semelhante de trabalhadores. Nota-se, por exemplo, uma grande similaridade nas habilidades utilizadas nos setores de serviços de alojamento, alimentação, agenciamento e locação de mão de obra e serviços domésticos.

Os setores de extração de minerais e os de pesca e produção florestal também possuem uma mão de obra bastante similar, bem como os diversos setores de construção. Entre os setores industriais, destaca-se a grande similaridade no uso de habilidades laborais por parte dos setores de metalurgia, produtos de metal, máquinas e veículos automotores.

Esses agrupamentos representam potenciais sinergias no uso de mão de obra e potenciais focos de políticas públicas que visem estimular o treinamento e a qualificação da mão de obra voltada para o atendimento de um conjunto de setores de atividade.

3.2 O uso regional de habilidades ocupacionais

Uma abordagem regional pode ser realizada com a utilização da pesquisa *Regiões de Influência das Cidades* (IBGE, 2008). Esta pesquisa agrega os municípios do país em ACPs que representam regiões de influência. Estas regiões, entre outras características, constituem boa aproximação dos mercados de trabalho municipais e metropolitanos do país. A tabela 3 apresenta a categorização criada pelo IBGE, bem como o número de ACPs existente em cada categoria. A grande metrópole nacional agrega municípios que compõem a região metropolitana de São Paulo, enquanto as duas metrópoles nacionais consistem nas regiões sob a influência das cidades do Rio de Janeiro e de Brasília.

TABELA 3

Categorização das Áreas de Concentração de População (ACPs)

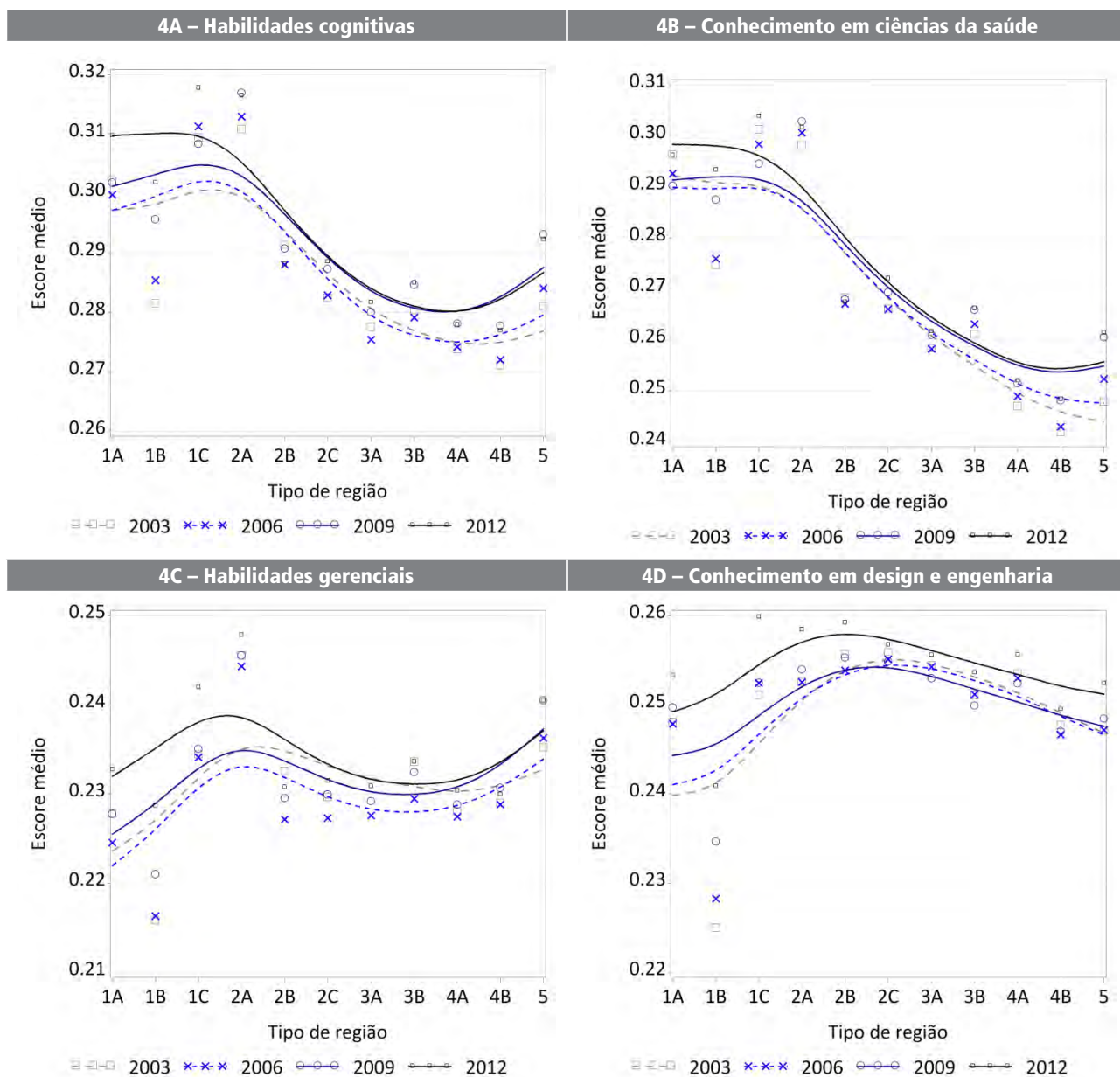
Código	Tipo de área	Número de áreas
1A	Grande metrópole nacional	1
1B	Metrópole nacional	2
1C	Metrópole	9
2A	Capital regional A	11
2B	Capital regional B	20
2C	Capital regional C	39
3A	Centro sub-regional A	85
3B	Centro sub-regional B	79
4A	Centro de zona A	192
4B	Centro de zona B	364
5	Centro local	4.472

Fonte: IBGE (2008).

Elaboração do autor.

Tomando-se essa classificação como referência para a agregação regional, foram calculados índices de utilização relativa das diferentes habilidades ocupacionais por tipo de ACP. Alguns casos selecionados podem ser vistos no gráfico 4 que apresenta curvas ajustadas às médias anuais, por categoria de ACPs, com a utilização de rotina de ajustamento de spline, implementada no software estatístico SAS.

GRÁFICO 4 - Distribuição Regional (por ACPs) de habilidades laborais



Fonte: Rais/MTE e ONET.

Elaboração do autor.

Os resultados indicam que as grandes regiões metropolitanas são mais intensivas no uso de habilidades cognitivas e no conhecimento em ciências da saúde. A comparação das curvas para 2003, 2006, 2009 e 2012 demonstra que as ACPs menores aumentaram a utilização de habilidades cognitivas até 2009, mas que entre 2009 e 2012 o crescimento se deu mais nos grandes centros urbanos.

Habilidades gerenciais e conhecimentos em design e engenharia estão mais concentrados em regiões metropolitanas regionais e capitais regionais. Já as cidades menores são mais intensivas nas habilidades ligadas a operação e controle, a trabalhos que demandam maior aptidão física e motora.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo teve o objetivo de identificar as habilidades ocupacionais mais importantes para a caracterização da qualificação da mão de obra no Brasil. A motivação desta metodologia é identificar, setorial e regionalmente, padrões e tendências que possam ser úteis para o desenvolvimento de políticas de qualificação da mão de obra, bem como traçar a relação destas políticas com as dimensões regionais e setoriais do desenvolvimento econômico.

Os resultados indicam várias vertentes futuras de estudo; entre estas, a investigação de aglomerações industriais e urbanas que possam beneficiar-se de políticas de ensino e qualificação mais específicas para as necessidades locais.

REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, D.; AUTOR, D. Skills, Tasks and technologies: implications for employment and earnings. In: ASHENFELTER, O.; CARD, D. (Eds.). *Handbook of Labor Economics. Handbooks in Economics*. [s.l.] Elsevier, 2011. v. 4, Part Bp. 1043-1171.
- BLOOM, B. S. *Taxonomy of educational objectives: the classification of educational goals*. 1st ed. Harlow, Essex, England: Longman Group, 1956.
- BOESE, R. et al. Summary of O* NET 4.0 Content Model and Database. National Center for O* NET Development, Raleigh, NC, 2001.
- BRASIL. MINISTÉRIO TRABALHO E EMPREGO (MTE). *Classificação Brasileira de Ocupações: CBO*. Brasília: MTE-SPPE, 2010.
- CRAWFORD, A. V. et al. Evaluation of parallel analysis methods for determining the number of factors. *Educational and Psychological Measurement*, v. 70, n. 6, p. 885-901, 2010.
- DAWIS, R. V.; LOFQUIST, L. H. *A psychological theory of work adjustment: an individual-differences model and its applications*. [s.l.] Minneapolis: University of Minnesota Press, 1984.
- DECOSTER, J. Overview of factor analysis, 1998. Disponível em: <<http://www.stat-help.com/factor.pdf>>.
- DISTEFANO, C.; ZHU, M.; MINDRILA, D. Understanding and using factor scores: considerations for the applied researcher. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, v. 14, n. 20, p. 1-11, 2009.
- ELLISON, G.; GLAESER, E. L.; KERR, W. R. What causes industry agglomeration? Evidence from coagglomeration patterns. *American Economic Review*, v. 100, n. 3, p. 1.195-1.213, 2010.
- FABRIGAR, L. R. et al. Evaluating the use of exploratory factor analysis in psychological research. *Psychological Methods*, v. 4, n. 3, p. 272-299, 1999.
- FESER, E. J. Tracing the sources of local external economies. *Urban Studies (Routledge)*, v. 39, n. 13, p. 2.485-2.506, 2002.
- _____. What regions do rather than make: a proposed set of knowledge-based occupation clusters. *Urban Studies*, v. 40, n. 10, p. 1.937-1.958, 2003.
- FUJITA, M.; THISSE, J.-F. *Economics of agglomeration: cities, industrial location, and regional growth*. Cambridge, U.K.; New York: Cambridge University Press, 2002.
- GABE, T. M.; ABEL, J. R. Specialized knowledge and the geographic concentration of occupations. *Journal of Economic Geography*, v. 12, n. 2, p. 435-453, 2012.
- HOLLAND, J. L. *Making vocational choices: a theory of vocational personalities and work environments*. [s.l.]. Psychological Assessment Resources, 1997.
- HOOVER, E. M. The measurement of industrial localization. *The Review of Economic Statistics*, v. 18, n. 4, p. 162-171, 1936.

- HORN, J. A rationale and test for the number of factors in factor analysis. *Psychometrika*, v. 30, n. 2, p. 179-185, 1965.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Regiões de influência das cidades 2007. Rio de Janeiro: IBGE, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/english/geociencias/geografia/regic.shtm>>.
- ILO – INTERNATIONAL LABOUR ORGANIZATION. ISCO – International Standard Classification of Occupations. Disponível em: <<http://www.ilo.org/public/english/bureau/stat/isco/isco08/>>. Acesso em: 3 mar. 2014.
- INGRAM, B. F.; NEUMANN, G. R. The returns to skill. *Labour Economics*, v. 13, n. 1, p. 35-59, 2006.
- JACOBS, J. The economy of cities. New York: Random House, 1969.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied multivariate statistical analysis. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 2002. v. 5th.
- KAISER, H. F. The Application of electronic computers to factor analysis. *Educational and Psychological Measurement*, v. 20, n. 1, p. 141-151, 1960.
- KAISER, H. F.; RICE, J. Little Jiffy, Mark Iv. *Educational and Psychological Measurement*, v. 34, n. 1, p. 111-117, 1974.
- KRAIGER, K.; FORD, J. K.; SALAS, E. Application of cognitive, skill-based, and affective theories of learning outcomes to new methods of training evaluation. *Journal of Applied Psychology*, v. 78, n. 2, p. 311-328, Apr. 1993.
- KRATHWOHL, D. R. A revision of Bloom's taxonomy: an overview. *Theory into Practice*, v. 41, n. 4, p. 212-218, 2002.
- KRATHWOHL, D. R.; BLOOM, B. S.; MASIA, B. B. Taxonomy of educational objectives, handbook II: affective domain. New York: David McKay Company, Inc., 1964.
- MACIENTE, A. N. A mensuração das competências cognitivas e técnicas das ocupações brasileiras. *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior*, v. 23, p. 17-26, dez. 2012a.
- _____. Uma análise setorial e regional das competências laborais no Brasil. *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior*, v. 23, p. 27-36, dez 2012b.
- _____. The determinants of agglomeration in Brazil: input-output, labor and knowledge externalities. Urbana, IL: University of Illinois at Urbana-Champaign, 22 Aug. 2013.
- MARSHALL, A. Principles of economics. Retrieved September 26, 2011, from: <<http://www.econlib.org/library/Marshall/marP.html>>. Library of Economics and Liberty, 1920.
- NATIONAL CENTER FOR O*NET DEVELOPMENT. The O*NET® Content Model, [s.d.].
- NORTON, R. E. Quality instruction for the high performance workplace: DACUM. In: IVETA CONFERENCE 1998: QUALITY MATTERS IN INTERNATIONAL VOCATIONAL EDUCATION AND TRAINING. 1998. Disponível em: <<http://eric.ed.gov/ERICWebPortal/contentdelivery/servlet/ERICServlet?accno=ED419155>>. Acesso em: 1 jan. 2013

O'CONNOR, B. P. SPSS and SAS programs for determining the number of components using parallel analysis and Velicer's MAP test. *Behavior Research Methods*, v. 32, n. 3, p. 396-402, 2000.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *OECD Skills Outlook 2013: first results from the Survey of Adult Skills*. [s.l.]. OECD Publishing, 2013.

PARR, J. B. Agglomeration economies: ambiguities and confusions. *Environment and Planning A*, v. 34, n. 4, p. 717-731, 2002.

RENSKI, H.; KOO, J.; FESER, E. J. Differences in labor versus value chain industry clusters: an empirical investigation. *Growth and Change*, v. 38, n. 3, p. 364-395, 2007.

SCHMITT, T. A. Current methodological considerations in exploratory and confirmatory factor analysis. *Journal of Psychoeducational Assessment*, v. 29, n. 4, p. 304-321, 2011.

THOMPSON, B. *Exploratory and confirmatory factor analysis: understanding concepts and applications*. Washington, DC, US: American Psychological Association, 2004.

TIPPINS, N. T.; HILTON, M. L. *A database for a changing economy: review of the Occupational Information Network (O*NET)*. [s.l.]. The National Academies Press, 2010.

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association*, v. 58, n. 301, p. 236-244, 1 Mar. 1963.

ZWICK, W. R.; VELICER, W. F. Comparison of five rules for determining the number of components to retain. *Psychological Bulletin*, v. 99, n. 3, p. 432-442, 1986.

CAPÍTULO 2

GAPS EDUCACIONAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO PARA INGRESSO, PERMANÊNCIA E CONCLUSÃO DE UM CURSO TÉCNICO E SUPERIOR DE TECNOLOGIA NO SETOR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL*

DENISE CRISTINA CORRÊA DA ROCHA **

* Este trabalho é uma edição revista e ampliada do artigo denominado “Gaps” educacionais do ensino fundamental para ingresso em um curso técnico de nível médio no setor de automação industrial, publicado na Revista Educação On-Line PUC-Rio, n. 13, p. 60-77, nov. 2013. A autora agradece, neste sentido, a gentil concordância da editora desta revista, Alicia Bonamino, em autorizar a republicação de parte deste artigo a pedido dos editores deste livro. O artigo original encontra-se disponível em: <http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/rev_edu_online.php?strSecao=input0>. Este trabalho foi, em parte, fundamentado em Rocha (2011), em uma pesquisa em que foi realizada a análise dos gaps educacionais da infraestrutura, a qual foi expandida para a complementação do estudo de Cenários da Automação Industrial no Brasil para a Unidade de Estudos e Prospectiva do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), Departamento Nacional, quando foram utilizados dados do Saeb de 2009. Este é, portanto, um novo trabalho realizado com dados do Saeb de 2011. Neste sentido, a autora agradece a gentil autorização do Gerente-Executivo da referida unidade – da qual ela fazia parte quando da realização do estudo –, Luiz Caruso, em permitir a publicação da pesquisa iniciada no âmbito daquela instituição.

** Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Educação (PPGE) da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF); bolsista do Observatório Educacional da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). E-mail: deca.rocha@uol.com.br

1. INTRODUÇÃO	50
2. COMO SE MEDE A APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL	53
3. RESULTADOS DO SAEB	55
4. AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA E OS CURSOS TÉCNICOS	57
5. METODOLOGIA DE AFERIÇÃO DOS GAPS EDUCACIONAIS	59
6. ANÁLISE DOS GAPS EDUCACIONAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL PARA O SETOR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	61
7. ANÁLISE DOS GAPS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO PARA O SETOR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL	68
8. CONCLUSÕES	76
REFERÊNCIAS	78

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta informações sobre os resultados do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) em 2011 e os conhecimentos indicados pelos especialistas do setor de automação industrial como fundamento ou base para a realização de um curso técnico de nível médio ou superior de tecnologia nesta área.

O termo *gap*, de origem inglesa, pode ser traduzido como lacuna, abertura, hiato, intervalo, brecha, fenda, vácuo, separação, interrupção e desfiladeiro. Neste sentido, os *gaps* educacionais apresentados neste trabalho constituem o resultado da medição do hiato existente entre o conhecimento que os estudantes brasileiros possuíam, em média, ao final do ensino fundamental em 2011, medido pelo Saeb, e o que eles deveriam saber para ingressar em um curso técnico no setor de automação industrial. A escolha do termo *gap* ocorreu por ser um vocábulo melhor para expressar a “distância” entre os conhecimentos que os alunos possuíam e os que deveriam possuir. A ideia não visa apenas apontar as lacunas, mas indicar que algumas habilidades e competências ainda não foram adquiridas, mas que, de posse deste mapeamento, a instituição poderia auxiliar estes estudantes a superá-las no decorrer do curso técnico de nível médio ou no curso superior de tecnologia. Então, ainda que haja um hiato entre aquilo que deveria ser aprendido e apreendido e ainda não foi, há, também, a possibilidade de sanar essas lacunas da formação inicial por meio de um planejamento pedagógico que vise à intervenção pedagógica junto aos ingressantes destes cursos nos termos que coloca o psicopedagogo russo Lev Vygotsky (2001) para demonstrar a importância do trabalho docente de forma coerente e acertada e a necessidade de sua intervenção pedagógica na promoção do avanço da aprendizagem dos alunos e para seu desenvolvimento psicossocial.

A intervenção pedagógica é uma interferência intencional realizada por um profissional da educação sobre o processo de desenvolvimento ou aprendizagem do aluno, o qual apresenta problemas de aprendizagem, que podem ser momentâneos ou recorrentes. Disso, decorre a importância de se conhecer e entender as dificuldades de cada aluno ou, neste caso, da média dos alunos. De posse deste resultado da avaliação externa, é possível adequar as metodologias de ensino e até mesmo o currículo original dos cursos técnicos de nível médio ou superior de tecnologia, com o intuito de agregar o conteúdo que não foi bem assimilado anteriormente em outras etapas da escolaridade básica do aluno, interferindo no processo, com o objetivo de compreendê-lo, explicitá-lo e corrigi-lo, a fim de evitar a repetência, o abandono e, na pior das hipóteses, a evasão do aluno do sistema de ensino.

É preciso oferecer ao aluno novas práticas e reflexões sobre o mesmo conteúdo, propiciando que ele (re)pense e (re)elabore os conteúdos de uma forma distinta, quebrando os padrões anteriores de aprendizagem. A experiência dos profissionais do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) e a observação cotidiana das salas de aula mostra-nos que isto é possível por meio da educação profissional, pois um conhecimento matemático que fica no plano da abstração em uma aula teórica do ensino fundamental e médio pode ser apresentado e assimilado de forma mais concreta quando este conhecimento precisa ser mobilizado em um laboratório e/ou oficina de aprendizagem de forma prática.

A análise dos *gaps* educacionais decorre justamente da possibilidade de mapear quais são as lacunas de aprendizagem em matemática oriundas da educação básica, na tentativa de auxiliar os recursos humanos da área de planejamento educacional do Senai. Esta instituição oferece cursos de formação profissional, identificando o esforço pedagógico e o tempo necessários de correção desses *gaps* da formação, em decorrência da contraposição entre a demanda do mercado

de trabalho e os baixos níveis de proficiência dos estudantes que, em geral, ingressam nos cursos técnicos de nível médio e nos cursos superiores de tecnologia no setor de automação industrial.

Os *gaps* educacionais identificados neste trabalho são, portanto, os resultados da medição dos hiatos existentes entre os conhecimentos que os estudantes possuíam ao final do ensino fundamental e o que eles deveriam saber, de fato, para ingressar em um curso técnico de nível médio no setor automação industrial. E os conhecimentos que possuíam ao término do ensino médio e os que deveriam ter adquirido para ingressar em um curso superior de tecnologia. Isto não significa que a instituição realize provas de ingresso com base na matriz curricular do Saeb. A tentativa de medir estes *gaps* foi realizada no sentido de antever quais as dificuldades que os ingressantes dos cursos poderiam ter para percorrê-los por não terem conseguido dominar, ainda, algumas habilidades e competências na área de formação matemática. O objetivo de medi-los era, portanto, para alertar os professores, instrutores e coordenadores pedagógicos de cada município brasileiro que participou da Prova Brasil (que utiliza a mesma matriz do Saeb), que haveria uma possibilidade de seus futuros alunos ainda não dominarem certos conhecimentos necessários para a realização do curso. E, com isso, alertar estes profissionais sobre a necessidade de revisitar estes conteúdos, fosse por meio de aulas de reforço ou por uma explicação desses conhecimentos quando se necessitasse de sua utilização. Para tanto, foi realizada uma grande matriz, denominada “mapa educacional”, a qual era capaz de indicar o *gap* educacional para todos os municípios brasileiros que participaram da Prova Brasil, inclusive por escola, indicando, portanto, uma medida da proficiência em matemática muito próxima dos alunos que iriam ou pretendiam ingressar em um curso técnico. Os ingressantes nos cursos técnicos do Senai são oriundos, em sua maioria, da escola pública. Por isso, o interesse deste estudo prático era o de informar aos professores e coordenadores pedagógicos que estão na ponta do processo de ensino-aprendizagem sobre o que os possíveis ingressantes nestes cursos poderiam apresentar de dificuldades de aprendizagem e, com isso, evitar o abandono, a evasão e a repetência. De posse do conhecimento da média proficiência dos alunos identificados por escola, município ou região, seria possível traçar caminhos para minimizar as perdas. Este foi o objetivo do trabalho, o qual será apresentado aqui a partir de uma visão mais “macro”, abordando apenas a média nacional. Com certeza, não são todos os alunos que terminam o ensino fundamental que serão candidatos ao ingresso no curso técnico, ou que terminam o ensino médio e serão candidatos a um curso superior de tecnologia em um setor específico, até porque há outras opções de cursos. Todavia, a ideia deste trabalho não era o de estimar o público que poderia realizar um curso técnico de nível médio ou um curso superior de tecnologia no setor de automação industrial, mas de entender e decifrar o que estava por trás daquele número conhecido como “média de proficiência”. O objetivo era explicar aos coordenadores pedagógicos, professores e supervisores quais os conhecimentos que provavelmente os possíveis ingressantes poderiam ou não possuir em matemática. Com isso, poder-se-ia estabelecer um intervalo de confiança para a ação destes profissionais de forma prévia, isto é, antecipando as possíveis fragilidades dos alunos, agindo no sentido de minimizar o desconhecimento de alguns conteúdos pelos alunos, evitando assim a repetência, o abandono e a evasão. O ideal seria realizar, neste caso, uma pesquisa de demanda de mercado para verificar, entre os alunos egressos do ensino fundamental e médio, quais estariam dispostos a ingressar em um curso técnico de nível médio e superior de tecnologia neste setor para, somente de posse destes dados, medir os *gaps* entre os candidatos potenciais. Como não foi possível realizar este estudo previamente, o *mismatch* em relação à média de proficiência já se constitui em um bom parâmetro para iniciar este trabalho de indicação de alertas dos possíveis *gaps* educacionais aos coordenadores pedagógicos e professores das escolas.

Estes resultados de 2011 servem como parâmetros para os alunos que terminaram o ensino fundamental em 2011 e iriam ingressar no curso técnico de nível médio em 2012, havendo com isso a possibilidade de “tratamento” desses *gaps* tanto durante a parte mais teórica do curso, concentrada no primeiro ano, quanto em sua parte prática, a partir do segundo ano. O mesmo ocorre para se repensar as estratégias de formação para aqueles interessados em ingressar no curso superior de tecnologia em 2012. Embora o Saeb seja realizado a cada dois anos, as médias variam muito pouco de uma avaliação para a outra. Assim, é possível utilizá-lo como um bom parâmetro de elaboração de um plano de intervenção, ainda que esteja no interregno de dois anos entre uma avaliação e outra. Além disso, a maioria dos estados brasileiros realiza, também, avaliações próprias, as quais podem ser utilizadas como outra medida de análise do *gap* educacional para fins de planejamento educacional.

2. COMO SE MEDE A APRENDIZAGEM NA EDUCAÇÃO BÁSICA NO BRASIL

Até 2011, a situação da aprendizagem da educação básica no Brasil era medida pelo Saeb,¹ o qual realizava apenas duas avaliações em larga escala a cada dois anos, a Avaliação Nacional da Educação Básica (ANEB), e pela Avaliação Nacional do Rendimento Escolar (ANRESC), também conhecida como Prova Brasil. A ANEB é uma avaliação amostral realizada com alunos das redes públicas e privadas, que coleta informações sobre as habilidades dos estudantes brasileiros em língua portuguesa e matemática em três momentos de seu percurso escolar – ao término do primeiro e do segundo ciclo do ensino fundamental (5º e 9º anos) e ao final da educação básica (3ª série do ensino médio) –, apresentando os resultados agregados para o país, as regiões, os estados da Federação e o Distrito Federal. Já a ANRESC é uma avaliação censitária, mas que também coleta informações sobre as habilidades dos estudantes em língua portuguesa e matemática nos mesmos momentos do percurso escolar da ANEB. Contudo, por ser censitária, consegue mostrar os indicadores de proficiência de forma ainda mais abrangente, possibilitando sua visualização dos resultados por município e escola de forma nominal, identificando, também, se a escola é pública (estadual, municipal ou federal) ou privada.

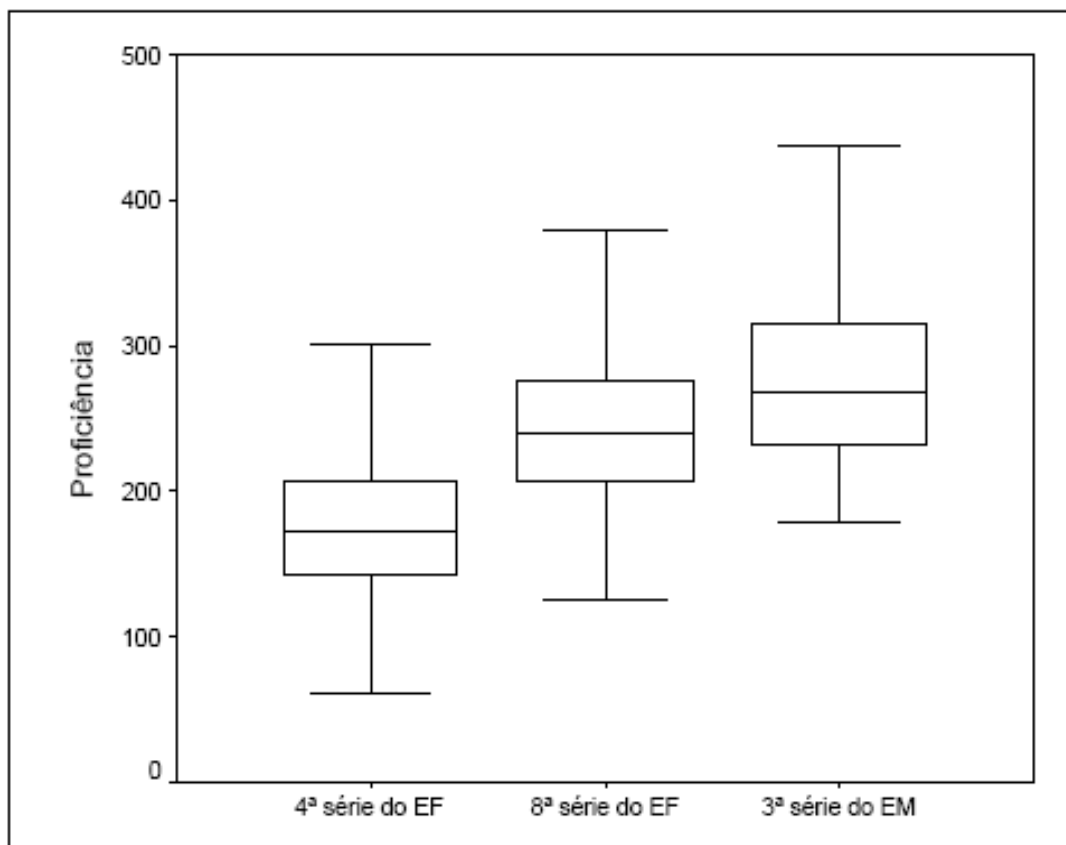
O trabalho original de medição dos *gaps* educacionais no âmbito do Senai foi realizado por meio da Prova Brasil, que possibilitava a desagregação dos dados por município e escola para chegar o mais próximo possível da medida do gap do aluno. Este trabalho é um recorte do original e, devido à sua estrutura, foi feito com base na ANEB, que é uma avaliação amostral, mas pela qual também é possível evidenciar, em média, o que os estudantes brasileiros aprenderam em cada uma das etapas avaliadas, o que já constitui alguma medida para o planejamento de cursos.

De acordo com Soares (2004), os resultados do Saeb são apresentados em uma escala de proficiência que aponta os distintos graus de desenvolvimento de habilidades, competências e aquisição de conhecimentos pelos estudantes ao longo dos anos de estudo. Cada disciplina avaliada possui uma interpretação específica da escala, que é única para as três séries avaliadas, conforme pode ser observado na figura 1, a qual apresenta a escala de matemática.

1 Em 2013 foi adicionado ao Saeb mais uma avaliação, a qual foi denominada "Avaliação Nacional da Alfabetização – ANA: que será censitária para os alunos do 3º ano do ensino fundamental das escolas públicas, a qual terá como objetivo medir os níveis de alfabetização e letramento em Língua Portuguesa, alfabetização matemática. A ANA foi incorporada ao Saeb pela Portaria no 482, de 7 de junho de 2013.

FIGURA 1

Intervalos e interseções dos níveis de proficiência em matemática do Saeb



Fonte: Soares (2004).

De acordo com Klein (2006), a escala varia entre 0 e 500, sendo sua interpretação acumulativa e interpretada no nível 250 e nos níveis obtidos somando-se ou subtraindo um múltiplo de 25. Isso significa que os alunos classificados em uma escala de 175, por exemplo, sabem e são capazes de fazer o que foi descrito nos níveis anteriores.

De acordo com o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), os resultados do Saeb são balizados por matrizes referenciais constituídas por um conjunto de descritores que representam os conteúdos mais relevantes das competências e das habilidades passíveis de medição em avaliações de larga escala.

3. RESULTADOS DO SAEB

A comparação dos resultados do Saeb em 1995 com o realizado em 2011 evidencia uma melhoria no nível de desempenho dos alunos em matemática apenas nos anos iniciais do ensino fundamental. Nas demais etapas da educação básica em que esta aferição é realizada, os desempenhos médios alcançados pelos alunos brasileiros em matemática no ano de 2011 foram inferiores aos obtidos no ano de 1995, embora tenham apresentado sinais de melhoria nas últimas três avaliações realizadas (2007, 2009 e 2011), conforme pode ser observado na tabela 1.

TABELA 1

Saeb: médias de proficiência em matemática – Brasil (1995-2011)

Etapas da educação básica	Escolas urbanas (sem as federais)					Total (sem as federais)				Taxa de crescimento no período 1995-2011 (%)
	1995	1997	1999	2001	2003	2005	2007	2009	2011	
Ensino fundamental (anos iniciais)	193	192	182	179	181	182	193	204	210	8,7
Ensino fundamental (anos finais)	254	251	246	243	245	240	247	249	253	-0,4
Ensino médio	281	289	280	277	278	271	273	275	275	-2,1

Fonte: MEC/Inep.

Elaboração da autora.

Deve-se salientar que os resultados aqui apresentados constituem a média alcançada pelos estudantes oriundos de escolas públicas e privadas, que foram submetidos à avaliação do Saeb em todas as regiões do país, e que o conceito de média é afetado pelos valores extremos, o que faz com que os resultados mais baixos sejam balanceados pelos mais elevados e vice-versa, obtendo-se o resultado médio do conjunto dos estudantes avaliados.

Como a média pura e simples não informa o que os estudantes aprenderam de fato, era preciso estabelecer claramente o nível em que um aluno deveria estar quando apresentasse a competência adequada à série em leitura e em matemática.

Esta questão tem recebido interpretações de diferentes organizações e dos sistemas de ensino estaduais e municipais no que diz respeito aos pontos de corte.

Por isso, neste trabalho foi adotada a opção desenvolvida pelo INEP, cujos parâmetros para aferir os níveis mínimos, máximos e adequados de proficiência ao final de cada etapa da educação básica foram apresentados nos relatórios do Saeb relativos aos anos de 2001, 2003 e 2005. Estes relatórios caracterizaram os intervalos por meio da interpretação dos itens âncora, que revelam as habilidades cognitivas necessárias para que o estudante responda corretamente aos itens. Assim, é possível considerar que o aprendizado está adequado à série se a média de proficiência dos estudantes de uma determinada região estiver igual ou acima do nível especificado na tabela 2 para cada etapa da educação básica assinalada.

TABELA 2

Saeb: níveis mínimos, máximos e adequados de proficiência em matemática

Etapas da educação básica	Média de proficiência em matemática		
	Mínima	Máxima	Adequada
Ensino fundamental (anos iniciais)	125	350	Acima de 225
Ensino fundamental (anos finais)	125	400	Acima de 300
Ensino médio	125	500	Acima de 350

Fonte: MEC/INEP, com base nos relatórios do Saeb 2001, 2003 e 2005.

Elaboração da autora.

Neste sentido, os dados apresentados na tabela 1, quando comparados aos parâmetros disponibilizados na tabela 2, indicam que os resultados alcançados pelos estudantes brasileiros ainda estão distantes das habilidades e das competências adequadas e máximas requeridas em matemática para as três séries avaliadas.

Em 2011, por exemplo, de acordo com os cálculos realizados pela organização denominada Todos pela Educação, apenas 16,9% dos estudantes matriculados no 9º ano do ensino fundamental encontravam-se no nível adequado de proficiência em matemática, e na 3ª série do ensino médio esta proporção era de apenas 10,3% dos estudantes.

4. AVALIAÇÃO DA EDUCAÇÃO BÁSICA E OS CURSOS TÉCNICOS

De acordo com o Artigo 36-B da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB (Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996), o ingresso no curso técnico de nível médio pode ocorrer de forma articulada (concomitante ou integrada) à realização do ensino médio ou subsequente, em cursos destinados àqueles estudantes que já tenham concluído esta etapa da educação básica. Desta forma, qualquer pessoa pode ingressar em um curso técnico de nível médio após a conclusão do 9º ano do ensino fundamental ou após a conclusão da 3ª série do ensino médio. Como a média de escolaridade requerida para ingressar na indústria encontra-se em torno de oito anos de estudo, foram observadas as médias obtidas no Saeb em 2011 pelos estudantes brasileiros ao término do 9º ano do ensino fundamental e da 3ª série do ensino médio.

A análise da tabela 3 revela um baixo nível de proficiência em matemática dos estudantes brasileiros. A média de proficiência obtida pelos alunos do 9º ano do ensino fundamental no Saeb em 2011, a qual foi de 253 em matemática, ilustra bem essa questão. Isso significa que os egressos do ensino fundamental não alcançaram os conhecimentos adequados a esta etapa da educação básica na avaliação realizada em 2011 – ou seja, escore médio superior a 300 pontos.

TABELA 3

Saeb: nível adequado de proficiência e médias dos estudantes em matemática no 9º ano do ensino fundamental - Brasil (2011)

Nível e média	Pontuação
Nível adequado de proficiência no 9º ano do ensino fundamental ¹	> 300
Média de proficiência dos alunos brasileiros no 9º ano do ensino fundamental em 2011	253

Fonte: MEC/Inep.

Elaboração da autora.

¹ Baseado nos relatórios do Saeb 2001, 2003 e 2005.

Neste patamar de proficiência, de acordo com as matrizes de referência em matemática do Saeb, os egressos do 9º ano do ensino fundamental em 2011 apresentaram algumas habilidades de interpretação de problemas. Contudo, ainda não eram capazes de dominar a linguagem matemática específica exigida para esta etapa da educação básica. Demonstraram com este desempenho que possuíam as seguintes habilidades e competências cognitivas na área matemática: 1) conseguiam resolver expressões com duas incógnitas, mas não interpretavam dados de um problema com símbolos matemáticos específicos nem utilizavam propriedades trigonométricas; 2) identificavam lados e ângulos de um quadrilátero (retângulo, losango, quadrado e trapézio); 3) identificavam o sistema de equações de primeiro grau, expressas em uma situação dada; 4) liam tabelas com números positivos e negativos; e 5) identificavam gráfico de colunas.

A tabela 4 mostra que a média de proficiência obtida na 3ª série do ensino médio no Saeb em 2011 foi de 275. Este resultado revela que os egressos do ensino médio não apresentaram os conhecimentos adequados à série na avaliação realizada em 2011.

TABELA 4

Saeb: nível adequado de proficiência e médias dos estudantes em matemática na 3ª série do ensino médio – Brasil (2011)

Nível e média	Pontuação
Nível adequado de proficiência na 3ª série do ensino médio ¹	> 350
Média de proficiência dos alunos brasileiros na 3ª série do ensino médio em 2011	275

Fonte: MEC/Inep.

Elaboração da autora.

Nota: 1 Baseado nos relatórios do Saeb 2001, 2003 e 2005.

De acordo com as matrizes de referência do Saeb, esse nível de proficiência em matemática revela que os egressos da 3ª série do ensino médio desenvolveram algumas habilidades elementares de interpretação de problemas, mas não conseguiram transpor o que estava sendo solicitado no enunciado para uma linguagem matemática específica, estando, portanto, em um nível de proficiência aquém do exigido para a 3ª série do ensino médio. Neste patamar de proficiência, os estudantes conseguiam realizar as seguintes operações: 1) reconheciam e utilizavam alguns elementos de geometria analítica, equações polinomiais e algumas operações com números complexos; 2) utilizavam o conceito de progressão geométrica para identificar o termo seguinte de uma sequência dada; 3) calculavam a probabilidade de um evento em um problema simples; e 4) identificavam em um gráfico de função o comportamento de crescimento ou decréscimo.

5. METODOLOGIA DE AFERIÇÃO DOS GAPS EDUCACIONAIS

Para mapear quais os conhecimentos em matemática que um egresso do 9º ano do ensino fundamental e da 3ª série do ensino médio deveria possuir como pré-requisito para que tivesse condições de realizar, respectivamente, um curso técnico e um curso superior de tecnologia no setor de automação industrial, foram consultados profissionais deste setor em instituições que ofertam cursos nesta área no âmbito do Senai nos estados de Goiás e do Rio Grande do Sul.

Com o objetivo de delimitar quais os conhecimentos matemáticos que os estudantes deveriam obter para ingressar em cursos técnicos de nível médio e em cursos superiores de tecnologia no setor de automação industrial, foram consultados especialistas do setor. Entre estes especialistas havia coordenadores pedagógicos, especialistas técnicos e docentes dos referidos cursos.

Esta metodologia foi adaptada da técnica conhecida como Painel Delphi, cujo método original permite estimar a probabilidade e o impacto de acontecimentos futuros e incertos por meio de uma consulta a um grupo de especialistas em determinada área. Cada estudioso individualmente apresenta suas premissas para a área, e depois os especialistas discutem e analisam o relatório síntese. A partir disso, podem alterar suas previsões iniciais, que podem ser diferentes das iniciais, após ouvir a opinião dos demais peritos no assunto ou na área que se está analisando. O resumo dos resultados da primeira rodada de perguntas pode estabelecer critérios mais objetivos para outras rodadas, com o objetivo de esclarecer melhor áreas de concordância ou discordância, em busca de um consenso para a tomada de decisão.

Como o objetivo não era estimar a probabilidade e o impacto de acontecimentos futuros, mas apenas validar com os especialistas quais os conhecimentos necessários de matemática básica para a realização de um curso técnico de nível médio ou um curso superior de tecnologia, a metodologia, ainda que embasada na técnica do Painel Delphi, foi mais simples.

Foi realizado um painel de consulta aos especialistas, no qual foram apresentados os objetivos do trabalho de identificação dos *gaps* educacionais, os dados e a análise dos níveis de proficiência apurados pelo Saeb e, por último, aplicados os questionários para a identificação dos *gaps* educacionais.

Os questionários de identificação dos *gaps* educacionais foram respondidos separadamente e sem consulta a outros materiais e aos pares ou superiores pelos coordenadores pedagógicos, especialistas técnicos e docentes dos cursos técnicos de nível médio e superior de automação industrial.

O questionário elaborado para a realização da consulta aos especialistas acerca dos pré-requisitos em matemática necessários para realizar um curso de educação profissional em cada uma das ocupações acima especificadas continha inicialmente 126 descritores, os quais foram extraídos da matriz de referência de matemática do Saeb para o 5º e o 9º ano do ensino fundamental e para a 3ª série do ensino médio.

Como o questionário estava vinculado à matriz de referência do Saeb, foi possível identificar qual o nível de proficiência correspondente à habilidade descrita e até qual etapa da educação básica estas habilidades deveriam ser desenvolvidas. Contudo, estas informações foram ocultadas do questionário para não influenciarem as respostas dos especialistas.

Embora os especialistas consultados não tivessem conhecimento prévio da matriz de referência do Saeb e, também, não soubessem de onde haviam sido extraídas aquelas habilidades ali descritas e não pudessem consultar uns aos outros sobre as marcações que estavam realizando, as respostas foram, em sua maioria, convergentes. Após a digitação das respostas e a apresentação destas aos especialistas, houve a possibilidade de em conjunto os participantes alterarem suas respostas para a elaboração da matriz final, com a descrição dos conhecimentos de matemática que um egresso do 9º ano do ensino fundamental e da 3ª série do ensino médio deveriam possuir como pré-requisito para que tivessem condições de realizar um curso técnico de nível médio e um curso superior de tecnologia no setor de automação industrial. Caso não tivessem tal conhecimento, isto indicaria que, para tal conteúdo, o Senai deveria acrescentar aulas de reforço.

6. ANÁLISE DOS GAPS EDUCACIONAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL PARA O SETOR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Conforme salientado anteriormente, de acordo com a legislação educacional vigente, qualquer pessoa pode ingressar em um curso técnico de nível médio após a conclusão do 9º ano do ensino fundamental ou após a conclusão da 3ª série do ensino médio.

Neste trabalho, optou-se por analisar os *gaps* educacionais dos alunos que estavam terminando o ensino fundamental, os quais eram, portanto, candidatos potenciais a curso técnico de nível médio.

Em 2011, a média de proficiência obtida em matemática pelos alunos do 9º ano do ensino fundamental no Saeb foi de 253 pontos. Isso significa que os egressos do ensino fundamental não alcançaram o nível adequado a esta etapa da educação básica na avaliação realizada em 2011, ou seja, média superior a 300 pontos.

A partir disso, considerou-se a necessidade de analisar se os conhecimentos e habilidades adquiridas por estes estudantes eram suficientes tanto para ingressar, quanto para permanecer em um curso técnico de nível médio no setor de automação industrial e concluí-lo. Era preciso desvendar o que estava por trás da média de proficiência 253, quais os conhecimentos que haviam adquirido neste patamar de proficiência e o que ainda restava alcançar em relação à proficiência ideal nesta etapa, que deveria alcançar 300 pontos.

Inicialmente, foram analisados apenas os *gaps* educacionais em matemática, que constituíam o resultado da medição da diferença entre o que a média dos estudantes brasileiros demonstrou conhecer de matemática por meio da avaliação em larga escala realizada pelo Saeb e o que deveriam saber em função do seu grau de escolaridade e das habilidades necessárias para realizar um curso técnico no setor de automação industrial.

Deve-se ressaltar que, entre as 126 habilidades em matemática consultadas aos especialistas da área a fim de averiguar quais eram imprescindíveis para o ingresso em um curso técnico de nível médio, 88 eram as habilidades que competiam a um egresso do 9º ano do ensino fundamental possuir, pois as 38 restantes eram habilidades que deveriam ser obtidas após a realização do ensino médio.

O quadro 1 mostra, portanto, a descrição dessas 88 habilidades que os estudantes deveriam ter aprendido até o final do ensino fundamental, os conhecimentos necessários para realizar o curso técnico de nível médio em automação industrial e o conhecimento que a média dos egressos do 9º ano do ensino fundamental possuía em 2011. Com base nisso, foi possível verificar a distância entre aquilo que eles deveriam saber e o que de fato sabiam caso decidissem ingressar no curso especificado, contribuindo para a identificação das habilidades que não possuíam e que iriam necessitar de reforço pedagógico caso optassem por continuar seus estudos em um curso técnico de nível médio em automação industrial.

Na primeira coluna estão descritos os conhecimentos e habilidades que deveriam ser desenvolvidos ao longo de cada ciclo da educação básica, os quais são avaliados pelo Saeb. Na segunda coluna estão descritos os intervalos dos níveis de proficiência a que a habilidade descrita na primeira coluna pertence. Na terceira coluna estão assinadas as séries em que as habilidades descritas na primeira coluna deveriam ter sido desenvolvidas. Na quarta coluna estão assinalados se os conteúdos da primeira coluna constituem ou não um “pré-requisito” para ingresso e permanência no curso técnico

em automação industrial de acordo com a consulta realizada aos especialistas. Na quinta coluna há, então, a marcação da indicação sobre a existência ou não de *gaps* educacionais em relação aos pré-requisitos necessários à realização do referido curso em 2011.

Desse modo, o "sim" indica que a média dos egressos do 9º ano do ensino fundamental no Brasil, cuja média de proficiência em matemática foi de 253 em 2011, não possuía o conhecimento indicado como pré-requisito e, por isso, apresentava um *gap* educacional em relação à média de proficiência ideal para esta série, calculado a partir da diferença para a média de 300 pontos.

Deve-se salientar que, quando indagados se haveria variação dos conhecimentos prévios que os alunos precisam ter ao ingressar no curso em função da mudança tecnológica, os especialistas afirmaram que não, pois a base de conhecimento adquirido pelos estudantes no percurso escolar é sempre a mesma e, portanto, não varia em função das tecnologias. Assim, o que muda é a mobilização e a aplicação dos conhecimentos de acordo com a tecnologia, tanto para o curso técnico de nível médio quanto para o curso superior de tecnologia.

Quadro 1

Gaps educacionais dos egressos do 9º ano do ensino fundamental em relação ao curso técnico de nível médio em automação industrial em 2011

Conhecimentos e Habilidades	Proficiência		"Gap Educacional"	
	Média de Proficiência	Etapa da Educação Básica	Pré-Requisito	"Gap Educacional" em 2011
Calculam área de figuras desenhadas em malhas quadriculadas.	125-150	5º ano EF		-
Reconhecem a localização ou movimentação de objeto situado em seu referencial, em representações gráficas.	175-200	5º ano EF	x	Não
Reconhecem a localização ou movimentação de objeto situado em referencial diferente do seu, em representações gráficas.	250-300	5º ano EF	x	Não
Distinguem sólidos que têm superfície arredondada.	200-250	5º ano EF	x	Não
Distinguem sólidos com forma esférica, quadrado fora da posição usual e elementos de figuras tridimensionais (faces, vértices e arestas).	300-350	5º ano EF	x	Sim
Utilizam propriedades dos polígonos identificando seus lados.	250-300	5º ano EF	x	Não
Localizam pontos usando coordenada em um referencial quadriculado.	200-250	9º ano EF	x	Não
Localizam pontos no plano cartesiano.	300-350	9º ano EF	x	Sim
Identificam planificações de um sólido simples dado em perspectiva e de um cilindro dado em situação concreta (ex: lata de óleo).	250-300	9º ano EF		-

Conhecimentos e Habilidades	Proficiência		"Gap Educacional"	
	Média de Proficiência	Etapa da Educação Básica	Pré-Requisito	"Gap Educacional" em 2011
Estabelecem diferenças entre ângulos, quadrados e círculos.	250-300	9º ano EF	x	Não
Identificam lados e ângulos de um quadrilátero (retângulo, losango, quadrado e trapézio).	250-300	9º ano EF	x	Não
Reconhecem a medida do perímetro.	250-300	9º ano EF	x	Não
Calculam volume através de contagem de blocos.	300-350	9º ano EF		-
Avaliam distâncias horizontais e verticais em croquis usando escalas gráficas.	300-350	9º ano EF		-
Classificam ângulos em agudos, retos ou obtusos, de acordo com a sua medida em graus.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Resolvem problema envolvendo ângulos, usando inclusive a lei angular de Thales e aplicando o Teorema de Pitágoras.	350-375	9º ano EF		-
Resolvem problema utilizando a propriedade de semelhança de triângulos de quadrilátero (como por exemplo, o Tangram).	375-400	9º ano EF		-
Reconhecem a definição de circunferência e seus elementos (raio, diâmetro e corda).	350-375	9º ano EF	x	Sim
Calculam áreas de figuras simples (triângulos, paralelogramos, retângulos e trapézios).	375-400	9º ano EF	x	Sim
Estimam valores de uma mesma medida.	175-200	5º ano EF	x	Não
Lêem horas e minutos em relógio digital.	175-200	5º ano EF	x	Não
Lêem horas e minutos em relógios de ponteiros.	200-250	5º ano EF	x	Não
Lêem horas e minutos convertendo a duração de tempo.	250-300	5º ano EF	x	Não
Resolvem problemas envolvendo intervalos de tempo em situações cotidianas.	175-200	5º ano EF	x	Não
Resolvem problemas com intervalo de tempo (meses).	250-300	5º ano EF	x	Não
Identificam as moedas para trocar uma quantia pequena de dinheiro.	200-250	5º ano EF	x	Não
Realizam a conversão entre medidas de tempo (hora, dia, semana).	200-250	5º ano EF	x	Não
Realizam a conversão de kg para g; de l para ml.	250-300	5º ano EF	x	Não
Realizam a conversão de m para cm.	300-350	5º ano EF	x	Sim
Calculam o perímetro de figura poligonal conhecendo a medida dos lados.	250-300	5º ano EF	x	Não
Reconhecem unidade de medida de área como o metro quadrado.	250-300	5º ano EF	x	Não
Estimam comprimento usando medidas não convencionais.	250-300	5º ano EF		-
Operam com unidades de medidas não convencionais e reconhecem que quanto maior a medida, menor a unidade.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Resolvem problemas de conversão de unidade de medida como, por exemplo, metro cúbico em litro.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Calculam área de regiões poligonais desenhadas em malhas quadriculadas.	350-375	9º ano EF		-
Calculam volume de um bloco retangular.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Reconhecem partes de um todo em representações gráficas.	125-150	5º ano EF	x	Não

Conhecimentos e Habilidades	Proficiência		"Gap Educacional"	
	Média de Proficiência	Etapa da Educação Básica	Pré-Requisito	"Gap Educacional" em 2011
Resolvem problemas do cotidiano envolvendo adições de pequenas quantias de dinheiro.	150-175	5º ano EF	x	Não
Resolvem problemas do cotidiano envolvendo adição de números naturais e racionais com o mesmo número de casas decimais.	175-200	5º ano EF	x	Não
Resolvem problemas envolvendo subtração de números racionais com o mesmo número de casas.	200-250	5º ano EF	x	Não
Resolvem problemas simples com as quatro operações.	200-250	5º ano EF	x	Não
Resolvem problemas que utilizam a multiplicação envolvendo a noção de proporcionalidade.	250-300	5º ano EF	x	Não
Resolvem problemas envolvendo mais de uma operação, incluindo o sistema monetário.	250-300	5º ano EF	x	Não
Resolvem problemas de composição e decomposição mais complexos (mais zeros e ordens).	250-300	5º ano EF	x	Não
Resolvem problemas envolvendo divisão com resto ou multiplicação combinatória.	300-350	5º ano EF	x	Sim
Resolvem problemas envolvendo proporcionalidade.	300-350	5º ano EF	x	Sim
Calculam o resultado de uma adição e de uma subtração envolvendo números de até 3 algarismos, inclusive com recurso e reserva.	175-200	5º ano EF	x	Não
Calculam o resultado de multiplicação com um algarismo.	175-200	5º ano EF	x	Não
Identificam frações com apoio de representação gráfica.	175-200	5º ano EF		-
Reconhecem o valor posicional do Sistema de Numeração Decimal.	200-250	5º ano EF	x	Não
Decompõem um número natural em suas ordens e vice-versa.	200-250	5º ano EF		-
Decompõem um número natural em agrupamentos de 1000.	250-300	5º ano EF		-
Calculam o resultado de subtrações mais complexas com números naturais.	200-250	5º ano EF	x	Não
Calculam o resultado de multiplicações com números de 2 algarismos.	200-250	5º ano EF	x	Não
Calculam o resultado de divisões exatas por números de 1 algarismo.	200-250	5º ano EF	x	Não
Calculam o resultado de uma divisão por número de 2 algarismos, inclusive com resto.	250-300	5º ano EF	x	Não

Conhecimentos e Habilidades	Proficiência		"Gap Educacional"	
	Média de Proficiência	Etapa da Educação Básica	Pré-Requisito	"Gap Educacional" em 2011
Calculam resultado de porcentagem simples.	250-300	5º ano EF	x	Não
Identificam número natural em intervalo da reta numérica.	250-300	5º ano EF	x	Não
Reconhecem a composição/decomposição na escrita decimal, em casos mais complexos.	250-300	5º ano EF		-
Comparam números racionais na forma decimal.	250-300	5º ano EF	x	Não
Localizam na reta numérica números inteiros, positivos, negativos e números racionais na forma decimal.	250-300	9º ano EF	x	Não
Identificam o sistema de equações de primeiro grau, expressas em uma situação dada.	250-300	9º ano EF	x	Não
Calculam resultados de operações de adição com números racionais e com diferentes casas decimais.	300-350	9º ano EF	x	Sim
Calculam resultados de operações de potenciação com números inteiros, positivos e negativos.	300-350	9º ano EF	x	Sim
Calculam resultados de operações de transformação de fração em porcentagens e vice-versa.	300-350	9º ano EF	x	Sim
Resolvem problemas simples envolvendo frações e porcentagens.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Resolvem problemas de equação de segundo grau.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Resolvem problemas que envolvem o conceito de proporcionalidade.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Resolvem problemas de juros simples.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Resolvem expressão com números inteiros, positivos e negativos e, também, com números racionais.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Resolvem problemas envolvendo as quatro operações, potências e raízes.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Resolvem problemas com números inteiros positivos e negativos sem que os sinais estejam explicitados.	375-400	9º ano EF	x	Sim
Comparam números racionais usando arredondamento.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Ordenam números inteiros, positivos e negativos e identificam o intervalo onde se encontra uma raiz quadrada não exata.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Lêem informações em tabelas e gráficos de colunas.	150-175	5º ano EF	x	Não
Interpretam gráfico de colunas através de leitura de valores no eixo vertical.	175-200	5º ano EF	x	Não
Interpretam gráfico de setores, associando-os a dados em uma tabela.	250-300	5º ano EF	x	Não
Interpretam gráfico de linhas correspondentes a uma sequência de valores (positivos e negativos).	300-350	5º ano EF	x	Sim
Resolvem problemas simples, usando dados em gráficos de barras ou tabelas.	200-250	5º ano EF	x	Não
Lêem tabelas de dupla entrada, como, por exemplo, dados de peso e altura.	200-250	9º ano EF	x	Não
Lêem tabelas com números positivos e negativos e identificam o gráfico de colunas correspondente.	250-300	9º ano EF	x	Não
Reconhecem gráficos de colunas referentes a dados apresentados de forma textual.	300-350	9º ano EF	x	Sim
Reconhecem gráficos envolvendo regiões do plano cartesiano.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Reconhecem gráficos envolvendo colunas relativas a um gráfico de setor.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Reconhecem gráficos de linhas com duas sequências de valores.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Reconhecem e estimam quantidades em gráficos de setores.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Resolvem problemas de comparação entre gráficos de coluna.	350-375	9º ano EF	x	Sim
Resolvem problemas de cálculo da média aritmética de um conjunto de valores.	350-375	9º ano EF	x	Sim

Fonte: INEP/MEC – Saeb 2011 e consulta aos especialistas do Senai.

Elaboração da autora.

O quadro 1 revela que, entre as 88 habilidades que competiam aos egressos do ensino fundamental possuir, doze delas não foram assinaladas pelos especialistas como um pré-requisito ao ingresso no ensino fundamental: (1) calculam área de figuras desenhadas em malhas quadriculadas; (2) identificam planificações de um sólido simples dado em perspectiva e de um cilindro dado em situação concreta (exemplo: lata de óleo); (3) calculam volume através de contagem de blocos; (4) avaliam distâncias horizontais e verticais em *croquis* usando escalas gráficas; (5) resolvem problema envolvendo ângulos, usando inclusive a lei angular de Thales e aplicando o teorema de Pitágoras; (6) resolvem problema utilizando a propriedade de semelhança de triângulos de quadrilátero (como por exemplo, o tangram); (7) estimam comprimento usando medidas não convencionais; (8) calculam área de regiões poligonais desenhadas em malhas quadriculadas; (9) identificam frações com apoio de representação gráfica; (10) decompõem um número natural em suas ordens e vice-versa; (11) decompõem um número natural em agrupamentos de 1.000; (12) reconhecem a composição/decomposição na escrita decimal, em casos mais complexos.

Neste sentido, entre as 88 habilidades que deveriam ter sido adquiridas ao término do ensino fundamental pelos estudantes avaliados no 9º ano desta etapa da educação básica, 76 foram assinaladas pelos especialistas da área como pré-requisitos para ingresso em um curso técnico de nível médio no setor de automação industrial, as quais podem ser visualizadas no quadro 1. Dessas 76 habilidades que constituem base para a realização dos cursos técnicos, 31 foram identificadas como um *gap* educacional, o que equivale a dizer que eram habilidades situadas em um nível superior na escala do Saeb do nível de proficiência alcançado pelos estudantes do 9º ano do ensino fundamental, cuja média foi de 253 pontos em 2011. Também se poderia medir o *gap* educacional por meio da distância do nível adequado de proficiência do Saeb em cada etapa, neste caso, medindo a distância entre o que os alunos deveriam saber se estivessem no nível adequado e os conhecimentos que já adquiriram com a média alcançada.

As habilidades identificadas como *gaps* educacionais da média dos estudantes brasileiros para esta etapa da educação básica em 2011, de acordo com a matriz de referência do Saeb foram: (1) distinguem sólidos com forma esférica, quadrado fora da posição usual e elementos de figuras tridimensionais (faces, vértices e arestas); (2) localizam pontos no plano cartesiano; (3) classificam ângulos em agudos, retos ou obtusos, de acordo com a sua medida em graus; (4) reconhecem a definição de circunferência e seus elementos (raio, diâmetro e corda); (5) calculam áreas de figuras simples (triângulos, paralelogramos, retângulos e trapézios); (6) realizam a conversão de metro para centímetro; (7) operam com unidades de medidas não convencionais e reconhecem que quanto maior a medida, menor a unidade; (8) resolvem problemas de conversão de unidade de medida como, por exemplo, metro cúbico em litro; (9) calculam volume de um bloco retangular; (10) resolvem problemas envolvendo divisão com resto ou multiplicação combinatória; (11) resolvem problemas envolvendo proporcionalidade; (12) calculam resultados de operações de adição com números racionais e com diferentes casas decimais; (13) calculam resultados de operações de potenciação com números inteiros, positivos e negativos; (14) calculam resultados de operações de transformação de fração em porcentagens e vice-versa; (15) resolvem problemas simples envolvendo frações e porcentagens; (16) resolvem problemas de equação de segundo grau; (17) resolvem problemas que envolvem o conceito de proporcionalidade; (18) resolvem problemas de juros simples; (19) resolvem expressão com números inteiros, positivos e negativos e, também, com números racionais; (20) resolvem problemas envolvendo as quatro operações, potências e raízes; (21) resolvem problemas com números inteiros positivos e negativos sem que os sinais estejam explicitados; (22) comparam números racionais usando arredondamento; (23) ordenam números inteiros, positivos e negativos e identificam o intervalo onde se encontra uma raiz quadrada não exata;

(24) interpretam gráfico de linhas correspondentes a uma sequência de valores (positivos e negativos); (25) reconhecem gráficos de colunas referentes a dados apresentados de forma textual; (26) reconhecem gráficos envolvendo regiões do plano cartesiano; (27) reconhecem gráficos envolvendo colunas relativas a um gráfico de setor; (28) reconhecem gráficos de linhas com duas sequências de valores; (29) reconhecem e estimam quantidades em gráficos de setores; (30) resolvem problemas de comparação entre gráficos de coluna; e (31) resolvem problemas de cálculo da média aritmética de um conjunto de valores.

7. ANÁLISE DOS GAPS EDUCACIONAIS DO ENSINO MÉDIO PARA O SETOR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

De acordo com a LDB, o ingresso no curso superior de tecnologia pode ser realizado pelas pessoas que já tenham concluído o ensino médio.

Em 2011, a média de proficiência obtida pelos alunos da 3ª série do ensino médio no Saeb foi de 275 pontos em matemática. Isso significa que os egressos do ensino médio não alcançaram os conhecimentos adequados a esta etapa da educação básica na avaliação realizada em 2011, o qual deveria ter sido superior a 350 pontos.

Deve-se ressaltar que, entre as 126 habilidades em matemática consultadas aos especialistas da área a fim de averiguar quais eram necessárias para o ingresso e permanência em um curso superior de tecnologia no setor de automação industrial, dezesseis eram as habilidades que competiam a um egresso da 3ª série do ensino médio possuir, pois as 110 restantes eram habilidades que deveriam ter sido obtidas antes da realização do ensino médio, ou seja, no ensino fundamental. Isto mostra que o ensino médio agrega poucos conhecimentos novos aos alunos e que precisa ser reforçado.

O quadro 2 mostra a descrição dessas 126 habilidades que os estudantes deveriam ter aprendido até o final do ensino médio, os conhecimentos necessários para realizar o curso superior de tecnologia em automação industrial e o conhecimento que a média dos egressos da 3ª série do ensino médio possuía em 2011. Com isso, foi possível verificar a distância entre o que eles deveriam saber e o que de fato sabiam caso decidissem ingressar no curso especificado.

Na primeira coluna estão descritos os conhecimentos e habilidades que deveriam ser desenvolvidos ao longo de cada ciclo da educação básica, os quais são avaliados pelo Saeb. Na segunda coluna estão descritos os intervalos dos níveis de proficiência a que a habilidade descrita na primeira coluna pertence. Na terceira coluna, estão assinadas as séries em que as habilidades descritas na primeira coluna deveriam ter sido desenvolvidas. Na quarta coluna é assinalado se os conteúdos da primeira coluna constituem ou não um pré-requisito para ingresso no curso superior de tecnologia em automação industrial, de acordo com a consulta realizada aos especialistas. Na quinta coluna há, por fim, a marcação da indicação sobre a existência ou não de *gaps* educacionais em relação aos pré-requisitos necessários à realização do referido curso em 2011. Dessa maneira, onde se lê “sim”, significa que a média dos egressos da 3ª série do ensino médio no Brasil, cuja média de proficiência em matemática foi de 275 em 2011, não possuía o conhecimento indicado como pré-requisito e, por isso, apresentava um *gap* educacional.

O quadro 2 revela que, entre as 126 habilidades que competiam aos egressos do ensino médio possuir, 45 delas não foram assinaladas pelos especialistas como um pré-requisito ao ingresso no ensino fundamental, as quais são descritas a seguir.

- 1.Reconhecem a localização ou movimentação de objeto situado em seu referencial, em representações gráficas.
- 2.Reconhecem a localização ou movimentação de objeto situado em referencial diferente do seu, em representações gráficas.
- 3.Distinguem sólidos com forma esférica, quadrado fora da posição usual e elementos de figuras tridimensionais (faces, vértices e arestas).

4. Identificam planificações de um sólido simples dado em perspectiva e de um cilindro dado em situação concreta (exemplo: lata de óleo).
5. Identificam lados e ângulos de um quadrilátero (retângulo, losango, quadrado e trapézio).
6. Calculam volume através de contagem de blocos.
7. Resolvem problema utilizando a propriedade de semelhança de triângulos de quadrilátero (por exemplo, o tangram).
8. Operam com o plano cartesiano encontrando o ponto de interseção de duas retas.
9. Calculam a área total de uma pirâmide regular.
10. Resolvem problema envolvendo o ponto médio de um segmento.
11. Resolvem problema aplicando o teorema de Pitágoras em figuras espaciais.
12. Reconhecem o centro e o raio de uma circunferência dada sua equação na forma reduzida e identificam, entre várias equações, a que representa uma circunferência.
13. Reconhecem a proporcionalidade de elementos lineares de figuras semelhantes.
14. Determinam o número de arestas de um poliedro, conhecidas suas faces.
15. Identificam as moedas para trocar uma quantia pequena de dinheiro.
16. Calculam o perímetro de figura poligonal conhecendo a medida dos lados.
17. Operam com unidades de medidas não convencionais e reconhecem que quanto maior a medida, menor a unidade.
18. Calculam área de regiões poligonais desenhadas em malhas quadriculadas.
19. Resolvem problemas do cotidiano envolvendo adições de pequenas quantias de dinheiro.
20. Resolvem problemas envolvendo mais de uma operação, incluindo o sistema monetário.
21. Resolvem problemas envolvendo divisão com resto ou multiplicação combinatória.
22. Identificam frações com apoio de representação gráfica.
23. Decompõem um número natural em suas ordens e vice-versa.
24. Decompõem um número natural em agrupamentos de 1.000.
25. Identificam número natural em intervalo da reta numérica.
26. Reconhecem a composição/decomposição na escrita decimal, em casos mais complexos.
27. Resolvem problemas de juros simples.
28. Ordenam números inteiros, positivos e negativos e identificam o intervalo onde se encontra uma raiz quadrada não exata.

29. Resolvem problemas de contagem envolvendo permutação.
30. Resolvem problemas utilizando a definição de progressão aritmética (PA) e progressão geométrica (PG).
31. Resolvem problemas de contagem mais sofisticados, usando o princípio multiplicativo.
32. Calculam a probabilidade de um evento em um problema simples.
33. Calculam a probabilidade de um evento usando o princípio multiplicativo para eventos independentes.
34. Identificam em um gráfico de função o comportamento de crescimento/decrescimento.
35. Identificam em um gráfico de função os intervalos em que os valores são positivos ou negativos e os pontos de máximo ou mínimo.
36. Identificam em um gráfico de função que o ponto (a,b) é equivalente a $b = f(a)$.
37. Identificam uma função linear que traduz a relação entre os dados em uma tabela.
38. Operam com polinômios na forma fatorada, identificando suas raízes e os fatores do 1º grau.
39. Calculam parâmetros desconhecidos de uma função a partir de pontos de seu gráfico.
40. Resolvem equações utilizando as propriedades da função exponencial e reconhecendo o gráfico da função $y = tg x$.
41. Utilizam o conceito de PA.
42. Utilizam o conceito de PG para identificar o termo seguinte de uma sequência dada.
43. Reconhecem gráficos envolvendo colunas relativas a um gráfico de setor.
44. Reconhecem e estimam quantidades em gráficos de setores.
45. Interpretam tabelas de dupla entrada com dados reais.

Neste sentido, entre as 126 habilidades que deveriam ter sido adquiridas até o término do ensino médio pelos estudantes avaliados na 3ª série desta etapa da educação básica, 81 foram assinaladas pelos especialistas da área como pré-requisitos para ingresso em um curso superior de tecnologia de automação industrial, as quais podem ser visualizadas no quadro 2, onde se tem a marcação com um "x".

Dessas 81 habilidades que constituem condição inicial para a realização dos cursos técnicos, sessenta foram identificadas como sendo *gaps* educacionais, o que equivale a dizer que eram habilidades situadas em um nível superior na escala do Saeb ao nível de proficiência alcançado pelos estudantes da 3ª série do ensino médio no exame em 2011, cuja média foi de 275 pontos na escala de proficiência.

O quadro 2 também revela que a segunda habilidade descrita não foi considerada pelos especialistas como um pré-requisito para a realização de um curso superior de tecnologia. Como o conhecimento é cumulativo, e esta habilidade foi considerada como importante para ingresso em curso técnico de nível médio, deveria ser considerada também no ensino superior. A realização de mais rodadas de análise do Painel Delphi poderia minimizar este tipo de atrito entre o que deve

ser considerado como requisito ao ingresso e continuidade no curso, bem como garantir um maior nível de consistência das respostas.

A realização de um Painel Delphi com profissionais de instituições distintas que ofertam cursos nesta área, por exemplo, agrupando especialistas de toda a Rede Senai e, também, das redes estaduais e federais, em que estes cursos são ofertados, bem como de supervisores das indústrias nesta área, poderia contribuir para criar um painel mais abrangente sobre quais são as competências e habilidades necessárias para ingresso e permanência nestes cursos e, também, para estabelecer os *learning outcomes*, isto é, quais são os resultados da aprendizagem esperados destes profissionais no mundo de trabalho após a conclusão desses cursos.

Outra questão que os dados revelam diz respeito ao fato de que o ensino médio agrega, em média, pouco valor aos conhecimentos já adquiridos pelos estudantes até o 9º ano do ensino fundamental, uma vez que a diferença da média adquirida por estes em relação aos estudantes que estavam concluindo o ensino médio foi de apenas 22 pontos a mais na escala de proficiência do Saeb.

Isto nos leva a pensar sobre a necessidade de reestruturação do ensino médio para torná-lo mais atrativo aos jovens e adequá-lo tanto às exigências de prosseguimento nos estudos quanto ao ingresso no mundo do trabalho. Isto inclui, assim, tanto aqueles jovens que desejam ou necessitam ingressar imediatamente na vida laboral após o término do ensino médio, quanto os que desejam seguir estudando e se qualificando (trabalhando ou não), seja por meio de um curso técnico de nível médio, um curso superior de tecnologia ou um curso de bacharelado.

No entanto, isto constitui outra discussão, a qual requer uma análise profunda sobre o que o país deseja que seus jovens possuam em termos de conhecimento ao concluírem essa etapa da educação básica.

De fato, no Brasil não se dispõe deste quadro formado para o término dos ensinos fundamental, médio e superior. Não possuímos os *frameworks*, o arcabouço que deve ser trabalhado em todas as etapas da educação básica, porque não temos um currículo unificado, mas apenas “diretrizes curriculares” para a educação básica. E, se não temos os *frameworks*, também não conseguimos definir claramente quais são os resultados da aprendizagem que queremos obter, isto é, os *learning outcomes* que desejamos que os estudantes adquiram ao longo de toda a educação básica. Quais são as habilidades e competências que se deseja que os estudantes brasileiros adquiram ao longo do seu percurso escolar, seja para ingressar no mundo do trabalho ou para dar prosseguimento aos seus estudos? Diante desta falta de definição sobre a matéria, foi necessário utilizar as matrizes do Saeb como um instrumento balizador daquilo que os estudantes deveriam ter aprendido e apreendido.

QUADRO 2

Gaps educacionais dos egressos da 3a série do ensino médio em relação ao curso superior de tecnologia em automação industrial em 2011

Conhecimentos e Habilidades	Proficiência		"Gap Educacional"	
	Média de Proficiência	Etapa da Educação Básica	Pré-Requisito	"Gap Educacional" em 2011
Calculam área de figuras desenhadas em malhas quadriculadas.	125-150	4ª EF	X	Não
Reconhecem a localização ou movimentação de objeto situado em seu referencial, em representações gráficas.	175-200	4ª EF	-	-
Reconhecem a localização ou movimentação de objeto situado em referencial diferente do seu, em representações gráficas.	250-300	4ª EF	-	-
Distinguem sólidos que têm superfície arredondada.	200-250	4ª EF	X	Não
Distinguem sólidos com forma esférica, quadrado fora da posição usual e elementos de figuras tridimensionais (faces, vértices e arestas).	300-350	4ª EF	-	-
Utilizam propriedades dos polígonos identificando seus lados.	250-300	4ª EF	X	Sim
Localizam pontos usando coordenada em um referencial quadriculado.	200-250	8ª EF	X	Não
Localizam pontos no plano cartesiano.	300-350	8ª EF	X	Sim
Identificam planificações de um sólido simples dado em perspectiva e de um cilindro dado em situação concreta (ex: lata de óleo).	250-300	8ª EF	-	-
Estabelecem diferenças entre ângulos, quadrados e círculos.	250-300	8ª EF	X	Sim
Identificam lados e ângulos de um quadrilátero (retângulo, losango, quadrado e trapézio).	250-300	8ª EF	-	-
Reconhecem a medida do perímetro.	250-300	8ª EF	X	Sim
Calculam volume através de contagem de blocos.	300-350	8ª EF	-	-
Avaliam distâncias horizontais e verticais em croquis usando escalas gráficas.	300-350	8ª EF	X	Sim
Classificam ângulos em agudos, retos ou obtusos, de acordo com a sua medida em graus.	350-375	8ª EF	X	Sim
Resolvem problema envolvendo ângulos, usando inclusive a lei angular de Thales e aplicando o Teorema de Pitágoras.	350-375	8ª EF	X	Sim
Resolvem problema utilizando a propriedade de semelhança de triângulos de quadrilátero (como por exemplo, o Tangram).	375-400	8ª EF	-	-
Reconhecem a definição de circunferência e seus elementos (raio, diâmetro e corda).	350-375	8ª EF	X	Sim
Calculam áreas de figuras simples (triângulos, paralelogramos, retângulos e trapézios).	375-400	8ª EF	X	Sim
Operam com o plano cartesiano utilizando sua nomenclatura (abscissa, ordenada e quadrantes).	375-400	3ª EM	X	Sim
Operam com o plano cartesiano encontrando o ponto de interseção de duas retas.	375-400	3ª EM	-	-
Operam com o plano cartesiano calculando a distância de dois pontos.	400-425	3ª EM	X	Sim
Reconhecem a equação de uma reta a partir do conhecimento de dois de seus pontos ou de seu gráfico.	400-425	3ª EM	X	Sim
Calculam a área total de uma pirâmide regular.	400-425	3ª EM	-	-
Resolvem problema de cálculo de distâncias e alturas, usando as razões trigonométricas.	375-400	3ª EM	X	Sim
Resolvem problema envolvendo o ponto médio de um segmento.	400-425	3ª EM	-	-
Resolvem problema aplicando o Teorema de Pitágoras em figuras espaciais.	400-425	3ª EM	-	-

Conhecimentos e Habilidades	Proficiência		"Gap Educacional"	
	Média de Proficiência	Etapa da Educação Básica	Pré-Requisito	"Gap Educacional" em 2011
Calculam o volume de sólidos simples: cubo, pirâmide regular.	425 ou acima	3ª EM	X	Sim
Reconhecem o centro e o raio de uma circunferência dada sua equação na forma reduzida e identificam, dentre várias equações, a que representa uma circunferência.	425 ou acima	3ª EM	-	-
Reconhecem a proporcionalidade de elementos lineares de figuras semelhantes.	400-425	3ª EM	-	-
Determinam o número de arestas de um poliedro, conhecidas suas faces.	425 ou acima	3ª EM	-	-
Identificam o coeficiente angular de uma reta dada sua equação ou conhecidos dois de seus pontos.	425 ou acima	3ª EM	X	Sim
Estimam valores de uma mesma medida.	175-200	4ª EF	X	Não
Lêem horas e minutos em relógio digital.	175-200	4ª EF	X	Não
Lêem horas e minutos em relógios de ponteiros.	200-250	4ª EF	X	Não
Lêem horas e minutos convertendo a duração de tempo.	250-300	4ª EF	X	Sim
Resolvem problemas envolvendo intervalos de tempo em situações cotidianas.	175-200	4ª EF	X	Não
Resolvem problemas com intervalo de tempo (meses).	250-300	4ª EF	X	Sim
Identificam as moedas para trocar uma quantia pequena de dinheiro.	200-250	4ª EF	-	-
Realizam a conversão entre medidas de tempo (hora, dia, semana).	200-250	4ª EF	X	Não
Realizam a conversão de kg para g; de l para ml.	250-300	4ª EF	X	Sim
Realizam a conversão de m para cm.	300-350	4ª EF	X	Sim
Calculam o perímetro de figura poligonal conhecendo a medida dos lados.	250-300	4ª EF	-	-
Reconhecem unidade de medida de área como o metro quadrado.	250-300	4ª EF	X	Sim
Estimam comprimento usando medidas não convencionais.	250-300	4ª EF	X	Sim
Operam com unidades de medidas não convencionais e reconhecem que quanto maior a medida, menor a unidade.	350-375	8ª EF	-	-
Resolvem problemas de conversão de unidade de medida como, por exemplo, metro cúbico em litro.	350-375	8ª EF	X	Sim
Calculam área de regiões poligonais desenhadas em malhas quadriculadas.	350-375	8ª EF	-	-
Calculam volume de um bloco retangular.	350-375	8ª EF	X	Sim
Reconhecem partes de um todo em representações gráficas.	125-150	4ª EF	X	Sim
Resolvem problemas do cotidiano envolvendo adições de pequenas quantias de dinheiro.	150-175	4ª EF	-	-
Resolvem problemas do cotidiano envolvendo adição de números naturais e racionais com o mesmo número de casas decimais.	175-200	4ª EF	X	Não
Resolvem problemas envolvendo subtração de números racionais com o mesmo número de casas.	200-250	4ª EF	X	Não
Resolvem problemas simples com as quatro operações.	200-250	4ª EF	X	Não
Resolvem problemas que utilizam a multiplicação envolvendo a noção de proporcionalidade.	250-300	4ª EF	X	Sim
Resolvem problemas envolvendo mais de uma operação, incluindo o sistema monetário.	250-300	4ª EF	-	-
Resolvem problemas de composição e decomposição mais complexos (mais zeros e ordens).	250-300	4ª EF	X	Sim

Conhecimentos e Habilidades	Proficiência		"Gap Educacional"	
	Média de Proficiência	Etapas da Educação Básica	Pré-Requisito	"Gap Educacional" em 2011
Resolvem problemas envolvendo divisão com resto ou multiplicação combinatória.	300-350	4ª EF	-	-
Resolvem problemas envolvendo proporcionalidade.	300-350	4ª EF	X	Sim
Calculam o resultado de uma adição e de uma subtração envolvendo números de até 3 algarismos, inclusive com recurso e reserva.	175-200	4ª EF	X	Não
Calculam o resultado de multiplicação com um algarismo.	175-200	4ª EF	X	Não
Identificam frações com apoio de representação gráfica.	175-200	4ª EF	-	-
Reconhecem o valor posicional do Sistema de Numeração Decimal.	200-250	4ª EF	X	Não
Decompõem um número natural em suas ordens e vice-versa.	200-250	4ª EF	-	-
Decompõem um número natural em agrupamentos de 1000.	250-300	4ª EF	-	-
Calculam o resultado de subtrações mais complexas com números naturais.	200-250	4ª EF	X	Não
Calculam o resultado de multiplicações com números de 2 algarismos.	200-250	4ª EF	X	Não
Calculam o resultado de divisões exatas por números de 1 algarismo.	200-250	4ª EF	X	Não
Calculam o resultado de uma divisão por número de 2 algarismos, inclusive com resto.	250-300	4ª EF	X	Sim
Calculam resultado de porcentagem simples.	250-300	4ª EF	X	Sim
Identificam número natural em intervalo da reta numérica.	250-300	4ª EF	-	-
Reconhecem a composição/decomposição na escrita decimal, em casos mais complexos.	250-300	4ª EF	-	-
Comparam números racionais na forma decimal.	250-300	4ª EF	X	Sim
Localizam na reta numérica números inteiros, positivos, negativos e números racionais na forma decimal.	250-300	8ª EF	X	Sim
Identificam o sistema de equações de primeiro grau, expressas em uma situação dada.	250-300	8ª EF	X	Sim
Calculam resultados de operações de adição com números racionais e com diferentes casas decimais.	300-350	8ª EF	X	Sim
Calculam resultados de operações de potenciação com números inteiros, positivos e negativos.	300-350	8ª EF	X	Sim
Calculam resultados de operações de transformação de fração em porcentagens e vice-versa.	300-350	8ª EF	X	Sim
Resolvem problemas simples envolvendo frações e porcentagens.	350-375	8ª EF	X	Sim
Resolvem problemas de equação de segundo grau.	350-375	8ª EF	X	Sim
Resolvem problemas que envolvem o conceito de proporcionalidade.	350-375	8ª EF	X	Sim
Resolvem problemas de juros simples.	350-375	8ª EF	-	-
Resolvem expressão com números inteiros, positivos e negativos e, também, com números racionais.	350-375	8ª EF	X	Sim
Resolvem problemas envolvendo as quatro operações, potências e raízes.	350-375	8ª EF	X	Sim
Resolvem problemas com números inteiros positivos e negativos sem que os sinais estejam explicitados.	375-400	8ª EF	X	Sim
Comparam números racionais usando arredondamento.	350-375	8ª EF	X	Sim
Ordenam números inteiros, positivos e negativos e identificam o intervalo onde se encontra uma raiz quadrada não exata.	350-375	8ª EF	-	-

Conhecimentos e Habilidades	Proficiência		"Gap Educacional"	
	Média de Proficiência	Etapa da Educação Básica	Pré-Requisito	"Gap Educacional" em 2011
Resolvem problemas calculando o valor numérico de uma função e identificando uma função de 1º grau.	300-350	3ª EM	X	Sim
Resolvem problemas calculando o resultado de uma divisão em partes proporcionais.	300-350	3ª EM	X	Sim
Resolvem problemas de contagem envolvendo permutação.	375-400	3ª EM	-	-
Resolvem problemas de contagem com uma equação de 1º grau que requeira manipulação algébrica.	375-400	3ª EM	X	Sim
Resolvem problemas utilizando a definição de PA e PG.	400-425	3ª EM	-	-
Resolvem problemas reconhecendo gráfico de uma função exponencial.	400-425	3ª EM	X	Sim
Resolvem problemas distinguindo funções exponenciais crescentes e decrescentes.	400-425	3ª EM	X	Sim
Resolvem problemas envolvendo funções exponenciais e equações exponenciais simples.	400-425	3ª EM	X	Sim
Resolvem problemas de contagem mais sofisticados, usando o princípio multiplicativo.	400-425	3ª EM	-	-
Resolvem problemas reconhecendo gráficos de funções trigonométricas (seno, co-seno) e o sistema associado a uma Matriz.	400-425	3ª EM	X	Sim
Resolvem problemas que requerem modelagem através de duas funções de 1º grau.	425 ou acima	3ª EM	X	Sim
Calculam a probabilidade de um evento em um problema simples.	300-350	3ª EM	-	-
Calculam a probabilidade de um evento usando o princípio multiplicativo para eventos independentes	375-400	3ª EM	-	-
Identificam em um gráfico de função o comportamento de crescimento/decrescimento.	300-350	3ª EM	-	-
Identificam em um gráfico de função os intervalos em que os valores são positivos ou negativos e os pontos de máximo ou mínimo.	375-400	3ª EM	-	-
Identificam em um gráfico de função que o ponto (a,b) é equivalente a $b = f(a)$.	425 ou acima	3ª EM	-	-
Identificam o gráfico de uma reta dada sua equação.	300-350	3ª EM	X	Sim
Identificam uma função linear que traduz a relação entre os dados em uma tabela.	375-400	3ª EM	-	-
Operam com polinômios na forma fatorada, identificando suas raízes e os fatores do 1º grau.	375-400	3ª EM	-	-
Operam com números reais na reta numérica reconhecendo que o produto de dois números é menor do que cada um deles.	400-425	3ª EM	X	Sim
Calculam parâmetros desconhecidos de uma função a partir de pontos de seu gráfico.	425 ou acima	3ª EM	-	-
Resolvem equações utilizando as propriedades da função exponencial e reconhecendo o gráfico da função $y = \lg x$	425 ou acima	3ª EM	-	-
Utilizam o conceito de progressão aritmética (PA).	250-300	3ª EM	-	-
Utilizam o conceito de PG para identificar o termo seguinte de uma sequência dada.	300-350	3ª EM	-	-
Lêem informações em tabelas e gráficos de colunas	150-175	4ª EF	X	Não
Interpretam gráfico de colunas através de leitura de valores no eixo vertical.	175-200	4ª EF	X	Não
Interpretam gráfico de setores, associando-os a dados em uma tabela.	250-300	4ª EF	X	Sim
Interpretam gráfico de linhas correspondentes a uma sequência de valores (positivos e negativos).	300-350	4ª EF	X	Sim
Resolvem problemas simples, usando dados em gráficos de barras ou tabelas.	200-250	4ª EF	X	Não
Lêem tabelas de dupla entrada, como, por exemplo, dados de peso e altura.	200-250	8ª EF	X	Não
Lêem tabelas com números positivos e negativos e identificam o gráfico de colunas correspondente.	250-300	8ª EF	X	Sim
Reconhecem gráficos de colunas referentes a dados apresentados de forma textual.	300-350	8ª EF	X	Sim
Reconhecem gráficos envolvendo regiões do plano cartesiano.	350-375	8ª EF	X	Sim
Reconhecem gráficos envolvendo colunas relativas a um gráfico de setor.	350-375	8ª EF	-	-
Reconhecem gráficos de linhas com duas sequências de valores.	350-375	8ª EF	X	Sim
Reconhecem e estimam quantidades em gráficos de setores.	350-375	8ª EF	-	Sim
Resolvem problemas de comparação entre gráficos de coluna.	350-375	8ª EF	X	Sim
Resolvem problemas de cálculo da média aritmética de um conjunto de valores.	350-375	8ª EF	X	Sim
Interpretam tabelas de dupla entrada com dados reais.	250-300	3ª EM	-	-

Fonte: INEP/MEC - Saeb - 2011 e consulta aos especialistas do SENAI

Elaboração própria.

8. CONCLUSÕES

As avaliações educacionais realizadas pelo INEP nos últimos anos constataram que o nível de proficiência dos estudantes brasileiros em português e matemática é baixo. Estes resultados são corroborados quando analisamos o desempenho dos nossos estudantes ao final do ensino fundamental em uma avaliação externa realizada pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) por meio do Programme for International Student Assessment (Pisa), que avalia os estudantes dos países-membros da OCDE e de alguns países convidados ao término da etapa de escolaridade obrigatória a cada três anos em matemática, ciências e letramento da língua materna. Nesta avaliação, nossos estudantes também não estão conseguindo apresentar um bom índice de proficiência.

Esses resultados não só impactam fortemente a aprendizagem dos alunos no âmbito da educação básica, quanto seu prosseguimento nos estudos, seja na formação técnica profissional – de forma concomitante ou subsequente –, em curso superior de tecnologia ou em um bacharelado. Isto é particularmente preocupante no momento histórico em que vivemos, no qual o conhecimento é cada vez mais o principal elemento que garante as vantagens competitivas de um país.

O quadro apresentado para o futuro também não é muito promissor. Se tudo correr bem, isto é, se os governos cumprirem os acordos realizados em prol da melhoria da qualidade da educação básica no âmbito do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE) e alcançarem as metas acordadas, em 2024 teremos algo em torno de 79,3% dos estudantes do 9º ano do ensino fundamental e de 76,5% dos estudantes da 3ª série do ensino médio com proficiência adequada à série em matemática, de acordo com as metas estabelecidas pelo Ministério da Educação. Isso conforme os dados calculados e divulgados pela organização Todos pela Educação, em seu relatório *Nota técnica preliminar – metodologia para a obtenção de metas finais e parciais do compromisso Todos pela Educação*, divulgado em 10 de setembro de 2007 em São Paulo, no qual estão disponíveis os cálculos utilizados para o estabelecimento das metas destacadas acima.

No entanto, vale lembrar que isso equivalerá à média alcançada pelos estudantes dos países que compõem a OCDE em 2003, o que significa que, se o país não promover avanços educacionais muito superiores às metas programadas, a proficiência média dos nossos futuros alunos irão igualar as alcançadas pela média dos estudantes dos países da OCDE 21 anos depois, o que equivale a praticamente toda uma geração, pois esta é caracterizada por um ciclo de 25 anos, tempo necessário para os indivíduos crescerem, casarem e se reproduzirem. Neste caso, perderemos o bônus demográfico e o “bonde da história” de transformação social e econômica de nossa população.

Por outro lado, o mercado de trabalho no Brasil está cada vez mais complexo e dinâmico. Os cenários de educação profissional para os próximos quinze anos realizados pelo Senai indicam que surgirão demandas do sistema produtivo em diferentes regiões do país e para perfis profissionais bastante diferenciados. Ao mesmo tempo, é crescente a exigência por maior nível de escolaridade para o exercício de uma ocupação no mercado de trabalho, sendo que o setor industrial exige, atualmente, o mínimo de oito anos de estudo.

O baixo nível proficiência da média dos estudantes brasileiros ao final do 9º ano do ensino fundamental e ao final da 3ª série do ensino médio impacta negativamente a aprendizagem posterior desses estudantes, seja nos cursos técnicos ou no ensino superior.

Essa defasagem vem sendo constatada há alguns anos pelos coordenadores e docentes dos cursos do Senai, que recebem estes alunos, a maior parte, egressos da escola pública, para realizar cursos de educação profissional. Segundo estes profissionais, a cada ano que passa aumenta a distância entre os conhecimentos prévios provenientes da educação básica que os alunos deveriam ter adquirido e o que eles, de fato, sabem. Em função disso, houve aumento da carga horária com aulas de nivelamento e/ou reforço em português, matemática e ciências nos cursos técnicos ofertados pelo Senai, o que ocorre no início ou ao longo do curso, quando tais conhecimentos precisam ser mobilizados. Isso representa um custo adicional ao curso em termos de tempo e recursos humanos, o qual poderia ser mais bem aproveitado na aprendizagem de disciplinas técnicas e de novas tecnologias nos laboratórios e oficinas.

Foi, portanto, no intuito de auxiliar os coordenadores de cursos e docentes do Senai que realizamos o estudo de identificação dos *gaps* educacionais. O objetivo era fazer um diagnóstico que permitisse mapear, em média, quais os conhecimentos de matemática que um egresso do 9º ano do ensino fundamental possui ao completar esta etapa da educação básica e verificar se aqueles conhecimentos eram suficientes para realizar alguns cursos técnicos, entre os quais, o curso técnico de nível médio no setor de automação industrial, ou se necessitaria de aulas de reforço. O mesmo, também, foi analisado sobre os conhecimentos requeridos dos egressos da 3ª série do ensino médio para ingresso em um curso superior de tecnologia no setor de automação industrial.

O resultado da medição deste hiato entre o conhecimento que os estudantes possuíam ao final do ensino fundamental e médio e o que eles deveriam saber para ingressar em um curso técnico de nível ou em curso superior de tecnologia foi denominado de *gap* educacional.

Medir este *gap* educacional, discuti-lo com os professores, coordenadores pedagógicos, instrutores e, com base nesse diagnóstico, orientar a criação de mecanismos de apoio aos alunos que apresentem estas lacunas provenientes da educação básica por meio de ações de reforço na aprendizagem, é uma forma de melhorar a equidade na educação, fazendo com que possa ser criada uma base sólida de articulação no planejamento curricular para se avançar nos estudos a partir da consolidação de habilidades e competências. Isso possibilitará que todos os alunos caminhem juntos, evitando a repetência, o abandono e uma possível evasão dos estudantes nestes cursos. É, também, uma forma de utilizar as avaliações em larga escala para além dos muros da escola, convidando-a a dialogar com os currículos da educação profissional e com o mundo do trabalho.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, 1996. Disponível em: <<http://www.presidencia.gov.br>>. Acesso em: jan. 2013.
- INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Descrição dos níveis da escala de desempenho de matemática – Saeb – 5o e 9o ano do ensino fundamental. Brasília: INEP, 2011a. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br>>. Acesso em: abr. 2013.
- _____. Descrição dos níveis da escala de desempenho de matemática – Saeb - 3a série do ensino médio. Brasília: INEP, 2011b. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br>>. Acesso em: abr. 2013.
- _____. Médias de desempenho do Saeb 2005 em perspectiva comparada. Brasília: INEP, 2007a.
- _____. Médias de desempenho do Saeb 2005 em perspectiva comparada. Brasília: INEP, 2007b.
- _____. Qualidade da educação: uma nova leitura do desempenho dos estudantes da 4a série do ensino fundamental. Brasília: INEP, 2003a.
- _____. Qualidade da educação: uma nova leitura do desempenho dos estudantes da 8a série do ensino fundamental. Brasília: INEP, 2003b.
- _____. Qualidade da educação: uma nova leitura do desempenho dos estudantes da 3a série do ensino médio. Brasília: INEP, 2004a.
- _____. Resultados do Saeb 2003 – Brasil – versão preliminar. Brasília: INEP, 2004b.
- _____. Saeb 2001: novas perspectivas. Brasília: INEP, 2002a.
- _____. Saeb 2001: relatório matemática. Brasília: INEP, 2002b.
- KLEIN, R. Como está a educação no Brasil? Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 14, n. 51, p. 139-172, abr./jun. 2006.
- ROCHA, D. C. C. “Gaps” educacionais da infraestrutura. Boletim Educacional, v. 3, n. 3. Brasília: Senai/CNI, jan. 2011.
- SOARES, J. F. Qualidade e equidade na educação básica brasileira: a evidência do Saeb-2001. Archivos Analíticos de Políticas Educativas, Santiago, v. 12, n. 38, ago. 2004.
- TODOS PELA EDUCAÇÃO. Nota técnica preliminar – metodologia para a obtenção de metas finais e parciais do compromisso Todos pela Educação. São Paulo, 2007.
- VYGOTSKY, L. S. A construção do pensamento e da linguagem. (Trad. Paulo Bezerra). São Paulo: Martins Fontes, 2001.
- ARAÚJO, C. H. Qualidade da Educação: uma nova leitura do desempenho dos estudantes na 8ª série do ensino fundamental. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos, Brasília, v. 84, n. 206/207/208, p. 88-106, jan./dez. 2003.
- ARAÚJO, C. H.; Luzio, N. Avaliação da educação básica: em busca da qualidade e equidade no Brasil. Brasília: INEP, 2005.

- BONAMINO, A. C. . Tempos de avaliação educacional: o Saeb, seus agentes, referências e tendências. Rio de Janeiro: Quartet, 2002.
- BONAMINO, A.; FRANCO, C. Avaliação e política educacional: o processo de institucionalização do Saeb. Cadernos de Pesquisa, n. 108, p 101-132, nov. 1999.
- Caruso, L. A. C. (Org.) et al. Cenários da educação profissional e de serviços técnicos e tecnológicos no Brasil – 2010/2024. Brasília: Senai-DN, 2010. (Série Cenários, Senai-DN).
- CASTRO, M. H. G.; DAVANZO, A. M. Q. Situação da educação básica no Brasil. Brasília: INEP, 1999. 134 p.
- FERRÃO, M. E. et al. O Saeb – Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica: objetivos, características e contribuições na investigação da escola eficaz. Revista Brasileira de Estudos Populacionais, v.18, n.1/2, p.111-130, jan./dez. 2001.
- Fontanive, N. S.; Klein, R. Uma Visão sobre O Sistema de Avaliação da Educação Básica do Brasil – Saeb. Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação, Rio de Janeiro, v. 8, n. 29, p.409-442, 2000.
- FRANCO, C. O Saeb – Sistema de Avaliação da Educação Básica: potencialidades, problemas e desafios. Revista Brasileira de Educação, n. 17 maio/jun./jul./ago. 2001.
- FRANCO, C.; BONAMINO, A. Iniciativas recentes de avaliação da qualidade da educação no Brasil. In: FRANCO, C. (Org.). Avaliação, ciclos e promoção na educação. Porto Alegre: Artmed, 2001, p. 15-28.
- ROCHA, D. C. C. “Gaps” educacionais do ensino fundamental para ingresso em um curso técnico de nível médio no setor de automação industrial. Revista Educação On-Line PUC-Rio, n. 13, p. 60-77, nov. 2013. Disponível em: <http://www.maxwell.lambda.ele.puc-rio.br/rev_edu_online.php?strSecao=input0>
- SOARES, J. F., CÉSAR, C. C., MANBRINI, J. Determinantes do desempenho dos alunos do ensino básico brasileiro: evidências do Saeb de 1997. In: FRANCO, C. (Org.). Avaliação, ciclos e promoção na educação. Porto Alegre: Artmed, 2001. p. 121-154.
- VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. (Trad. José Cipolla Neto; Luís Silveira Menna Barreto; Solange Castro Afeche). São Paulo: Martins Fontes, 2007.

CAPÍTULO 3

ANÁLISE DOS GAPS EDUCACIONAIS E POSSÍVEIS CAMINHOS PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA VOLTADO A CURSOS TÉCNICOS E SUPERIORES DE TECNOLOGIA NO SETOR DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

FABIO LENNON MARCHON *

HUSTANA MARIA VARGAS *

* Universidade Federal Fluminense (UFF).

1. INTRODUÇÃO	84
2. HABILIDADES EM HIATO E ANOS ESCOLARES CORRESPONDENTES	85
3. DISCUSSÃO SOBRE OS GAPS	87
4. ENFRENTAMENTO DOS GAPS	90
5. DIALOGANDO COM A PESQUISA	93
REFERÊNCIAS	94

1. INTRODUÇÃO

O trabalho de Denise Cristina Corrêa da Rocha sobre os *gaps* educacionais – com base na matriz de referência do Sistema de Avaliação da Educação Básica (Saeb) e em relação a expectativas de profissionais do ensino de automação industrial para alunos que venham realizar curso nesta área em nível médio ou superior – possibilita a identificação de caminhos possíveis para se planejar um ensino de matemática voltado a demandas específicas destes alunos e para a qualificação dos futuros profissionais da área técnica de automação industrial.

De forma inovadora e engenhosa, Denise Rocha toma a matriz de referência do Saeb para fazer um *mapeamento* das habilidades e competências assumidas como pré-requisitos por coordenadores pedagógicos, especialistas técnicos e docentes de cursos de automação industrial ligados ao Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), indicando aquelas que não foram atingidas ao fim do ciclo básico de formação. A esse hiato entre o conhecimento que os estudantes possuíam ao final do ensino fundamental e o que eles deveriam saber para ingressar em um curso técnico, denomina *gap* educacional. Adota critérios específicos para aferir a diferença entre os resultados obtidos no Saeb e os resultados esperados ao fim da formação em nível fundamental e médio, observando que no ano de 2011 o nível médio de proficiência em matemática foi de 253 para o 9º ano do ensino fundamental, enquanto para o 3º ano do ensino médio este valor foi de 275. Em ambos os casos os valores estão inferiores ao que se assume como “adequado”.

Além desse diagnóstico, a pesquisadora organiza uma tabela para expor, simultaneamente: os pré-requisitos indicados pelos especialistas docentes da área de automação industrial, as habilidades e competências da matriz de referência do Saeb, e os *gaps* educacionais. Para o ensino fundamental, das 88 habilidades que deveriam ter sido adquiridas ao fim do 9º ano, 76 foram considerados pré-requisitos e destas, 31 *gaps*. Para o ensino médio, das 126 habilidades que deveriam ser adquiridas ao fim do 3º ano, 81 foram assumidas como pré-requisitos e 61 *detectadas como deficitárias*.

A partir desse trabalho, observando os 92 *gaps*, buscamos realizar uma análise destes dados em uma perspectiva da Educação Matemática. Inicialmente, destacamos os tópicos detectados como problemáticos pela autora, apenas negritando a habilidade desejada. Em seguida, discutimos a incidência de determinadas habilidades pela sua recorrência ou por características especiais: sua natureza, significado e desdobramentos, a fim de sugerirmos abordagens para enfrentamento dos referidos *gaps*. Finalmente, instigados pelos achados do trabalho, levantamos questões e reflexões.

2. HABILIDADES EM HIATO E ANOS ESCOLARES CORRESPONDENTES¹

Distinguem sólidos com forma esférica, quadrado fora da posição usual e elementos de figuras tridimensionais (faces, vértices e arestas) [5º ano]. 2. **Realizam a conversão** de metro (m) para centímetro (cm) [5º ano]. 3. **Resolvem problemas** envolvendo divisão com resto ou multiplicação combinatória [5º ano]. 4. **Resolvem problemas** envolvendo proporcionalidade [5º ano]. 5. **Interpretam gráfico** de linhas correspondentes a uma sequência de valores (positivos e negativos) [5º ano]. 6. **Localizam** pontos no plano cartesiano [9º ano]. 7. **Classificam** ângulos em agudos, retos ou obtusos, de acordo com a sua medida em graus [9º ano]. 8. **Reconhecem** a definição de circunferência e seus elementos (raio, diâmetro e corda) [9º ano]. 9. **Calculam** áreas de figuras simples (triângulos, paralelogramos, retângulos e trapézios) [9º ano]. 10. **Operam** com unidades de medidas não convencionais e **reconhecem** que quanto maior a medida, menor a unidade [9º ano]. 11. **Resolvem problemas** de conversão de unidade de medida como, por exemplo, metro cúbico (m³) em litro (L) [9º ano]. 12. **Calculam** volume de um bloco retangular [9º ano]. 13. **Calculam** resultados de operações de adição com números racionais e com diferentes casas decimais [9º ano]. 14. **Calculam** resultados de operações de potenciação com números inteiros, positivos e negativos [9º ano]. 15. **Calculam** resultados de operações de transformação de fração em porcentagens e vice-versa [9º ano]. 16. **Resolvem problemas** simples envolvendo frações e porcentagens [9º ano]. 17. **Resolvem problemas** de equação de segundo grau [9º ano]. 18. **Resolvem problemas** que envolvem o conceito de proporcionalidade [9º ano]. 19. **Resolvem problemas** de juros simples [9º ano]. 20. **Resolvem expressão** com números inteiros, positivos e negativos e, também, com números racionais [9º ano]. 21. **Resolvem problemas** envolvendo as quatro operações, potências e raízes [9º ano]. 22. **Resolvem problemas** com números inteiros positivos e negativos sem que os sinais estejam explicitados [9º ano]. 23. **Comparam** números racionais usando arredondamento [9º ano]. 24. **Ordenam** números inteiros, positivos e negativos e **identificam** o intervalo onde se encontra uma raiz quadrada não exata [9º ano]. 25. **Reconhecem gráficos** de colunas referentes a dados apresentados de forma textual [9º ano]. 26. **Reconhecem gráficos** envolvendo regiões do plano cartesiano [9º ano]. 27. **Reconhecem gráficos** envolvendo colunas relativas a um gráfico de setor [9º ano]. 28. **Reconhecem gráficos** de linhas com duas sequências de valores [9º ano]. 29. **Reconhecem e estimam** quantidades em gráficos de setores [9º ano]. 30. **Resolvem problemas** de comparação entre gráficos de coluna [9º ano]. 31. **Resolvem problemas** de cálculo da média aritmética de um conjunto de valores [9º ano]. 32. **Utilizam propriedades** dos polígonos **identificando** seus lados [3º ano/5º ano]. 33. **Localizam** pontos no plano cartesiano [3º ano/9º ano]. 34. **Estabelecem diferenças** entre ângulos, quadrados e círculos [3º ano/9º ano]. 35. **Reconhecem** a medida do perímetro [3º ano/9º ano]. 36. **Avaliam distâncias** horizontais e verticais em *croquis* usando escalas gráficas [3º ano/9º ano]. 37. **Classificam** ângulos em agudos, retos ou obtusos, de acordo com a sua medida em graus [3º ano/9º ano]. 38. **Resolvem problemas** envolvendo ângulos, usando inclusive a lei angular de Thales e aplicando o teorema de Pitágoras [3º ano/9º ano]. 39. **Reconhecem** a definição de circunferência e seus elementos (raio, diâmetro e corda) [3º ano/9º ano]. 40. **Calculam** áreas de figuras simples (triângulos, paralelogramos, retângulos e trapézios) [3º ano/9º ano]. 41. **Operam** com o plano cartesiano utilizando sua nomenclatura (abscissa, ordenada e quadrantes) [3º ano]. 42. **Operam** com o plano cartesiano calculando a distância de dois pontos [3º ano]. 43. **Reconhecem** a equação de uma reta a partir do conhecimento de dois de seus pontos ou de seu gráfico [3º ano]. 44. **Resolvem problemas** de cálculo de distâncias e alturas, usando as razões trigonométricas [3º ano]. 45. **Calculam** o

1 As habilidades regularmente aparecem relacionadas a um ano. Quando aparecem em dois anos simultaneamente – como, por exemplo, [3º ano/9º ano] –, isto é indicação de que a habilidade não alcançada foi primeiramente avaliada no ano 9º ano do ensino fundamental e posteriormente no 3º ano do ensino médio. Isto sugere que as dificuldades enfrentadas pelos alunos ao fim do ensino médio atravessam toda a sua formação básica.

volume de sólidos simples: cubo, pirâmide regular [3º ano]. 46. **Identificam** o coeficiente angular de uma reta dada sua equação ou conhecidos dois de seus pontos [3º ano]. 47. **Leem** horas e minutos **convertendo** a duração de tempo [3º ano/5º ano]. 48. **Resolvem problemas** com intervalo de tempo (meses) [3º ano/5º ano]. 49. **Realizam a conversão** de quilograma (kg) para grama (g); de L para mililitro (mL) [3º ano/5º ano]. 50. **Realizam a conversão** de m para cm [3º ano/5º ano]. 51. **Reconhecem** unidade de medida de área como o metro quadrado (m^2) [3º ano/5º ano]. 52. **Estimam comprimento** usando medidas não convencionais [3º ano/5º ano]. 53. **Resolvem problemas** de conversão de unidade de medida como, por exemplo, m^3 em litro [3º ano/9º ano]. 54. **Calculam** volume de um bloco retangular [3º ano/9º ano]. 55. **Reconhecem** partes de um todo em representações gráficas [3º ano/5º ano]. 56. **Resolvem problemas** que utilizam a multiplicação envolvendo a noção de proporcionalidade [3º ano/5º ano]. 57. **Resolvem problemas** de composição e decomposição mais complexos (mais zeros e ordens) [3º ano/5º ano]. 58. **Resolvem problemas** envolvendo proporcionalidade [3º ano/5º ano]. 59. **Calculam** o resultado de uma divisão por número de dois algarismos, inclusive com resto [3º ano/5º ano]. 60. **Calculam** resultado de porcentagem simples [3º ano/5º ano]. 61. **Comparam** números racionais na forma decimal [3º ano/5º ano]. 62. **Localizam** na reta numérica números inteiros, positivos, negativos e números racionais na forma decimal [3º ano/9º ano]. 63. **Identificam** o sistema de equações de primeiro grau, expressas em uma situação dada [3º ano/9º ano]. 64. **Calculam** resultados de operações de adição com números racionais e com diferentes casas decimais [3º ano/9º ano]. 65. **Calculam** resultados de operações de potenciação com números inteiros, positivos e negativos [3º ano/9º ano]. 66. **Calculam** resultados de operações de transformação de fração em porcentagens e vice-versa [3º ano/9º ano]. 67. **Resolvem problemas** simples envolvendo frações e porcentagens [3º ano/9º ano]. 68. **Resolvem problemas** de equação de segundo grau [3º ano/9º ano]. 69. **Resolvem problemas** que envolvem o conceito de proporcionalidade [3º ano/9º ano]. 70. **Resolvem expressão** com números inteiros, positivos e negativos e, também, com números racionais [3º ano/9º ano]. 71. **Resolvem problemas** envolvendo as quatro operações, potências e raízes [3º ano/9º ano]. 72. **Resolvem problemas** com números inteiros positivos e negativos sem que os sinais estejam explicitados [3º ano/9º ano]. 73. **Comparam** números racionais usando arredondamento [3º ano/9º ano]. 74. **Resolvem problemas** *calculando* o valor numérico de uma função e identificando uma função de 1º grau [3º ano]. 75. **Resolvem problemas** *calculando* o resultado de uma divisão em partes proporcionais [3º ano]. 76. **Resolvem problemas** de contagem com uma equação de 1º grau que requeira manipulação algébrica [3º ano]. 77. **Resolvem problemas** *reconhecendo gráfico* de uma função exponencial [3º ano]. 78. **Resolvem problemas** *distinguindo funções* exponenciais crescentes e decrescentes [3º ano]. 79. **Resolvem problemas** envolvendo funções exponenciais e equações exponenciais simples [3º ano]. 80. **Resolvem problemas** *reconhecendo gráficos* de funções trigonométricas (seno, cosseno) e o sistema associado a uma matriz [3º ano]. 81. **Resolvem problemas** que requerem *modelagem* através de duas funções de 1º grau [3º ano]. 82. **Identificam o gráfico** de uma reta dada sua equação [3º ano]. 83. **Operam** com números reais na reta numérica reconhecendo que o produto de dois números é menor do que cada um deles [3º ano/5º ano]. 84. **Interpretam gráfico** de setores, associando-os a dados em uma tabela [3º ano/5º ano]. 85. **Interpretam gráfico** de linhas correspondentes a uma sequência de valores (positivos e negativos) [3º ano/5º ano]. 86. **Leem tabelas** com números positivos e negativos e identificam o gráfico de colunas correspondente [3º ano/9º ano]. 87. **Reconhecem gráficos** de colunas referentes a dados apresentados de forma textual [3º ano/9º ano]. 88. **Reconhecem gráficos** envolvendo regiões do plano cartesiano [3º ano/9º ano]. 89. **Reconhecem gráficos** de linhas com duas sequências de valores [3º ano/9º ano]. 90. **Reconhecem e estimam quantidades em gráficos** de setores [3º ano/9º ano]. 91. **Resolvem problemas** de comparação entre gráficos de coluna [3º ano/9º ano]. 92. **Resolvem problemas** de cálculo da média aritmética de um conjunto de valores [3º ano/9º ano].

3. DISCUSSÃO SOBRE OS GAPS

Ao analisar os *gaps* mapeados pela pesquisadora nas duas séries, foi possível perceber que a maior incidência de *gaps* ocorre na habilidade relacionada à *resolução de problemas*. Seguem-se as habilidades de *reconhecer*, *calcular* e *identificar*. Observamos ainda que, na habilidade associada ao *reconhecer*, das dezessete aparições, sete se relacionam a gráficos.

TABELA 1 - Incidência de *gaps* por habilidade

Habilidade esperada	Aparições – gaps
Resolver problemas	35
Reconhecer	16
Calcular e operar	13 e 4
Identificar	5

Elaboração dos autores.

Pode-se inferir que a matemática escolar *não* tem contribuído para criar nos estudantes uma postura de autonomia diante de situações problemas e que exigem resoluções matemáticas. Pode-se esperar, portanto, que tais alunos apresentem relativa dificuldade em situações práticas que exijam resoluções de problemas a partir de raciocínios matemáticos e, caso a resolução necessite de cálculos ou operações, a dificuldade será ampliada. Além disso, a habilidade de reconhecimento, seja de propriedades matemáticas, gráficos ou quantidades, também necessita de atenção.

Outro aspecto relevante é que, de acordo com os dados desta investigação, algumas habilidades não alcançadas parecem atravessar toda a formação básica, do 5º ano do ensino fundamental ao fim do 3º ano do ensino médio, passando evidentemente pelo 9º ano do ensino fundamental. Destacam-se as seguintes:

Leem horas e minutos **convertendo** a duração de tempo; **Resolvem problemas** com intervalo de tempo (meses); **Realizam a conversão** de kg para g; de L para mL; **Realizam a conversão** de m para cm; **Reconhecem** unidade de medida de área como o metro quadrado; **Estimam comprimento** usando medidas não convencionais; **Reconhecem** partes de um todo em representações gráficas; **Resolvem problemas** que utilizam a multiplicação envolvendo a noção de proporcionalidade; **Resolvem problemas** de composição e decomposição mais complexos (mais zeros e ordens); **Resolvem problemas** envolvendo proporcionalidade; **Calculam** o resultado de uma divisão por número de 2 algarismos, inclusive com resto; **Calculam** resultado de porcentagem simples; **Comparam** números racionais na forma decimal; **Operam** com números reais na reta numérica reconhecendo que o produto de dois números é menor do que cada um deles; **Interpretam gráfico** de setores, associando-os a dados em uma tabela; **Interpretam gráfico** de linhas correspondentes a uma sequência de valores (positivos e negativos).

Uma questão: o que se pode inferir ao olhar tais habilidades não alcançadas? Uma primeira apreciação indica que o conceito de *proporcionalidade* está relacionado em diferentes momentos – explícita ou implicitamente. Assim, a conversão de unidades de medida, a divisão, a porcentagem e até mesmo a interpretação de gráficos pode ser relacionada com o conceito de proporcionalidade.

A seguir apresentamos o conceito de proporcionalidade, e em seguida listamos exemplos que ilustram a hipótese anterior:

Diz-se que duas grandezas são proporcionais quando existe uma correspondência $x \mapsto y$, que associa a cada valor x de uma delas um valor y bem definido da outra, de tal modo que sejam cumpridas as seguintes condições:

1) Quanto maior for x , maior será y . Em termos matemáticos:

se $x \mapsto y$ e $x' \mapsto y'$ então $x < x'$ implica $y < y'$.

2) Se dobrarmos, triplicarmos, etc. o valor de x então o valor correspondente de y será dobrado, triplicado, etc. Na linguagem matemática: se $x \mapsto y$ então $n.x \mapsto n.y$ para todo n .²

Nas condições acima, a correspondência $x \mapsto y$ chama-se uma proporcionalidade (Lima *et al.*, 2005, p. 2).

Dizer que uma grandeza y é proporcional à grandeza x equivale a afirmar que existe um número k (o fator de proporcionalidade) tal que $y = k.x$ (*op. cit.*, p. 4).

Com o objetivo de contextualizar o conceito acima com as possíveis habilidades relacionadas no ensino básico, apresentamos os exemplos a seguir.

a) Sabendo-se que 1 kg equivale a 1.000 g, pode-se pedir a um estudante que faça a conversão de 1,5 kg para g. Sabendo-se que 1 h equivale a 60 min., pode-se pedir perguntar a um estudante quantos minutos equivalem a 2,5 horas. Sabendo-se que 1 m equivale a 100 cm, então pode se perguntar, por exemplo, quantos metros equivalem a 400 cm.

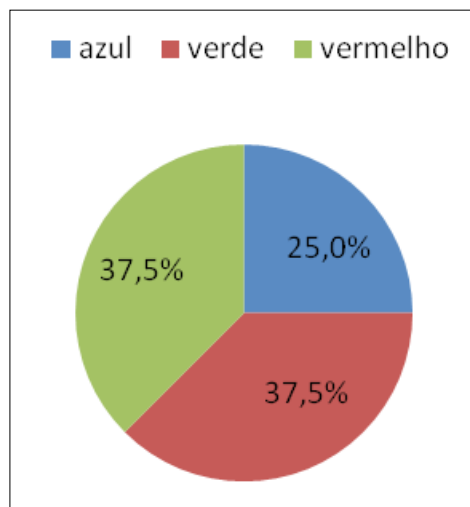
b) Uma fração cujo denominador é 100 representa uma porcentagem. Assim, se x é o numerador e 100 é o denominador, tem-se $x/100$, que equivale a $x\%$. Em alguns problemas de porcentagem, utiliza-se a ideia de proporcionalidade – a partir da chamada regra de três – para obter o resultado. Assim, por exemplo, se 30% de uma quantidade é igual a 90, quanto será 15% desta mesma quantidade?

c) Em um gráfico de setores, as regiões (áreas) do gráfico correspondem a porcentagens dos dados coletados. Uma vez mais, neste caso, o conceito de proporcionalidade pode ser utilizado como ferramenta para interpretação dos dados e construção do gráfico. Em uma pesquisa realizada com 40 pessoas, 10 gostam apenas da cor azul, 15 gostam apenas da cor verde e o restante gosta da cor vermelha. A área total do círculo corresponde 100%. O ângulo central da circunferência correspondente mede 360° . Para 1% a medida do ângulo central é $3,6^\circ$.

.....
² Dizer que uma propriedade é validada “para todo $n \in \mathbb{N}$ ” equivale a dizer que a propriedade é válida para todos os números inteiros não negativos $\{0, 1, 2, 3, \dots, n, \dots\}$, ou seja, para todos os números que pertencem ao conjunto dos números naturais.

O gráfico de setor para esta situação é:

Quantidade	Porcentagem	Ângulo central do gráfico
10	25,0%	$25 \times 3,6^\circ = 90^\circ$
15	37,5%	$37,5 \times 3,6^\circ = 135^\circ$
15	37,5%	$37,5 \times 3,6^\circ = 135^\circ$
40	100,0%	360°



Uma hipótese é que, posteriormente, tais dificuldades podem contribuir para criar obstáculos na compreensão de outros conceitos matemáticos que dependem da proporcionalidade como, por exemplo, o estudo geométrico associado à semelhança de triângulos ou o estudo das funções lineares.

Assim, a partir da observação da continuidade de certas dificuldades associadas à aprendizagem do conceito de proporcionalidade que atravessam toda a formação básica escolar, torna-se relevante estar também atento aos possíveis obstáculos na aprendizagem de conceitos matemáticos relacionados à proporcionalidade. Em especial, chamamos a atenção como necessário e indispensável analisar os conceitos matemáticos que servem de base para a construção de outros conceitos. Sugerimos, dessa forma, que se torna relevante não apenas realizar um mapeamento dos conceitos matemáticos que figuram nos *gaps*, mas, antes de tudo, realizar uma "arqueologia" dos conceitos necessários para a construção do conhecimento matemático no ensino básico. Esta investigação "arqueológica" pode adotar como apoio nesta empreitada o referencial teórico criado por Dubinsky (Dubinsky e Lewin, 1986) e que diz respeito à *decomposição genética* de um conceito matemático.

4. ENFRENTAMENTO DOS GAPS

O enfrentamento desses *gaps* pode ocorrer por intermédio de um ensino de matemática estruturado a partir de *atividades* do tipo *modelagem matemática* apoiadas em uma *metodologia de resolução de problemas* (entendendo-se que é uma forma de se ensinar *através* da resolução de problemas para criar a habilidade de resolução de problemas).

Documentos de governo como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) reconhecem a importância da metodologia da resolução de problemas, e assim enfatizam a importância dessa habilidade: “é fundamental superar a aprendizagem centrada em procedimentos mecânicos, indicando a resolução de problemas como ponto de partida da atividade matemática a ser desenvolvida em sala de aula” (BRASIL, 1998, p. 59).

Embora de valor inequívoco, a consolidação da resolução de problemas encontra dificuldades. Assim, com o intuito de auxiliar práticas e pesquisas nesta direção, **indicamos algumas referências bibliográficas** que podem servir como um primeiro contato ou como reforço a estas propostas. Elas servem apenas como elementos norteadores e não têm a pretensão de esgotar o assunto.

4.1 Referências bibliográficas indicadas sobre resolução de problemas

ALLEVATO, N. S. G. Diferentes olhares em resolução de problemas no Brasil e no Mundo. UNESP: 2008.

BOAVIDA, Ana Maria. Concepções sobre resolução de problemas. In: Actas do PROFMAT 91, v. 1. Porto: Associação de Professores de Matemática de Portugal, 1991.

D’AMBRÓSIO, Ubiratan. A evolução da resolução de problemas no currículo matemático. UNESP: 2008. Disponível em: <http://www.rc.unesp.br/serp/trabalhos_completos/completo1.pdf>. Acesso em: 1 nov. 2013.

KANTOWSKI, M. G. Some thoughts on teaching for problem solving. In: KRULYK, Stephen; Reys, Robert E. (Eds.). Problem solving in school mathematics. Reston: VANCTM, 1980.

KRULIK, Stephen; REYS, Robert. (Orgs.). A resolução de problemas na matemática escolar. São Paulo: Atual, 1997.

KRULIK, S.; RUDNIK, J. A. Reasoning and problem solving – a handbook for elementary school teachers. Massachussets: Allynand Bacon, 1993.

ONUCHIC, L. R. Ensinoaprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). Pesquisa em educação matemática. São Paulo: Editora UNESP, 1999. cap. 12, p. 199220.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Novas reflexões sobre o ensino aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Orgs.). Educação Matemática – pesquisa em movimento. São Paulo: Cortez, 2004. p. 213231.

PEREIRA, A. L. et al. Problemas matemáticos: caracterização, importância e estratégias de resolução. São Paulo: IME-USP, mar. 2002.

POLYA, G. Como resolver problemas (Tradução do original inglês de 1945). Lisboa: Gradiva, 2003.

POZO, Juan Ignacio. (Org.). A solução de problemas. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

SCHOENFELD, Alan. Mathematical problem solving. New York: Academic Press, 1985.

SCHROEDER, T. L.; LESTER JR, F. K. Developing understanding in mathematics via problem solving. In: TRAFTON, P. R. SHULTE, A. P. (Eds.). New directions for elementary school mathematics. Reston: NCTM, 1989. p. 3142.

4.2 Referências bibliográficas indicadas sobre modelagem

BARBOSA, J. C. Modelagem matemática: concepções e experiências de futuros professores. 2001. Tese (Doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2001. 253f.

BASSANEZI, R. Modeling as a teaching-learning strategy. For the learning of mathematics, Vancouver, v. 14, n. 2, p. 31-35, June 1994.

BLUM, W. Applications and modelling in mathematics teaching and mathematics

education – some important aspects of practice and of research. In: SLOYER, C. et al.

Advances and perspectives in the teaching of mathematical modelling and applications.

Yorklyn: Water Street Mathematics, 1995. p. 1-20.

EDWARDS, D.; HAMSON, M. Guide to mathematical modelling. Boca Raton: CRC Press, 1990. 277p.

BORSSOI, A. H.; ALMEIDA, L. M. W. O processo de ensino e aprendizagem acontecendo num ambiente de modelagem matemática e tecnologias informáticas: buscando uma aprendizagem significativa. In: ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 7, 2002, Foz do Iguaçu. Anais., Foz do Iguaçu, 2002.

_____. O ensino de cálculo e as atividades de modelagem matemática em ambientes informatizados. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 6, 2002, Campinas. Anais., Campinas, 2002. p. 76-81.

_____. Aprendizagem significativa em atividades de modelagem matemática como estratégia de ensino. 2003. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2003.

FERRUZZI, E. C. A modelagem matemática como estratégia de ensino e aprendizagem do cálculo diferencial e integral nos cursos superiores de tecnologia. Florianópolis, 2003. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

FERRUZZI, E. C.; ALMEIDA, L. M. W.; GONÇALVES, M. B. Dedução da lei de Ohm usando modelagem e investigação matemática. In: SEMINÁRIO DE INVESTIGAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 12, 2002. Lisboa: Associação de Professores de Matemática. Actas, 2002, p. 333-343.

FRANCHI, R. H. de. L. A modelagem matemática como estratégia de aprendizagem no cálculo diferencial e integral nos cursos de engenharia. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Rio Claro, 1993. 148f.

KEITEL, C. Implicit mathematical models in social practice and explicit mathematics teaching by applications. In: LANGE, J. et al. Innovation in maths educations by modelling and applications. Chichester: Ellis Horwood, 1993. p.19-30.

KLÜBER, T. E. Modelagem matemática no contexto da educação matemática: aspectos filosóficos e epistemológicos. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2007. 152f.

SANTOS, L. M. M.; BISOGNIN, V. Experiências de ensino por meio da modelagem matemática na educação fundamental. In: BARBOSA, J. C.; CALDEIRA, A. D.; ARAÚJO, J. L. (Orgs.). Modelagem matemática na educação matemática brasileira: pesquisas e práticas educacionais. Recife: SBEM, 2007. p. 99-114.

SCHEFFER, N. F.; CAMPAGNOLLO, A. J. Modelagem matemática: uma alternativa para o ensino-aprendizagem da matemática no meio rural. Zetetiké, Campinas, v. 6, n. 10, p. 35-55, jul./dez. 1998.

5. DIALOGANDO COM A PESQUISA

Ainda refletindo sobre o mapeamento feito por Rocha e observando a extrema necessidade de se desenvolver a habilidade de *resolução de problemas*, outras questões transversais podem ser consideradas, como as citadas a seguir.

- a) A matemática escolar tem contribuído de algum modo para formar indivíduos (in) capazes de lidar com os desafios do mundo do trabalho?
- b) Desenvolver a habilidade de resolver problemas matematicamente é algo desejável para os futuros profissionais dentro do mercado de trabalho?
- c) Se existe a necessidade de formar profissionais para o mercado de trabalho com habilidades relacionadas à resolução de problemas, então quais as possíveis implicações desta demanda para o contexto escolar (curriculares, pedagógicas e metodológicas)?
- d) Dado que as habilidades especificadas como pré-requisitos pelos profissionais docentes da automação industrial fazem parte do pacote do Saeb, em que medida elas se aproximariam ou se distanciariam de um pacote concebido diretamente por aqueles profissionais, e não pela equipe de governo?

Estas questões somam-se às indagações que norteiam este trabalho e podem contribuir para investigações posteriores dentro desta temática. Não é nossa pretensão, contudo, seguir todas as possíveis direções que emergiram a partir da análise realizada e, neste sentido, destacamos uma pergunta que pode orientar projetos futuros: *uma análise nos mesmos termos, em série temporal, apontaria redução ou majoração dos mesmos gaps?*

Ponderamos que este trabalho evidencia a existência de um hiato na formação em matemática em nível básico a partir da análise feita por Denise Cristina Corrêa da Rocha. Observa-se, em especial, um *gap* relacionado à resolução de problemas e dificuldades relacionadas ao reconhecimento de certas propriedades matemáticas. Além disso, a habilidade operatória exigida por esta disciplina escolar também se apresenta como parte deste hiato formativo. Dentro deste cenário, pode-se perceber que alguns conceitos são malformados e perduram durante toda a formação básica, como é o caso, por exemplo, do conceito de proporcionalidade.

Para finalizar, com objetivo de contribuir com sugestões que possam minimizar as dificuldades decorrentes deste hiato formativo indicamos, como potencialidade no processo de ensino e aprendizagem, que as práticas pedagógicas adotem como base uma *metodologia de resolução de problemas* a partir de *atividades* do tipo *modelagem matemática*.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática. Brasília: MEC/SEF, 1998.

DUBINSKY, E.; LEWIN, P. Reflective abstraction and mathematics education: the genetic decomposition of induction and compactness. *Journal of Mathematical Behavior*, 5, p. 55-92, 1986. Disponível em: <<http://www.math.kent.edu/~edd/RAMED.pdf>>. Acesso em: 17 out. 2013.

LIMA, E. L. et al. Temas e problemas elementares. Rio de Janeiro: SBM, 2005. (Coleção Professor de Matemática).

CAPÍTULO 4

RETENÇÃO, DEPRECIAÇÃO E RENOVAÇÃO DE CONHECIMENTOS NA INDÚSTRIA METALÚRGICA: UMA ANÁLISE EXPLORATÓRIA

LUIZ ANTONIO CRUZ CARUSO *

* Doutor em Ciências, em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento, pelo Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ).

1. INTRODUÇÃO	100
2. APRENDIZAGEM E ESQUECIMENTO COMO ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS DE EMPRESAS	101
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	106
4. RETENÇÃO, DEPRECIAÇÃO E RENOVAÇÃO DE CONHECIMENTOS NA METALURGIA	111
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	117
REFERÊNCIAS	119

1. INTRODUÇÃO

Para que uma empresa realize sua produção, é necessário que domine tecnologias e mobilize conhecimentos detidos por trabalhadores de diferentes ocupações. Estudos teóricos e empíricos revelam que todos os trabalhadores envolvidos com a produção de bens ou serviços geram conhecimentos, sendo que os trabalhadores de algumas ocupações apresentam um papel mais relevante que outros na geração de conhecimentos. A literatura indica que essas ocupações mais relevantes, em geral, possuem competências para inovação, podendo ser denominadas de ocupações inovadoras.

Ao longo de um período de tempo, as empresas acumulam, na maioria das vezes de forma gradual e cumulativa, conhecimentos explícitos, sob a forma de procedimentos, rotinas e tecnologias, e tácitos, detidos pelos próprios trabalhadores. Podem também depreciar conhecimentos, quando mudam suas estratégias competitivas ou perdem trabalhadores que detêm consideráveis repositórios de conhecimentos, ou renová-los, quando adquirem novas tecnologias, contratam consultorias ou novos trabalhadores.

O objetivo deste capítulo é identificar, no período de 2006 a 2011, as estratégias de recursos humanos que passaram a ser predominantemente utilizadas pelas empresas metalúrgicas para se adaptarem às transformações recentes no mercado nacional e mundial de aço. Essa identificação será feita analisando-se os processos de retenção, depreciação e renovação de conhecimentos a partir do acompanhamento dos trabalhadores empregados em ocupações inovadoras na indústria metalúrgica brasileira no período aludido.

A discussão teórica sobre a mobilização de conhecimentos como estratégia competitiva das empresas e sobre competências para inovação é apresentada no item 2.

No item 3, justificamos a escolha da indústria metalúrgica brasileira para análise dos processos de retenção, depreciação e renovação de conhecimentos. A partir dessa escolha, identificamos as ocupações com maior potencial de contribuição para gerar novos conhecimentos. Os procedimentos metodológicos também são apresentados no item 3, no qual explicamos a constituição de um painel de empresas e de trabalhadores, que tornou possível calcular as taxas de retenção, depreciação e renovação de conhecimentos, considerando a quantidade de empregados, tempo no emprego e escolaridade dos trabalhadores.

A análise das taxas de retenção, depreciação e renovação de conhecimentos possibilitou que identificássemos os principais componentes da estratégia de gestão de recursos humanos das empresas (seção 4). Nas considerações finais (seção 5), discutimos uma possível estratégia utilizada pelas empresas da indústria metalúrgica brasileira no período de 2006 a 2011.

A base de dados utilizada para a montagem do painel de empresas e trabalhadores foi oriunda da Relação Anual de Informações Sociais (Rais), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), contendo o registro de cada trabalhador em cada empresa da indústria metalúrgica brasileira, no período de 2006 a 2011. O acesso a esses dados foi possível mediante contrato de sigilo entre a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e o MTE.

2. APRENDIZAGEM E ESQUECIMENTO COMO ESTRATÉGIAS COMPETITIVAS DE EMPRESAS

Ao longo do tempo, à medida que as tecnologias tornaram-se mais complexas, novas formas de organização do trabalho foram sendo adotadas e as relações entre empresas e sistemas locais, regionais ou nacionais de inovação tornaram-se mais estreitas, algumas competências tornaram-se mais relevantes para o processo de inovação. Atualmente, predomina a ideia de que todos os trabalhadores de uma determinada empresa contribuem para gerar inovações e que as competências mais relevantes para o processo de inovação estão distribuídas em toda a estrutura ocupacional.

A cumulatividade é um processo inerente ao conhecimento aprendido ou esquecido por trabalhadores e empresas e depende da tecnologia que uma empresa utiliza, bem como das ocupações que os trabalhadores possuem e das atividades que exercem. Aprender ou desaprender conhecimentos são mecanismos associados à geração de inovações e às estratégias competitivas das empresas e serão discutidos nesta seção.

2.1 Aprendizagem e esquecimento organizacional

Aprendizagem organizacional é um tema que apresenta interesses práticos – como as empresas desenvolvem habilidades para se adaptarem a contextos em permanente mudança – e teóricos – como as organizações aprendem (Argote e Miron-Spektor, 2009).

Aprendizagem organizacional pode ser entendida como uma mudança na organização decorrente da experiência (Argote e Miron-Spektor, 2009) ou como a habilidade de uma organização criar uma resposta prática para solucionar um novo problema ou criar uma melhor resposta para um problema já existente (Holan e Phillips, 2004). Como o resultado da aprendizagem é o conhecimento, a aprendizagem organizacional pode ser vista como uma mudança no conhecimento da organização derivada da experiência (Fyol e Lyles, 1985). O nível de conhecimento dos trabalhadores de uma empresa ou o número de patentes que uma empresa gera (Alcacer e Gittleman, 2006) podem ser utilizados para medir o conhecimento organizacional.

Nonaka e Takeuchi (1997, p. 7) fazem uma clara distinção entre “conhecimento explícito (expresso em palavras e números, facilmente comunicado e compartilhado) e tácito (altamente pessoal, difícil de formalizar, transmitir e compartilhar, enraizado em ações, experiências, emoções de um indivíduo)”.

Do mesmo modo, a renovação de conhecimentos pelas empresas é uma dimensão estratégica das empresas e objeto de estudos teóricos e empíricos. A renovação pode ocorrer na forma de aquisição de patentes, equipamentos que incorporam novas tecnologias, contratação de consultorias e de novos trabalhadores (Argote e Miron-Spektor, 2009) e é um mecanismo importante de aprendizagem organizacional.

Além da aprendizagem, a literatura aponta a perda de conhecimentos (esquecimento, depreciação) como uma dimensão estratégica para as empresas. Nesse sentido, Holan e Phillips (2004) destacam que é parte da estratégia de esquecimento organizacional desaprender um conhecimento que deixou de ser útil ou um conhecimento que impede ou dificulta que um novo conhecimento seja criado. Assim, o esquecimento organizacional representa uma perda de conhecimento que resulta em uma mudança nas capacitações organizacionais (op. cit.).

Grubler e Nemet (2013) utilizam a expressão depreciação de conhecimentos referindo-se aos conhecimentos que podem ser perdidos ou desaprendidos, seja pela obsolescência tecnológica, seja pela rotatividade.

Em síntese, a literatura aponta que aprender e esquecer podem ser processos inerentes às estratégias competitivas das empresas, contribuindo para a geração de inovações.

2.2 Estratégias competitivas de empresas

A literatura especializada associa sistematicamente a geração de inovações às estratégias competitivas das empresas; interessa-nos destacar dessa literatura a vinculação entre ocupações e processos de inovação.

Tether et al. (2005) interpreta que alguns modelos de inovação surgiram historicamente em função da incorporação crescente de conhecimentos científicos aos processos de produção industrial.

O primeiro modelo é o de science push, baseado na capacidade de uma pequena elite, situada em universidades e em institutos públicos de pesquisa, que realizaram descobertas científicas e acabaram dando sustentação ao surgimento de novas indústrias (Tether et al., 2005, p. 74).

O segundo modelo surge logo após a Segunda Grande Guerra Mundial, quando as grandes corporações internalizaram o modelo science push em centros de pesquisa bem equipados, localizados fora da área de produção das empresas, o que representou na primeira geração do modelo de pesquisa e desenvolvimento (P&D) (op. cit., p.74).

O terceiro modelo representa a 2ª geração de centros de P&D em empresas, dessa vez com orientação para a demanda, com grande ênfase na solução de problemas. A ênfase das inovações se desloca para as tendências de mercado, com projetos de curto prazo. A orientação do P&D das empresas passa a ser exercida pela área de marketing (Tether et al., 2005, p. 75).

O quarto modelo fortalece ainda mais a ligação entre marketing e P&D e torna dominante o modelo demand-pull. As elites profissionais de marketing e de P&D continuam a ter papel proeminente na geração de inovações, relativamente aos trabalhadores de produção. Isso torna mais importante a geração de novos produtos do que a melhoria dos processos de produção (op. cit., p. 75).

O quinto modelo se desenvolve tendo como referência o sucesso das indústrias japonesas de fabricação de automóveis e de eletrônicos, baseado no fortalecimento e interação de todas as competências envolvidas no processo de fabricação. A conformação de um sistema em que participam profissionais de marketing, P&D, engenheiros, técnicos e trabalhadores de produção requer um sólido gerenciamento para a coordenação das atividades inovativas (op. cit., 2005, p. 75-76).

O sucesso das firmas japonesas também trouxe o reconhecimento de que a inovação depende crescentemente da participação de outras firmas e instituições. O reconhecimento de que a inovação depende da interação de trabalhadores de uma firma com os de outras firmas e instituições passou a ser referência para a construção de novos modelos de inovação.

A tipologia sugerida por Tether et al. (2005) nos ajuda a perceber como foram mudando as categorias ocupacionais mobilizadas no processo de inovação, de acordo com as distintas funções que a tecnologia foi desempenhando nas estratégias competitivas das empresas. Inicialmente, somente cientistas e engenheiros geravam inovações; posteriormente,

os profissionais de marketing tiveram um papel importante; em seguida, os trabalhadores da produção passaram a ter reconhecidas suas competências no processo de geração de inovações; por fim, chega o reconhecimento de que no processo de inovação a firma deve interagir com outras firmas, instituições e consumidores.

Outra abordagem que nos permite associar ocupações e inovações é a adotada por Jensen et al. (2007), que discutem dois modelos de aprendizagem e inovação que convivem nas empresas: o modelo STI (ciência, tecnologia e inovação; do inglês science, technology and innovation), baseado na produção e uso de conhecimentos técnicos e científicos codificados e o modelo DUI (fazer, usar e interagir; do inglês doing, using and interacting), constituído por processos de aprendizagem e de experiência baseados no saber-fazer.

Os conhecimentos gerados por trabalhadores do tipo STI tendem a ser mais gerais e codificados, devido à prática de comunicação de conhecimentos entre cientistas ou à necessidade de atendimento a critérios de documentação para registro de patentes. Os conhecimentos gerados pelos trabalhadores em DUI tendem a ser mais locais e mais difíceis de serem codificados.

As relações entre ocupações e inovações também podem ser examinadas a partir da conceituação de capacidades estáticas e dinâmicas das empresas. As capacidades estáticas referem-se às habilidades que uma empresa possui (entre elas as gerenciais) para desempenhar um conjunto definido de tarefas de forma altamente eficiente. Mas, se o ambiente competitivo mudar, a empresa que só possui tais capacidades terá dificuldade de se adaptar ao novo contexto.

O conceito de capacidade dinâmica de uma empresa, ou seja, da habilidade de uma organização aprender, adaptar, mudar e se adaptar permanentemente, complementa o conceito de capacidade estática (Teece e Pisano, 1994).

Encontramos em Edith Penrose uma das principais contribuições para a conceituação de capacidades estáticas e dinâmicas. Penrose desenvolveu um referencial teórico, baseado em recursos das firmas que, ao serem mobilizados produtivamente, transformam-se em serviços e geram novos aprendizados de rotinas e de qualificações. Conhecedor do potencial de seus produtos cabe ao gerente (serviços de gerenciamento) a tarefa de observar o ambiente externo à firma, identificar novas oportunidades produtivas e introduzir inovações tecnológicas em seus produtos. Isto altera a curva de aprendizagem da firma e amplia o potencial de lançamento de novos produtos (Penrose, 2006).

Sob a ótica das capacidades estáticas e dinâmicas é atribuída grande importância à capacidade de gerenciamento e de liderança para que as firmas coordenem o processo de geração de inovações incrementais ou decidam se a firma deve se engajar em processos mais radicais de inovação (Penrose, 2006).

2.3 Competências e inovações

Trabalhadores em diferentes ocupações geram, por meio da experiência, diferentes tipos de conhecimentos explícitos e tácitos. Existe um longo percurso para que esses conhecimentos sejam transformados em inovações. Apesar disso, vem ganhando espaço crescente na literatura especializada a análise da relação entre inovações e ocupações utilizando-se o conceito de competências para inovação.

Existe uma vasta literatura que discute a relação entre competências e inovações. Uma parte discute as competências que contribuem para inovar (Tether et al. (2005), Toner (2011) e OECD (2011). Outra parte discute o impacto da difusão de inovações, particularmente a que trata do viés da qualificação decorrente da mudança tecnológica (Autor, Levy e Murnane, 2003). Abordaremos a literatura que trata do primeiro tipo de competências.

Apesar de o termo competências ser ambíguo e poder ser aplicado em diferentes situações com muitos significados (Esposto, 2008), usualmente é utilizado referindo-se a conhecimentos, habilidades e atitudes.

Conhecimentos (competências cognitivas) estão associados às ocupações e são o resultado da interação entre inteligência (capacidade de aprender) e contexto (oportunidade de aprender) (Winterton e Stringfellow, 2006).

Habilidade (competência funcional) se refere usualmente a um nível de desempenho, no sentido de precisão e rapidez na execução de uma determinada tarefa (Winterton e Stringfellow, 2006). Segundo os mesmos autores, atitude (capacidade de aprendizagem e comportamento) está relacionada a como aplicar conhecimentos e habilidades em situações diversas ou a como desenvolvê-los, caso estejam faltando (op. cit.).

As competências que contribuem para o processo inovativo estão relacionadas ao tipo de inovação. Destacamos os seguintes tipos de inovações, tendo como referência a Pesquisa de Inovação Tecnológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (IBGE, 2010).

Uma inovação representa a implementação de uma nova ou significativa mudança em um produto (bem ou serviço) ou processo, um novo método de marketing ou organizacional que interfere na prática de negócios, na organização do trabalho ou nas relações externas de uma empresa. Inovações de produto envolvem mudanças significativas nas potencialidades de produtos e serviços. Incluem-se bens e serviços totalmente novos e aperfeiçoamentos importantes em produtos existentes. Inovações de processo representam mudanças significativas nos métodos de produção e de distribuição.

Além das inovações de produto e processo, a PINTEC contempla as inovações organizacionais e de marketing. Inovações organizacionais referem-se à implementação de novos métodos organizacionais, tais como mudanças em práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas da empresa. Inovações de marketing envolvem a implementação de novos métodos de marketing, incluindo mudanças no design do produto e na embalagem, na promoção do produto e sua colocação no mercado, e em métodos de estabelecimento de preços de bens e de serviços.

Finalmente, todas as inovações anteriormente citadas podem ser de caráter incremental ou radical. Inovações incrementais envolvem mudanças em produtos e processos existentes. Uma inovação é considerada radical quando rompe com as trajetórias existentes, tendo um caráter descontínuo no tempo (Tigre, 2014).

A literatura especializada tende a associar ocupações de alta qualificação à geração de inovações de produto e a redução de ocupações de baixa qualificação à difusão de inovações de processo (Bresnahan, Brynjolfsson e Hitt, 2000). As inovações incrementais são mais dependentes da trajetória passada e as inovações radicais tendem a ser mais intensivas em ciência e tecnologia (Nelson e Winter, 2005). Desse modo, diferentes conhecimentos, habilidades e atitudes, que integram as ocupações, são mobilizados para gerar inovações ou são impactados pela difusão das mesmas.

O papel que a inovação desempenha na estratégia competitiva das empresas define o ritmo, a intensidade e a direção das trajetórias tecnológicas e nos auxilia a identificar os tipos de conhecimentos, habilidades e atitudes mais frequentemente mobilizados. Além disso, saber as competências com maior potencial de contribuir para processos de inovação possibilita identificar ocupações que as possuem.

Alguns pesquisadores e instituições sistematizaram as competências que passaram a ser mobilizadas com maior frequência em processos de inovação. Aparece com frequência o fato de as inovações serem geradas crescentemente por meio da mobilização de competências dos trabalhadores de uma mesma equipe e, também, do compartilhamento de conhecimentos e informações entre trabalhadores de outras empresas e instituições, seja do próprio país ou de outros países. Com isso, aumentou a necessidade de desenvolvimento de competências de comunicação e de trabalho em equipe (*soft skill*).

Miles, em 2007, baseado em uma abordagem sociotécnica, elaborou uma relação de competências para trabalhadores de produção, entre as quais destacamos as seguintes: responsabilidade individual para garantia de qualidade; envolvimento dos trabalhadores na solução de problemas; autonomia para determinar métodos de trabalho (Miles, Green e Jones, 2007).

A Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico – OCDE (OECD, 2011, p; 32-36) apresentou outro conjunto de competências para inovações, das quais destacamos as seguintes: competências básicas; competência para lidar com os desafios da era digital; competências acadêmicas; competências técnicas; competências genéricas e *soft skills*; liderança; empreendedorismo e gerenciamento; criatividade; design; competências emocionais.

As competências de gestão que são citadas frequentemente na literatura como essenciais para a gestão de inovações e o posicionamento estratégico de empresas são detalhadas por Miles, Green e Jones (2007): gerenciamento de mudanças; coordenação para o desenvolvimento tecnológico; gerenciamento comercial e de marketing.

O mapeamento de competências para inovação realizado nesta seção será utilizado, a seguir, para subsidiar a identificação de ocupações inovadoras.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para identificarmos competências e ocupações associadas a processos de geração de inovações, partimos inicialmente da escolha de um setor de atividade econômica. Isto porque a inovação desempenha diferentes funções na estratégia de competição dos setores e, por conseguinte, mobiliza distintas competências e ocupações. As ocupações foram selecionadas a partir do setor de atividade econômica escolhido e, posteriormente, foi definido o método para o cálculo das taxas de retenção, depreciação e renovação de conhecimentos.

3.1 Escolha do setor industrial

Para escolhermos o setor a ser estudado, utilizamos como referência a tipologia de Pavitt (1984). Pavitt organizou uma tipologia baseada em quatro diferentes padrões setoriais de mudança tecnológica: i) setores baseados em ciências; ii) fornecedores especializados; iii) intensivos em escala; e iv) dominados por fornecedores. Em 1990, acrescentou um quinto padrão: firmas intensivas em informação.

O primeiro padrão setorial compreende firmas baseadas em ciências, que procuram desenvolver e aplicar conhecimentos científicos em um amplo e novo mercado tecnologicamente relacionado. O segundo padrão é o de firmas com oferta especializada. Essas firmas proveem equipamentos especializados e solução de problemas, principalmente para firmas baseadas em ciências e para firmas intensivas em escala. O terceiro padrão é o de firmas intensivas em escala, em que o volume de produção é a estratégia principal. Requer engenharia de projeto, design de produtos e conhecimento de mercado. O quarto padrão é o de firmas dominadas por fornecedores – ou seja, dependem das firmas baseadas em ciências, das firmas com oferta especializada e das firmas intensivas em informação. O quinto padrão é o de firmas intensivas em informação. As principais fontes de tecnologia são softwares e sistemas.

Considerando o objetivo do presente estudo de identificar processos de retenção, depreciação e renovação de conhecimentos, optamos por selecionar um setor que apresentasse menor chance de incorporar inovações radicais (que rompessem fortemente com trajetórias passadas). Adotando esse critério, poderíamos perceber processos de mobilização de conhecimentos sem a intercorrência de rupturas nas trajetórias tecnológicas.

A escolha recaiu sobre a metalurgia (Divisão 24 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE), setor no qual predominam atividades industriais intensivas em escala, dominadas, em sua maioria, por fornecedores (particularmente siderurgia, produção de ferro-gusa e de ferroligas e produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura).

O principal grupo industrial da metalurgia é a siderurgia, que em 2011 participava com 55% do valor bruto da produção e 42% do pessoal ocupado. Produção de ferro-gusa e de ferroligas e produção de tubos de aço, exceto tubos sem costura são dois grupos industriais da metalurgia que dependem da siderurgia, e muitas plantas industriais integram verticalmente tais processos industriais. Esses grupos industriais representavam cerca de 15% do valor bruto da produção e 18% do pessoal ocupado. Os outros dois grupos industriais que compõem a metalurgia (metalurgia dos metais não ferrosos e fundição) participaram, em 2011, com 29% e 20% do valor bruto da produção e do pessoal ocupado, respectivamente (IBGE, 2011).

Destacamos a indústria siderúrgica para descrever sucintamente seu processo de produção, que apresenta rotas tecnológicas maduras (os princípios da tecnologia hoje dominante em nível mundial – conversor básico a oxigênio – foram desenvolvidos em meados do século XX (Brasil, 2010) e as inovações são, predominantemente, de natureza incremental. Essa escolha possibilita mais facilmente perceber como se inscrevem as inovações incrementais em uma trajetória tecnológica estável, bem como identificar categorias ocupacionais mais diretamente envolvidas nos processos inovativos.

Descrevemos, a seguir, de forma sintética, o processo de usinas integradas que representam 75% da produção mundial de aço que utiliza como matéria-prima básica o minério de ferro, cujas características de granulometria e de teor de ferro influenciam diretamente a mineração e os processos de redução.

A produção de minério de ferro pode gerar como produtos o granulado, o sinter ou a pelota, sendo que o sinter é a principal carga metálica utilizada na fase de redução (Brasil, 2010). Na fase de redução, ocorre a remoção do oxigênio contido no óxido de ferro em altos-fornos a coque ou carvão vegetal, dependendo do tipo de carvão empregado ou em fornos de redução direta, quando se utiliza o gás natural. O produto resultante dessa fase é o ferro-gusa (op. cit.). Na fase de refino (aciaria) o conversor básico a oxigênio é o tipo mais utilizado na siderurgia (equivale a cerca de dois terços da produção mundial de aço). Esta fase visa à diminuição do teor de carbono e das impurezas do ferro-gusa até os valores desejados para os diferentes tipos de aço a serem produzidos (op. cit., 2010). Após ser produzido em estado líquido, o aço passa pela fase de lingotamento para ser solidificado e resfriado e, em seguida, passa pela fase de laminação, para ser transformado em produtos finais: aços planos (chapas e bobinas) e longos (vergalhões, barras e perfis).

A maioria das plantas siderúrgicas possui essas etapas integradas, sendo que cada fase é considerada um processo contínuo de produção. Em processos contínuos, a transformação das matérias-primas em produtos finais ocorre por meio de reações físico-químicas da matéria, cujos principais agentes são a temperatura, pressão, agentes redutores e catalisadores. As variáveis controladas ao longo do processo são, predominantemente, temperatura, fluxo, pressão e teor de substâncias.

As inovações tecnológicas visam principalmente acelerar o fluxo de produção e controlar e corrigir, automática e crescentemente, o comportamento de variáveis de processo assegurando, por exemplo, a fabricação de um mesmo tipo de aço, independentemente do teor de carbono e de outros componentes físico-químicos do ferro-gusa.

A evolução desse processo de automatização foi gradual, utilizando tecnologias de base pneumática, analógica e, posteriormente, digital. No estágio digital, o sistema digital de controle distribuído (SDCD) é ainda uma referência tecnológica, principalmente quando associado à comunicação entre diferentes estações, onde são feitas as medições de campo, entre si e entre o controle central, utilizando sistemas wireless com a combinação de diferentes protocolos de comunicação.

A automatização crescente de processos contínuos, ao mesmo tempo em que melhorou a eficiência do processo de fabricação e a qualidade dos produtos, aumentou a incerteza de como evitar ou solucionar panes no sistema. Para solucioná-las, na maioria dos casos, é requerida a participação de trabalhadores que exercem diferentes ocupações e estão situados em distintas estações de controle ao longo do processo de fabricação.

3.2 Escolha das ocupações

Para escolher as ocupações, utilizamos os seguintes critérios e procedimentos:

- a) ocupações e competências citadas na literatura;
- b) grau de dedicação (ao setor metalúrgico) das ocupações; e
- c) entrevistas em empresas.

A revisão bibliográfica possibilitou identificar ocupações científicas e de engenharia, ocupações de produção, técnicas e de vendas envolvidas na implementação de inovações.

Feita essa identificação, calculamos o percentual de empregados de cada ocupação na metalurgia e denominamos esse percentual de grau de dedicação. Foram selecionadas, inicialmente, as ocupações que apresentaram percentual maior que zero na indústria metalúrgica.

Posteriormente, foram realizadas duas entrevistas em profundidade em empresas siderúrgicas, em que solicitamos que os entrevistados indicassem, a partir da lista inicial de ocupações, quais delas mais contribuíam para gerar inovações em suas empresas.

A lista final de ocupações encontra-se anexa e, para efeito de análise dos dados, fizemos um agrupamento dessas ocupações em seis categorias ocupacionais, a seguir enunciadas.

- 1) Diretores e gerentes: categoria que reúne profissionais que detêm competências de gerenciamento e de estratégias.
- 2) Profissionais de marketing/vendas: categoria que reúne profissionais que detêm competências que possibilitam às empresas identificarem novos mercados e a consolidarem suas posições em mercados existentes.
- 3) Profissionais de nível superior: categoria que reúne profissionais que detêm competências e saberes científicos que os habilitam a realizar o desenvolvimento industrial de produtos, bem como modificar parâmetros que alteram características físico-químicas dos mesmos.
- 4) Profissionais de P&D: categoria que reúne profissionais que detêm saberes científicos de alto grau de complexidade.
- 5) Técnicos (nível médio): categoria que reúne trabalhadores que detêm um saber técnico que os habilita a intermediar as relações entre profissionais de nível superior e operadores.
- 6) Operadores de produção: categoria que reúne trabalhadores que detêm saberes mais práticos.

3.3 Escolha das variáveis

Utilizamos uma base de dados derivada da Rais contendo o registro de cada trabalhador em cada empresa da metalurgia, no período de 2006 a 2011. O acesso a esses dados foi possível mediante contrato de sigilo entre a UFRJ e o MTE.

A partir dessa base de dados, foi possível constituir um painel de empresas e trabalhadores e verificar o comportamento de algumas variáveis ao longo do período de 2006 a 2011. As variáveis escolhidas para a análise foram a quantidade de trabalhadores, a experiência total e o total de anos de estudo. Juntas, elas sinalizam a intensidade com que ocorreu a retenção, depreciação e renovação de conhecimentos nas empresas metalúrgicas.

A quantidade de trabalhadores possibilita identificar se ocorreram modificações na estrutura ocupacional, ou seja, se as empresas passaram a atribuir mais ou menos importância a determinadas categorias ocupacionais no período de 2006 a 2011.

A experiência total foi calculada por meio da multiplicação da quantidade de trabalhadores pelo número de meses que cada trabalhador possuía em cada período de análise, e representa o acúmulo de conhecimentos tácitos.

O total de anos de estudo foi o resultado da multiplicação da quantidade de trabalhadores pelo número de anos de estudo que cada trabalhador possuía em cada período de análise, e representa o acúmulo de conhecimentos formais sistematizados.

Pretendemos com esse procedimento estabelecer uma proxy sobre o total de conhecimentos existente nas empresas A e B da indústria metalúrgica e suas modificações entre 2006 e 2011.

3.4 Método para o cálculo das taxas de retenção, depreciação e renovação de conhecimentos

As taxas de retenção, renovação e depreciação de conhecimentos são parte da estratégia de gestão de pessoas e podem também sinalizar para mudanças na estratégia competitiva adotada pelas empresas. Como não sabemos o grau de codificação de conhecimentos existente em cada empresa (rotinas, tecnologias, procedimentos), analisamos a parte dos conhecimentos explícitos e tácitos possuída pelos próprios trabalhadores (Argote, Miron-Spektor, 2009; Albu, 1997).

Para verificar o comportamento recente das taxas de retenção, depreciação e renovação de conhecimentos na metalurgia, constituímos um painel de empresas e trabalhadores dessa indústria acompanhados no período de 2006 a 2011. As empresas foram selecionadas a partir dos critérios a seguir especificados.

- Empresas tipo A: empresas que possuíam, em 2006, mais de 50% de trabalhadores em ocupações inovadoras e que permaneceram com trabalhadores empregados em 2011.
- Empresas tipo B: empresas que possuíam, em 2006, menos de 50% de trabalhadores em ocupações inovadoras e que permaneceram com trabalhadores empregados em 2011.

As taxas de retenção, depreciação e renovação de conhecimentos na metalurgia foram calculadas para as empresas dos tipos A e B. No período de 2006 a 2011, alguns trabalhadores permaneceram empregados e outros foram desligados

ou admitidos, de modo que adotamos os seguintes procedimentos metodológicos para calcular as taxas de retenção, depreciação e renovação.

Todos os trabalhadores existentes em empresas metalúrgicas no ano de 2006 nas ocupações inovadoras constituíram o marco zero do painel. Se um trabalhador estava empregado em 2006 e permaneceu até 2011 na mesma empresa, ele foi considerado para o cálculo da taxa de retenção. Se um trabalhador que estava empregado em 2006 saiu da empresa no período de 2006 a 2011, foi considerado para o cálculo da taxa de depreciação. Se um trabalhador foi admitido por alguma empresa existente em 2006, no período 2006 a 2011, foi considerado para o cálculo da taxa de renovação. As demais variáveis estão relacionadas aos trabalhadores existentes nas situações descritas para o cálculo das taxas.

A taxa de retenção corresponde à proporção entre a quantidade, a experiência total e o total de anos de estudo dos trabalhadores que permaneceram empregados até 2011 em relação a essas variáveis existentes em 2006. Essa taxa indica o grau em que as empresas retêm conhecimentos detidos pelos trabalhadores e pode variar de zero, no caso em que a empresa não reteve nenhum trabalhador até 2011, a 100%, quando todos os trabalhadores existentes em 2006 permaneceram na mesma empresa até 2011. Para as demais variáveis, a variação da taxa de retenção pode ir de zero a um percentual acima de zero, uma vez que podem ter sido retidos trabalhadores com uma experiência e uma média de anos de estudo que foram acumuladas em períodos anteriores a 2006, na mesma empresa.

Para a taxa de depreciação, foram considerados os trabalhadores que estavam empregados em 2006, mas que não permaneceram na mesma empresa do painel até 2011. Essa taxa representa uma perda de conhecimentos e pode variar de 0 a 100%, sendo "0" a situação em que todas as empresas mantiveram todos os trabalhadores nas mesmas ocupações, e "100%" quando todos os trabalhadores existentes em 2006 não foram encontrados em 2011. O comportamento das demais variáveis é similar ao da taxa de retenção, podendo o limite superior ser superior a 100%.

Para a taxa de renovação, foram considerados os trabalhadores que não estavam empregados nas empresas em 2006 e foram admitidos por alguma dessas empresas entre 2007 e 2011. Essa taxa sinaliza a incorporação de novos conhecimentos e pode assumir o valor mínimo de "0", para a situação em que a empresa não admitiu nenhum trabalhador entre 2006 e 2011, e um valor superior a "0", quando a empresa admitiu uma quantidade qualquer de trabalhadores. A taxa de renovação para as demais variáveis apresenta comportamento similar ao da quantidade de empregados.

A análise, a seguir, foi feita observando o comportamento de cada taxa entre as categorias ocupacionais, uma vez que diferentes tipos de aprendizados e conhecimentos são gerados e mobilizados em cada categoria. A retenção, depreciação e renovação desses conhecimentos ao longo de um determinado período de tempo revelam algumas estratégias de gestão de recursos humanos utilizadas pelas empresas metalúrgicas, e pode estar associada a estratégias para enfrentar a retração do mercado mundial e a queda do preço do aço.

4. RETENÇÃO, DEPRECIAÇÃO E RENOVAÇÃO DE CONHECIMENTOS NA METALURGIA

Os estudos teóricos e empíricos consultados enfatizam que as empresas que utilizam de forma estratégica a retenção e a depreciação de conhecimentos costumam apresentar um melhor posicionamento competitivo, em relação às que não o fazem (Kleyner, Nickelsburg e Pilarsky, 2012).

A quantidade e o tipo de conhecimentos que cada empresa deve reter ou depreciar dependem de diversos fatores, entre os quais destacamos: estágio tecnológico em que a empresa se encontra; velocidade com que se desloca a fronteira tecnológica do setor em que a empresa atua; proximidade ou distância que a empresa se encontra da fronteira tecnológica do setor; grau de codificação de conhecimentos que a empresa possui (normas, rotinas); modelo de gestão adotado pelas gerências.

Como não possuímos informações sobre o grau de codificação detido pelas empresas A e B ou acerca dos mecanismos utilizados por elas para codificar conhecimentos tácitos, adotamos três pressupostos para analisar os dados.

O primeiro pressuposto é que consideramos os profissionais de nível superior e de P&D, os técnicos e os operadores como os trabalhadores que mais detêm conhecimentos associados à produção. Diretores e gerentes e profissionais de marketing e vendas detêm conhecimentos mais associados à gestão.

O segundo pressuposto é que os profissionais de nível superior e de P&D e os técnicos possuem conhecimentos mais sistematizados, no sentido em que foram obtidos por meio de cursos de ensino superior (conhecimentos científicos) e profissional (conhecimentos técnicos), de modo que os conhecimentos tácitos que geram são mais codificados. Os conhecimentos dos operadores são de natureza mais empírica, e os conhecimentos tácitos que geram são menos codificados. Além disso, de acordo com Jensen et al. (2007), tanto os conhecimentos tácitos gerados por operadores quanto pelos técnicos são mais dependentes da trajetória passada e, como consequência, estão mais associados à eficiência dos processos produtivos.

O terceiro pressuposto é que quanto mais codificado for o conhecimento tácito gerado maiores são as chances de se converter em conhecimento organizacional e em inovação.

Em função destes pressupostos analisamos, a seguir, as variáveis quantidade de trabalhadores, experiência total e total de anos de estudo das ocupações inovadoras das empresas A e B.

Nosso ponto de partida é a análise da variação das estruturas das variáveis quantidade de empregos, experiência total e total de anos de estudo das empresas A e B nos anos de 2006 e de 2011.

Em 2006, os operadores representavam 45,9% dos trabalhadores empregados em ocupações inovadoras, os técnicos 41,7% e os profissionais de nível superior 6,4%. Em 2011, os operadores continuaram representando 45,9%, os técnicos passaram para 42,5%, e os profissionais de nível superior para 6,7%. No período, ocorreu uma perda de participação de profissionais de P&D, de 1,2% para 1,0% (tabela 1).

A experiência total das ocupações mais diretamente ligadas à produção apresentou o mesmo comportamento da quantidade de trabalhadores, ou seja, crescimento para profissionais de nível superior, técnicos e operadores e redução para profissionais de P&D. O total de anos de estudo apresentou crescimento para todas as categorias ocupacionais ligadas mais diretamente à produção (tabela 1).

Deste modo, em 2006, os conhecimentos científicos e tecnológicos, detidos por profissionais de P&D e profissionais de nível superior, e os conhecimentos técnicos sistematizados representavam 49,3%, 51,6% e 53,1% em termos de quantidade de empregados, experiência total e total de anos de estudo, respectivamente, e passaram a representar, em 2011, 50,2%, 51,8% e 53,1%. É importante sublinhar que os conhecimentos científicos e tecnológicos detidos por profissionais de nível superior apresentaram uma redução no período. Ao mesmo tempo, os operadores, que mobilizam e geram conhecimentos de natureza mais empírica, mantiveram sua participação constante para a quantidade de empregados (45,9%) e experiência total (43,5%), e aumentaram sua participação no total de anos de estudo de 40,8%, em 2006, para 42,2% em 2011 (tabela 1).

Ocorreu uma perda de participação de diretores e gerentes, em termos de quantidade (de 4,2% para 3,3%), experiência total (de 4,3% para 4%) e total de anos de estudo (de 5,3% para 4,1%). Os profissionais de marketing e vendas também apresentaram perda em termos de quantidade (de 0,6% para 0,5%) e no total de anos de estudo (de 0,8% para 0,6%) e um aumento na experiência total, de 0,5% para 0,6% (tabela 1). Estas variações indicam que ocorreu uma redução na capacidade de gestão das empresas A e B no período de 2006 a 2011.

TABELA 1

Variação da estrutura de todas as variáveis selecionadas nos anos de 2006 e 2011 – empresas A e B

Categorias ocupacionais	Variáveis	2006	%	2011	%	Taxa média de crescimento
Diretores e gerentes	Quantidade	1685	4,2%	1582	3,3%	-1,3%
	Experiência total	127775	4,3%	129458	4,0%	0,3%
	Total de anos de estudo	23805	5,3%	22820	4,1%	-0,8%
Marketing e vendas	Quantidade	250	0,6%	236	0,5%	-1,1%
	Experiência total	15912	0,5%	18225	0,6%	2,8%
	Total de anos de estudo	3499	0,8%	3347	0,6%	-0,9%
P&D	Quantidade	475	1,2%	465	1,0%	-0,4%
	Experiência total	50177	1,7%	44247	1,4%	-2,5%
	Total de anos de estudo	5933	1,3%	5955	1,1%	0,1%
Nível superior	Quantidade	2584	6,4%	3190	6,7%	4,3%
	Experiência total	191205	6,5%	217837	6,8%	2,6%
	Total de anos de estudo	37763	8,4%	47999	8,7%	4,9%
Técnicos	Quantidade	16882	41,7%	20080	42,5%	3,5%
	Experiência total	1275473	43,4%	1394939	43,6%	1,8%
	Total de anos de estudo	195019	43,4%	240398	43,4%	4,3%
Operadores	Quantidade	18563	45,9%	21723	45,9%	3,2%
	Experiência total	1280855	43,5%	1391802	43,5%	1,7%
	Total de anos de estudo	183529	40,8%	233580	42,2%	4,9%
Ocupações Inovadoras	Quantidade	40439	100,0%	47276	100,0%	3,2%
	Experiência total	2941396	100,0%	3196507	100,0%	1,7%
	Total de anos de estudo	449547	100,0%	554098	100,0%	4,3%

Fonte: Microdados da Rais.

Elaboração dos autor.

As mudanças nas estruturas ocupacional, de experiência total e total de anos de estudo, que implicaram uma maior participação de conhecimentos técnicos e científicos sistematizados associados diretamente aos processos de fabricação e a redução na capacidade de gestão, podem ser mais bem entendidas com a análise do comportamento das taxas de retenção, renovação e depreciação.

Os profissionais de P&D apresentaram as maiores taxas de retenção, em termos de quantidade e total de anos de estudo e as menores taxas de renovação e de depreciação para todas as variáveis (tabela 2). Apesar disso, a magnitude da diferença, principalmente da taxa de renovação em relação à das ocupações inovadoras, resultou em uma perda de participação desta categoria ocupacional no período.

A taxa de renovação de 61,7% para a quantidade de profissionais de nível superior foi a mais elevada comparativamente às demais categorias ocupacionais e explica o aumento da participação destes profissionais no período. Além disso, a

taxa de retenção da experiência total destes profissionais também foi bastante elevada (88,6%), o que representa um importante acúmulo de conhecimentos tácitos de natureza científica e tecnológica (tabela 2).

Os técnicos apresentaram taxas de retenção acima da média das ocupações inovadoras e taxas de depreciação abaixo da média das ocupações inovadoras em todas as variáveis, e o comportamento destas taxas explica o aumento de participação destes trabalhadores nas empresas A e B (tabela 2).

Os operadores apresentaram taxas de retenção acima das verificadas para as ocupações inovadoras e taxas de depreciação abaixo das taxas das ocupações inovadoras para todas as variáveis selecionadas, e este comportamento explica a perda de participação destes trabalhadores nas empresas A e B. O total de anos de estudo destes trabalhadores aumentou sua participação no período porque a taxa de renovação desta variável posicionou-se acima da média das ocupações inovadoras (tabela 2).

Os diretores e gerentes apresentaram taxas de retenção e taxas de renovação abaixo das taxas das ocupações inovadoras e taxas de depreciação acima da média das ocupações inovadoras, para todas as variáveis consideradas (tabela 2). Este comportamento se refletiu em uma perda de participação desta categoria ocupacional no período nas empresas A e B.

Os profissionais de marketing e vendas apresentaram taxas de retenção da quantidade e do total de anos de estudo abaixo da média das ocupações inovadoras e uma taxa de depreciação acima da média para estas mesmas variáveis. A experiência total destes profissionais apresentou uma taxa de retenção acima da média das ocupações inovadoras e uma taxa de renovação abaixo da média da verificada para aquelas ocupações, fazendo com que a experiência total destes profissionais tenha se ampliado no período nas empresas A e B (tabela 2).

TABELA 2

Taxas de retenção, renovação e depreciação: quantidade, experiência total, total de anos de estudo, no período de 2006 a 2011 – empresas dos tipos A e B

Categorias ocupacionais	Taxas	Quantidade	Experiência Total	Total de Anos de Estudo
Diretores e gerentes	Taxa de retenção	61,8%	85,0%	62,5%
	Taxa de renovação	32,1%	16,4%	33,3%
	Taxa de depreciação	40,7%	34,7%	39,8%
Marketing e vendas	Taxa de retenção	60,4%	97,6%	62,2%
	Taxa de renovação	34,0%	16,9%	33,5%
	Taxa de depreciação	41,9%	31,0%	41,1%
P&D	Taxa de retenção	74,9%	81,7%	77,0%
	Taxa de renovação	22,9%	6,4%	23,4%
	Taxa de depreciação	25,6%	31,0%	25,5%
Nível superior	Taxa de retenção	61,7%	88,6%	63,6%
	Taxa de renovação	61,7%	25,4%	63,5%
	Taxa de depreciação	31,0%	30,4%	30,8%
Técnicos	Taxa de retenção	66,0%	91,0%	68,3%
	Taxa de renovação	52,9%	18,3%	55,0%
	Taxa de depreciação	28,6%	29,7%	27,5%
Operadores	Taxa de retenção	58,6%	85,9%	62,0%
	Taxa de renovação	58,4%	22,8%	65,3%
	Taxa de depreciação	35,3%	34,5%	31,2%
Ocupações Inovadoras	Taxa de retenção	62,2%	88,2%	65,1%
	Taxa de renovação	54,7%	20,4%	58,2%
	Taxa de depreciação	32,3%	32,1%	29,9%

Fonte: Microdados da Rais.

Elaboração do autor.

Em síntese, ocorreram aumentos, ainda que pouco significativos, na capacidade científica e tecnológica e na capacidade técnica e operacional das empresas A e B no período compreendido entre os anos de 2006 e 2011. Ao mesmo tempo, ocorreu uma perda na capacidade de gestão destas empresas neste mesmo período.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a crise financeira internacional de 2008, e com a consequente redução das taxas de crescimento da economia mundial, ocorreu uma retração na demanda mundial de aço. Atualmente, existe um excesso de capacidade instalada de produção de aço em nível mundial e, com isso, reduziram-se os investimentos para ampliação e renovação da capacidade instalada.

No Brasil, a grande maioria dos investimentos previstos foi reduzida, postergada ou cancelada sendo que, após 2008, somente foram concluídos os investimentos que já se encontravam em sua fase final. A produção de aço cresceu de 2006 a 2007 e em 2008 apresentou uma leve queda, particularmente no último trimestre daquele ano, e em 2009 a produção caiu 21%, somente retornando aos patamares de 2007 no ano de 2010. A partir de 2009, as exportações foram duramente contraídas e ocorreram aumentos importantes na importação direta e indireta de aço, particularmente da China.

Por meio da análise das taxas de retenção, renovação e depreciação de conhecimentos, procuramos identificar as principais estratégias de gestão de recursos humanos adotadas pelas empresas A e B da indústria metalúrgica.

No período de 2006 a 2011, as ocupações inovadoras apresentaram um crescimento das taxas médias anuais do total de anos de estudos (4,3% ao ano), da experiência total (1,7% ao ano) e na quantidade de empregados (3,2%).

O crescimento da média de anos de estudo na indústria vem ocorrendo de forma sistemática, pelo menos desde as duas últimas décadas, e pode ser reflexo tanto da existência de uma população mais escolarizada, como da contratação pelas empresas de trabalhadores mais escolarizados para compensar a baixa proficiência em português e matemática de trabalhadores oriundos do sistema educacional.

Entre as categorias ocupacionais típicas da produção detentoras de conhecimentos mais sistematizados, de natureza científica, tecnológica e técnica, os profissionais de nível superior e os técnicos apresentaram crescimento e os profissionais de P&D perderam participação. Os operadores, detentores de um conhecimento mais empírico, apresentaram estabilidade em termos de quantidade e de experiência total e um crescimento significativo no total de anos de estudo.

Entre as categorias ocupacionais típicas da produção, os profissionais de nível superior foram os mais valorizados pelas empresas A e B no período de 2006 a 2011, pois, além de terem aumentado sua participação na estrutura ocupacional, apresentaram um acúmulo de experiência total superior à média das ocupações inovadoras e um expressivo aumento no total de anos de estudo.

Em contrapartida, ocorreu uma perda na estrutura ocupacional e na experiência total dos profissionais de P&D. As atividades que os profissionais de nível superior realizam, os conhecimentos que mobilizam e os conhecimentos tácitos que geram estão voltados principalmente para o processo de fabricação e, em princípio, não substituem as atividades e os conhecimentos dos profissionais de P&D, particularmente no que se refere à geração de novos produtos.

Os técnicos, detentores de um conhecimento técnico mais sistematizado, que todavia geram conhecimentos tácitos mais dependentes de trajetórias passadas, apresentaram um aumento na participação na estrutura ocupacional, na experiência total e no total de anos de estudo.

Os operadores, detentores de um conhecimento mais empírico e que geram conhecimentos tácitos menos codificados e também mais dependentes de trajetórias passadas, mantiveram sua participação na estrutura ocupacional, e tiveram crescimento quanto à experiência total e aos anos de estudo. Os técnicos realizam atividades diretamente associadas ao processo de produção e, em tese, seus conhecimentos técnicos sistematizados podem substituir os conhecimentos de operadores e contribuir para aumentar a eficiência dos processos produtivos.

Os profissionais de marketing e vendas apresentaram uma pequena perda em sua participação na estrutura ocupacional e no total de anos de estudos e um crescimento na experiência total no período de 2006 a 2011. Esse aumento no potencial de geração de conhecimentos tácitos em marketing e vendas pode ampliar a capacidade das empresas de perceberem novos nichos de mercado. A categoria ocupacional de diretores e gerentes, além da perda de participação na estrutura ocupacional, perdeu experiência total e cresceu pouco no total de anos de estudo.

Assim, para enfrentar a crise que se abateu sobre o setor, identificamos neste estudo a estratégia de aumento da capacidade de tornar mais eficientes os processos de fabricação como a principal estratégia adotada pelas empresas A e B da indústria metalúrgica brasileira.

O aumento da capacidade de tornar mais eficientes os processos de fabricação decorre da ampliação da participação de profissionais de nível superior e de técnicos e da manutenção da participação de operadores.

Assim, as empresas procuraram consolidar suas participações em mercados conhecidos, por meio da melhoria da eficiência de processos de fabricação já existentes. Esses mercados demandam constantes inovações incrementais e melhoria de processos, principalmente na indústria automobilística (produção de aços mais leves, resistentes e flexíveis para absorver a energia produzida por impactos) e na indústria da construção civil (aços com grande espessura que possibilitam dobraduras sem gerar trincas).

Os conhecimentos que asseguram a geração de inovações incrementais e a melhoria da eficiência decorrem principalmente da maior participação de profissionais de nível superior e de técnicos e da preservação de operadores mais experientes, ou seja, com maior acúmulo e capacidade de geração de conhecimentos tácitos.

De certo modo, também foi mantida a capacidade de identificar novos mercados por meio da estabilização da participação, na estrutura ocupacional, de profissionais de marketing e vendas detentores de uma maior experiência total acumulada no período de 2006 a 2011.

Como a perda de participação de profissionais de P&D e a sua improvavelmente plena substituição por profissionais de nível superior, fica a questão de qual é a efetiva capacidade de as empresas desenvolverem novos produtos nas plantas industriais existentes. Por outro lado, é possível que tenha passado a ocorrer a mobilização de conhecimentos científicos detidos por profissionais de P&D com menos tempo no emprego, ou seja, com possibilidade de gerar produtos mais distantes da trajetória passada. Nesse sentido, corrobora o fato de o mercado aberto pela exploração do pré-sal ter criado imensos desafios para as empresas metalúrgicas gerarem novos produtos, mais distantes dos produtos pertencentes à trajetória passada.

Ao mesmo tempo, ocorreu uma redução da participação de diretores e gerentes na estrutura ocupacional, na experiência total e no total de anos de estudo tendo, entre suas atribuições principais, melhorar a eficiência do processo de fabricação.

Finalmente, taxas aparentemente elevadas de renovação e de depreciação e baixa taxa de retenção podem não ser um fenômeno específico da metalurgia e sim um comportamento esperado, dado o funcionamento das instituições que regulam o mercado de trabalho no Brasil, que tem como resultado, invariavelmente, elevadas taxas de rotatividade. Por essa razão, não podemos assegurar que os processos de retenção, depreciação e renovação de conhecimentos foram adotados de forma estratégica pelas empresas, no sentido que apontam Jensen et al. (2007) e Kleyner, Nickelsburg e Pilarsky (2012).

Além disso, as mudanças na estrutura ocupacional e na composição do tempo no emprego podem ser o resultado das fusões, aquisições e incorporações que ocorreram no setor após a crise financeira. Nesse caso, a retenção e a depreciação de conhecimentos podem ter sido também função da emergência de um novo padrão de gestão. Neste caso, as categorias ocupacionais mais impactadas foram a de diretores e gerentes e a de profissionais de P&D.

Quaisquer que tenham sido as razões, a questão que fica em aberto é como a possível estratégia identificada pelo comportamento das taxas de retenção, depreciação e renovação de conhecimentos se refletiu na melhoria dos processos de fabricação e nas taxas de inovação de produto e de processo das empresas das indústrias metalúrgicas.

REFERÊNCIAS

- ALBU, M. Technological learning and innovation in industrial clusters in the South. Brighton: Science Policy Research Unit, 1997. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.144.9687&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: jan. 2014.
- ALCACER, J.; GITTLEMAN, M. Patent citations as a measure of knowledge flows: the influence of examiner citations. *The Review of Economic and Statistics*. v. 88, n. 4, p. 774–779, nov. 2006. Disponível em: <http://dimetic.dime-eu.org/dimetic_files/AlcacerGittelmanRESt2006.pdf>. Acesso em: jan. 2014.
- ARGOTE, L.; MIRON-SPEKTOR, E. Organizational learning: from experience to knowledge. In: *NEW DIRECTIONS IN ORGANIZATION SCIENCE*, 2009, Carnegie. Proceedings.. Carnegie: Carnegie Mellon University, 2009. Disponível em: <<http://apps.olin.wustl.edu/cres/research/calendar/files/ArgoteL.pdf>>. Acesso em: jan. 2014.
- AUTOR, D. H.; LEVY, F.; MURNANE, R. J. The skill content of recent technological change: an empirical exploration. *The Quarterly Journal of Economics*, Cambridge, nov. 2003. Disponível em: <<http://economics.mit.edu/files/569>>. Acesso em: jan. 2014.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (MCT). Emissões de gases de efeito estufa nos processos industriais: produção de metais. Brasília: MCT, 2010.
- BRESNAHAN, T.F.; BRYNJOLFSSON, E.; HITT, L. M. Information technology, workplace organization, and the demand for skilled labor: firm-level evidence. *Quarterly Journal of Economics*, nov. 2000.
- ESPOSTO, A. Skill: an elusive and ambiguous concept in labour market studies. *Australian Bulletin of Labour*, v. 34, n. 1, p. 100-124, National Institute for Labour Studies (NILS), Adelaide, Austrália, mar. 2008.
- FYOL, C.M.; LYLES, M.A. Organizational learning. *Academic Management Review*, v. 10, p. 803-813, 1985.
- GRUBLER, A.; NEMET, G. F. Sources and consequences of knowledge depreciation. In: _____. *Energy technology innovation*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013, p. 133-145. Disponível em: <<http://ebooks.cambridge.org/chapter.jsf?bid=CBO9781139150880&cid=CBO9781139150880A020&tabName=Chapter>>. Acesso em: jan. 2014.
- GRUBLER, A.; WILSON, C. Historical case studies of energy technology innovation. In: GRUBLER, Arnulf; NEMET, Gregory F. *Energy technology innovation*. Cambridge: Cambridge University Press, 2013, p. 30-36. Disponível em: <<http://ebooks.cambridge.org/chapter.jsf?bid=CBO9781139150880&cid=CBO9781139150880A011&tabName=Chapter>>. Acesso em: jan. 2014.
- HANEL, P. Skills required for innovation: a review of the literature. Quebec, Canada: Centre Interuniversitaire de Recherche sur la Science et la Technologie, Université de Sherbrooke, 2007.
- HOLAN, P. M.; PHILLIPS, N. Organizational forgetting as strategy. *Strategic Organization*, London, v. 2, n. 4, p. 423-433, 2004. Disponível em: <http://www.academia.edu/695323/Organizational_forgetting_as_strategy>. Acesso em: jan. 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa de Inovação Tecnológica. Coordenação de indústria. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

JENSEN, M. B. et al. Forms of knowledge and modes of innovation. *Research Policy*, v. 36, p. 680-693, 2007.

KLEYNER, M. M.; NICKELSBURG, J.; PILARSKY, A. Organizational and individual learning and forgetting. *Industrial and Labor Relations Review*, v. 65, n. 1, jan. 2012.

MILES, I.; GREEN, L.; JONES, B. Skills for innovation. *Global Review of Innovation Intelligence and Policy Studies*, Manchester, 2007.

NELSON, R.R.; WINTER, S.G. Uma teoria evolucionária da mudança econômica. Campinas: Editora UNICAMP, 2005.

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. Criação de conhecimento na empresa. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 1997.

OECD. Skills for innovation and research. Paris: OECD, 2011.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, Brighton, v. 13, p. 343-373, 1984. Disponível em: <[http://www.unibg.it/dati/corsi/22023/61787-08%20Pavitt%20\(1984\).pdf](http://www.unibg.it/dati/corsi/22023/61787-08%20Pavitt%20(1984).pdf)>. Acesso em: jan. 2014.

PENROSE, E. A teoria do crescimento da firma. Campinas: Editora UNICAMP, 2006.

TETHER, B. et al. A literature review on skills and innovation. How does successful innovation impact on the demand for skills and how do skills drive innovation? 2005. Disponível em: <<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.berr.gov.uk/files/file11008.pdf>>. Acesso em: jan. 2014.

TEECE, D.; PISANO, G. The dynamic capabilities of the firm: introduction. *Industrial and Corporate Change*. v. 3, n. 3, 1994.

TIGRE, P. B. Gestão da inovação: a economia da tecnologia no Brasil. 2. ed., revista e ampliada. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

TONER, P. Workforce skills and innovation: an overview of major themes in the literature. Paris: OCDE, 2011. Disponível em: <<http://www.oecd.org/science/inno/46970941.pdf>>. Acesso em: jan. 2014.

WINTERTON, J.; STRINGFELLOW, E. Typology of knowledge, skills and competences: clarification of the concept and prototype. Luxembourg: CEDEFOP, 2006.

Anexo - Famílias ocupacionais utilizadas neste capítulo

ADMINISTRADORES DE EMPRESAS
AJUSTADORES MECÂNICOS POLIVALENTES
CARVOEJADORES E AFINS
DESENHISTAS PROJETISTAS DA ELETROÔNICA
DESENHISTAS PROJETISTAS DA MECÂNICA
DESENHISTAS TÉCNICOS DA MECÂNICA
DESENHISTAS TÉCNICOS EM ELETRICIDADE, ELETROÔNICA, ELETROMECÂNICA, CALEFAÇÃO, VENTILAÇÃO E REFRIGERAÇÃO
DIRETORES ADMINISTRATIVOS E FINANCEIROS
DIRETORES DE MANUTENÇÃO
DIRETORES DE MARKETING, COMERCIALIZAÇÃO E VENDAS
DIRETORES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
DIRETORES DE PRODUÇÃO E OPERAÇÕES DE SERVIÇOS DE ARMAZENAMENTO, TRANSPORTE E COMUNICAÇÃO
DIRETORES DE PRODUÇÃO E OPERAÇÕES EM EMPRESAS DA INDÚSTRIA EXTRATIVA, TRANSFORMAÇÃO E DE SERVIÇOS DE UTILIDADE PÚBLICA
DIRETORES DE RELACIONOS DE TRABALHO
DIRETORES DE SERVIÇOS DE INFORMÁTICA
DIRETORES DE SUPRIMENTOS E AFINS
DIRETORES GERAIS
ELETRICISTAS - ELETROÔNICOS DE MANUTENÇÃO
ENGENHEIROS ELETROELETROÔNICOS E AFINS
ENGENHEIROS EM COMPUTAÇÃO
ENGENHEIROS INDUSTRIAIS, DE PRODUÇÃO E SEGURANÇA
ENGENHEIROS MECÂNICOS
ENGENHEIROS METALURGISTAS E DE MATERIAIS
ESPECIALISTAS EM INFORMÁTICA
FERRAMENTEIROS E AFINS
FÍSICOS
FORNEIROS METALÚRGICOS (SEGUNDA FUSÃO E REAQUECIMENTO)
GERENTES ADMINISTRATIVOS, FINANCEIROS E DE RECURSOS
GERENTES DE MANUTENÇÃO
GERENTES DE MARKETING, COMERCIALIZAÇÃO E VENDAS
GERENTES DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
GERENTES DE PRODUÇÃO E OPERAÇÕES EM EMPRESAS DA INDÚSTRIA EXTRATIVA, DE TRANSFORMAÇÃO E DE SERVIÇOS DE UTILIDADE PÚBLICA
GERENTES DE RELACIONOS DE TRABALHO
GERENTES DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO
INSTALADORES E MANTENEDORES DE SISTEMAS ELETROELETROÔNICOS DE SEGURANÇA
INSTALADORES-REPARADORES DE LINHAS E EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÕES
LABORATORISTAS INDUSTRIAIS AUXILIARES
MECÂNICOS DE INSTRUMENTOS DE PRECISÃO (EXCETO TÉCNICOS)
MECÂNICOS DE MANUTENÇÃO DE BOMBAS, MOTORES, COMPRESSORES E EQUIPAMENTOS DE TRANSMISSÃO
MECÂNICOS DE MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS INDUSTRIAIS
MONTADORES DE EQUIPAMENTOS ELETRO-ELETROÔNICOS
MONTADORES DE MÁQUINAS INDUSTRIAIS
OPERADORES DE EQUIPAMENTOS DE ACABAMENTO DE CHAPAS E METAIS
OPERADORES DE FORNOS DE PRIMEIRA FUSÃO E ACIARIA
OPERADORES DE INSTALAÇÕES DE DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA, ELÉTRICA E NUCLEAR
OPERADORES DE INSTALAÇÕES DE GERAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA, HIDRÁULICA, TÉRMICA OU NUCLEAR
OPERADORES DE LAMINAÇÃO
OPERADORES DE MÁQUINAS A VAPOR E UTILIDADES
OPERADORES DE MÁQUINAS DE CONFORMAÇÃO DE METAIS
OPERADORES DE MÁQUINAS E CENTROS DE USINAGEM CNC
PESQUISADORES DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA
PREPARADORES E OPERADORES DE MÁQUINAS - FERRAMENTA CONVENCIONAIS
PROFSSIONAIS DA METROLOGIA
PROFSSIONAIS DE ADMINISTRAÇÃO ECONÔMICO-FINANCEIRA
SUPERVISORES DA PRODUÇÃO DE UTILIDADES
SUPERVISORES DE MANUTENÇÃO ELETRO-ELETROÔNICA INDUSTRIAL, COMERCIAL E RESIDENCIAL
SUPERVISORES DE PRODUÇÃO EM INDUSTRIAS SIDERÚRGICAS
SUPERVISORES DE USINAGEM, CONFORMAÇÃO E TRATAMENTO DE METAIS
SUPERVISORES DE VENDAS E DE PRESTAÇÃO DE SERVIÇOS
SUPERVISORES DOS SERVIÇOS DE PROTEÇÃO, SEGURANÇA E OUTROS
SUPERVISORES EM SERVIÇOS DE REPARAÇÃO E MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS, COMERCIAIS E RESIDENCIAIS
TÉCNICOS DE APOIO EM PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
TÉCNICOS DE CONTROLE DA PRODUÇÃO
TÉCNICOS DE LABORATÓRIO INDUSTRIAL
TÉCNICOS DE PLANEJAMENTO E CONTROLE DE PRODUÇÃO
TÉCNICOS DE VENDAS ESPECIALIZADAS
TÉCNICOS EM CALIBRAÇÃO E INSTRUMENTAÇÃO
TÉCNICOS EM CONTROLE AMBIENTAL, UTILIDADES E TRATAMENTO DE EFLUENTES
TÉCNICOS EM ELETRICIDADE E ELETROTECNICOS (COVALIDAÇÃO 3131)
TÉCNICOS EM ELETROMECÂNICA
TÉCNICOS EM ELETROÔNICA
TÉCNICOS EM MANUTENÇÃO E REPARAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE MEDICAÇÃO E PRECISÃO
TÉCNICOS EM METALURGIA (ESTRUTURAS METÁLICAS)
TÉCNICOS EM MINERAÇÃO
TÉCNICOS EM OPERAÇÃO E MONITORAÇÃO DE COMPUTADORES
TÉCNICOS EM PROGRAMAÇÃO
TÉCNICOS EM SEGURANÇA NO TRABALHO
TÉCNICOS EM SIDERURGIA
TÉCNICOS EM TELECOMUNICAÇÕES E TELEFONIA
TÉCNICOS MECÂNICOS (FERRAMENTAS)
TÉCNICOS MECÂNICOS NA FABRICAÇÃO E MONTAGEM DE MÁQUINAS, SISTEMAS E INSTRUMENTOS
TÉCNICOS MECÂNICOS NA MANUTENÇÃO DE MÁQUINAS, SISTEMAS E INSTRUMENTOS
TRABALHADORES DE INSTALAÇÕES ELÉTRICAS
TRABALHADORES DE TRATAMENTO TÉRMICO DE METAIS E DE COMPOSITOS
TRABALHADORES DE TRÉFILAÇÃO, ESTIRAMENTO E EXTRUSÃO DE METAIS E DE COMPOSITOS

Elaboração do autor a partir da Classificação Brasileira de Ocupações (CBO).

CAPÍTULO 5

IDENTIFICAÇÃO DAS NECESSIDADES DE QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL NA REGIÃO METROPOLITANA DE PORTO ALEGRE A PARTIR DA PESQUISA DE EMPREGO E DESEMPREGO *

EDUARDO MIGUEL SCHNEIDER **

ADALMIR ANTÔNIO MARQUETTI ***

ANA PAULA QUEIROZ SPEROTTO ****

“Freiheit ist immer Freiheit der Andersdenkenden”.

“Liberdade é sempre a liberdade de quem pensa de modo diferente”.

Rosa Luxemburg

* Este capítulo sintetiza os principais resultados da dissertação de mestrado em Economia do Desenvolvimento do Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). A dissertação foi defendida pelo primeiro autor, sob a orientação do segundo, e com importante contribuição da terceira no campo estatístico. Outrossim, os autores agradecem as contribuições de Lúcia Garcia, Mario Marcos Sampaio Rodarte, Ana Flávia Machado e Paulo Jacinto, ao tempo em que lhes eximem da responsabilidade pelas imprecisões que porventura persistam. O autor da dissertação agradece, particularmente, à Rosa Luxemburg Stiftung, pela bolsa de estadia para pesquisa na Alemanha ao longo do mestrado, que propiciou um momento de estudo e reflexão imprescindível para o desenvolvimento da investigação.

** Economista pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), especialista em gestão pública participativa pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS) e mestre em economia do desenvolvimento pela PUC-RS. Doutorando em economia do desenvolvimento na UFRGS. Técnico licenciado do Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (Dieese). E-mail: eduardo_schneider@hotmail.com

*** Doutor em economia pela New School for Social Research, Estados Unidos. Professor titular do Departamento de Economia da PUCRS. Presidente da Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser. E-mail: aam@pucrs.br

**** Estatística pela UFRGS. Técnica do Dieese. Coordenadora da Pesquisa de Emprego e Desemprego na Região Metropolitana de Porto Alegre. E-mail: apsperotto@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO	126
2. REFERENCIAL TEÓRICO E TRATAMENTO DE DADOS	128
3. RESULTADOS EMPÍRICOS PARA A POPULAÇÃO ADULTA	134
CONSIDERAÇÕES FINAIS	142
REFERÊNCIAS	144

1. INTRODUÇÃO

Na história capitalista recente, frequentes foram os momentos nos quais houve excesso de oferta ou de demanda por ocupações com determinada qualificação. Excesso de oferta significa investimentos em educação subutilizados e excesso de demanda impõe limites ao crescimento econômico. Ocorre que, como no *educational upgrading*, muitas vezes os mecanismos de mercado se mostram ineficientes para conter novos investimentos em determinada ocupação com certa qualificação. Do mesmo modo, no campo da educação, retornos crescentes somente trariam resultados, no melhor dos cenários, no médio prazo. Em síntese, assim como outros mercados, o de trabalho também apresenta suas falhas. Há uma limitação dos mecanismos de mercado em compatibilizar oferta e demanda de ocupações com qualificações profissionais específicas. De outra forma, acredita-se que, com informações e com algum tempo de antecedência, os atores sociais podem orientar mais objetivamente seus investimentos em educação e formação, contribuindo para a convergência ao equilíbrio entre oferta e demanda de qualificações.¹

Nesse sentido, é razoável pensar que é necessário a um país ter informações que lhe permitam racionalizar o planejamento dos recursos investidos na qualificação profissional. No Brasil, até hoje, os esforços nesse sentido foram muito pontuais e sem a devida continuidade, como ocorreu nos países desenvolvidos. A fim de contribuir para o preenchimento dessa lacuna, este capítulo apresenta os resultados da aplicação empírica, com base nas estatísticas primárias disponíveis, de uma metodologia para identificar as necessidades de qualificação da força de trabalho requeridas em pequenos domínios territoriais. Essa metodologia será doravante referida por Nielsen (2007). A experiência empírica se dará a partir dos microdados da Pesquisa de Emprego e Desemprego – Região Metropolitana de Porto Alegre (PED-RMPA), portanto, com essa abrangência geográfica. Espera-se que essas informações possam subsidiar a tomada de decisões dos governos (políticas de qualificação profissional), dos empresários (políticas de recursos humanos) e dos trabalhadores (em suas escolhas individuais de investimento educacional).

Cabe destacar o potencial da metodologia de Nielsen (2007) em subsidiar com informações estatísticas a decisão sobre quais cursos de qualificação profissional poderiam ser mais prioritários para o desenvolvimento pleno de regiões e municípios. Esse tipo de informação geograficamente detalhada se tornou mais relevante recentemente, uma vez operada a descentralização das políticas públicas de emprego, trabalho e renda nacionais.²

Atualmente, os atores locais trabalham, quando muito, com informações sobre o volume de oferta e de demanda de trabalhadores por ocupações para definirem os cursos de qualificação a serem executados. Não obstante a carência e urgência de uma metodologia que subsidie com melhores informações essa definição, o instrumental metodológico deve cumprir alguns requisitos: ser relativamente simples (fácil operacionalização), não oneroso (em virtude das limitações de recursos públicos) e exequível no curto prazo por uma equipe exígua de técnicos. Esses requisitos sustentaram, em grande medida, a escolha da opção metodológica de Nielsen (2007). Nesse sentido, o exercício empírico avaliará, para além dos

1 Esse equilíbrio tem inclusive o potencial de reduzir o custo adicional por pagamentos de maiores retornos, que seriam necessários como incentivos de mercado, para os agentes (escolas, indivíduos etc.) voltarem a convergir para uma situação de equilíbrio.

2 Essa descentralização se consubstanciou no poder dado às Comissões Tripartites Estaduais e Municipais de Emprego, Trabalho e Renda para definirem os cursos de qualificação em suas jurisdições. Posteriormente, foi ainda concedido poder aos municípios com mais de 200 mil habitantes para eles próprios gerirem e executarem toda a política pública integrada de emprego, trabalho e renda – incluindo, portanto, toda a formatação da qualificação profissional.

resultados, a viabilidade de utilização prática do modelo pelas Comissões Tripartites Estaduais e Municipais de Emprego, Trabalho e Renda.

Esta pesquisa é inovadora em vários sentidos. É o primeiro trabalho de maior fôlego empreendido na RMPA com os seguintes diferenciais: *i)* utiliza estatísticas ocupacionais da PED codificadas pela Classificação Brasileira de Ocupações de 2002 – CBO-2002 (Brasil, 2002) – enquanto a absoluta maioria dos avanços nesse campo privilegia informações setoriais; *ii)* busca capturar efeitos de oferta, de demanda e de mobilidade ocupacional sobre os anos de estudo dos ocupados; e *iii)* utiliza o instrumental metodológico dentro da linhagem de estudos Clogg e Shockey (1984), mas com o aperfeiçoamento sugerido por Nielsen (2007) – o que não tem antecedentes no Brasil. Portanto, o estudo ora iniciado propõe-se a testar uma nova estratégia metodológica para identificar os requerimentos ocupacionais sobre bases de dados muito potentes, todavia pouco exploradas. Ao mesmo tempo em que essas inovações motivam o investimento de pesquisa ora proposto, devem-se ter presentes os riscos a que se está sujeito quando se trabalha tão próximo da fronteira do conhecimento de determinado campo. Nesse sentido, o estudo somente pode almejar ser um exercício exploratório inicial das potencialidades reais nessa área do qual os resultados serão um auxílio para indicar uma agenda futura de pesquisa.

O texto está dividido em duas seções, além desta introdução e das considerações finais. A primeira dedica-se ao detalhamento de aspectos teóricos da estratégia metodológica escolhida para o exercício empírico, bem como de aspectos técnicos dos procedimentos para tratamento dos dados nesta aplicação experimental do método. Por sua vez, a segunda seção dedica-se à análise dos resultados obtidos com a aplicação do método para subsidiar a identificação das necessidades de qualificação profissional em pequenos domínios territoriais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO E TRATAMENTO DE DADOS

A gênese da estratégia metodológica de Nielsen (2007) está no trabalho precursor de Clogg e Shockey (1984). Essa abordagem permite derivar uma metodologia para identificar as necessidades de qualificação da força de trabalho em nível ocupacional, de forma abrangente (em termos de recortes populacionais) e dinâmica (em termos da evolução no tempo), evitando o elevado número de pressupostos dos modelos *data-hungry* das outras perspectivas metodológicas encontradas na revisão da literatura.

Os estudos na matriz teórica de Clogg e Shockey (1984) buscam localizar a incompatibilidade entre escolaridade e ocupação, identificando desequilíbrios entre oferta e demanda de qualificações no mercado de trabalho. A medida da incompatibilidade utilizada é de prevalência interna às ocupações, o que evita critérios externos de definição de requisitos para cada ocupação ou pressupostos sobre o retorno da escolaridade. Por trabalharem diretamente com o produto da interação entre oferta e demanda de trabalho e qualificações no mercado de trabalho, esses estudos evitam análises segmentadas das duas dimensões, que quase sempre envolvem bases de dados parcialmente comparáveis, além de já considerarem a mobilidade ocupacional ocorrida.

Originalmente, Clogg e Shockey (1984) estudaram o aumento da incompatibilidade por sobrequalificação, que causava no mercado de trabalho estadunidense o fenômeno de *educational upgrading*, em outras palavras, a tendência de aumento da escolaridade em determinada ocupação. Os autores acreditavam que havia um descompasso nos ritmos de elevação da escolaridade da oferta de trabalho frente a uma demanda por qualificação contida ou limitada. Segundo Clogg e Shockey (1984), a definição de compatibilidade ou incompatibilidade dos trabalhadores é balizada pelos limiares de anos de estudo em cada grupo ocupacional (construídos a partir de ocupações homogêneas quanto à escolaridade), mediante o uso de medidas de tendência central. É considerado incompatível (sobrequalificado) o trabalhador com escolaridade maior que a média mais um desvio-padrão da escolaridade do grupo ocupacional a que pertence. Para o objetivo deste estudo, o foco das atenções passou a ser a cauda inferior da distribuição, qual seja, os subqualificados – em outros termos, aqueles com escolaridade aquém da requerida pela ocupação.

Muitos autores discutem a propriedade do uso da escolaridade como *proxy* de qualificação profissional, como Soares, Servo e Arbache (2001). Mesmo admitindo-se as limitações da variável escolaridade enquanto variável indicadora de qualificação profissional, a dificuldade em obter séries estatísticas e trabalhar com outras variáveis, como experiência profissional ou realização de cursos de qualificação profissional, não deixa outra alternativa no atual estado das artes nesse campo. Ademais, estudo estatístico com a base microdados da PED-RMPA e no Suplemento de informações para o sistema público de emprego, trabalho e renda, em campo entre maio e outubro de 2008, foi especialmente elaborado para investigar essas relações. Calculando-se a correlação, por dezenove ramos de atividades, entre as três dimensões constituintes da qualificação (nível de escolaridade; participação em cursos de capacitação ou treinamentos de qualificação nos últimos três anos; e tempo de permanência no posto de trabalho), verifica-se que as três variáveis são empiricamente relacionadas. Escolaridade e formação profissional por cursos e treinamentos apresentaram correlação de 0,96; escolaridade e experiência profissional registraram correlação de 0,77; e, por fim, formação e experiência profissional evidenciaram correlação de 0,80. Desse modo, apreende-se dessas estatísticas a autorização ao uso da variável de aproximação de nível de escolaridade como indicadora do nível de qualificação. Rodarte, Schneider e Garcia (2011, p. 427)

apresenta uma tabela que evidencia a relação entre escolaridade e qualificação profissional – auferida pela realização de cursos e treinamentos para capacitação profissional.

No Brasil, alguns estudos já fizeram aplicações empíricas da modelagem proposta por Clogg e Shockey (1984), dos quais se pode destacar Machado, Oliveira e Carvalho (2004) e Dias (2008). Segundo Machado, Oliveira e Carvalho (2004), a incompatibilidade por sobrequalificação é causada pelo ritmo de crescimento da oferta de mão de obra mais escolarizada ser mais forte do que o avanço das exigências de requisitos educacionais na demanda por trabalhadores e acarreta a subutilização das habilidades da força de trabalho. Dias (2008), ao estudar a incompatibilidade entre educação e ocupação no Brasil, passa a considerar por incompatíveis tanto os sobrequalificados quanto os subqualificados. Uma releitura e adequação dos resultados obtidos por Pochmann (2007) ao referencial teórico de Clogg e Shockey (1984) permite evidenciar a ocorrência de sobrequalificação em alguns setores de algumas regiões e de subqualificação em outros.

Contudo, como sugerido por Nielsen (2007), a incompatibilidade, apurada tal como em Clogg e Shockey (1984), pode ser produto de assimetrias na distribuição de escolaridade no interior dos grupos ocupacionais, mesmo com todos os cuidados tomados na construção desses grupos. O uso da média e desvio-padrão para atribuição dos limites da compatibilidade impõe uma simetria que não considera adequadamente a dispersão da distribuição de escolaridade entre os trabalhadores de determinado grupo ocupacional, pois a considera uma distribuição normal, que não se verifica empiricamente. Esses problemas podem gerar um viés nos resultados alcançados a partir de uma definição inadequada dos limiares dos níveis de compatibilidade dessa matriz.

Nesse sentido, Nielsen (2007) propôs um método para superar a desvantagem da metodologia quanto à imposição de simetria. O autor buscou uma fórmula para definir os limites considerando a assimetria na distribuição dos anos de escolaridade completos entre os ocupados de um determinado grupo ocupacional. Essa nova equação passou a adotar não pontos de cortes (como a média e o desvio-padrão de Clogg e Shockey), mas “bandas de distribuição”.

Por esse novo método de Nielsen (2007), o trabalhador é classificado por novas equações. Será considerado sobrequalificado todo trabalhador com:

$$Escol > Mediana + \left(\frac{Percentil\ 75\% - Mediana}{Percentil\ 75\% - Percentil\ 25\%} \right) \times (2 \times dp)$$

Por sua vez, será considerado subqualificado aquele com:

$$Escol < Mediana - \left(\frac{Mediana - Percentil\ 25\%}{Percentil\ 75\% - Percentil\ 25\%} \right) \times (2 \times dp)$$

Por fim, será considerado compatível o ocupado com:

$$Mediana - \left(\frac{Mediana - Percentil\ 25\%}{Percentil\ 75\% - Percentil\ 25\%} \right) \times (2 \times dp) \leq Escol \leq Mediana + \left(\frac{Percentil\ 75\% - Mediana}{Percentil\ 75\% - Percentil\ 25\%} \right) \times (2 \times dp)$$

Uma vez que não existe, no Brasil, uma aplicação empírica de Nielsen (2007) que pudesse indicar sobre seus resultados no estudo da subqualificação, a decisão sobre qual dos dois métodos era o mais apropriado aos propósitos deste estudo se apoiou, inicialmente, na análise dos resultados preliminares da aplicação de ambas as metodologias às bases de microdados da pesquisa.

A análise desses resultados exige maior atenção e menção a alguns aspectos. Em primeiro lugar, observa-se que alguns grupos ocupacionais se tornaram, de certa forma, excessivamente homogêneos em suas distribuições de escolaridade (muitas vezes por força legal), de forma que os valores para a mediana, o primeiro quartil e o terceiro quartil foram iguais, inviabilizando a adequada aplicação da fórmula Nielsen, pois zerava uma parte imprescindível da equação. Esse fenômeno ocorreu em seis grupos ocupacionais de adultos, quatro pertencentes ao grande grupo ocupacional de Trabalhadores das ciências e das artes (profissionais de nível superior) e, em outros dois, um do grande grupo dos Técnicos de nível médio e outro de Trabalhadores em serviços administrativos.

Em segundo lugar, observa-se que a metodologia de Clogg e Shockey, em grande medida, sobre-estimava os sobrequalificados, e isso estava em consonância com o foco de seu objeto de estudo. De outra forma, alguns grupos ocupacionais perderam amostra para subqualificados no caso do método de Nielsen frente à opção Clogg e Shockey, evidência que careceu ser cuidadosamente ponderada.

Como os grandes resultados aparentemente não indicavam um ou outro método, procedeu-se a um teste de hipótese para verificar-se se havia diferenças estatisticamente significativas entre a proporção média de subqualificados dos grupos ocupacionais das duas metodologias em nível de confiança de 95%. Não havendo diferenças significativas, o método de Nielsen deveria produzir os melhores resultados para a análise, uma vez que essa estratégia metodológica contempla a correção do problema da imposição de simetria do método Clogg e Shockey.

Tanto para adultos quanto para jovens, os p-valores altos indicaram a não rejeição da hipótese nula (tabela 1). Em outras palavras, a média da proporção de subqualificados nos grupos ocupacionais não é estatisticamente diferente nos dois métodos (em um nível de confiança de 95%). Logo, os dois métodos produzem resultados estatisticamente similares para os subqualificados, categoria de ocupados de particular interesse para a pesquisa.

TABELA 1

Resultados do teste de diferença entre os métodos Clogg e Shockey (1984) e Nielsen (2007) quanto à proporção média de subqualificados nos subgrupos ocupacionais de jovens e adultos da RMPA (2005-2006 e 2007-2008)

DISCRIMINAÇÃO	JOVENS			
	2005-06		2007-08	
	Clogg e Shockey (1984)	Nielsen (2007)	Clogg e Shockey (1984)	Nielsen (2007)
Média	16,8	15,6	14,0	12,5
Desvio padrão	4,4	7,2	3,5	5,7
N	13		13	
T calculado	-0,08		-0,15	
T tabelado (5%)	2,18		2,18	
Pvalor	0,94		0,88	
Resultado	Não rejeita H_0		Não rejeita H_0	

DISCRIMINAÇÃO	ADULTOS			
	2005-06		2007-08	
	Clogg e Shockey (1984)	Nielsen (2007)	Clogg e Shockey (1984)	Nielsen (2007)
Média	14,4	14,0	12,6	12,4
Desvio padrão	6,3	8,2	5,9	7,8
N	37		37	
T calculado	-0,02		-0,02	
T tabelado (5%)	2,03		2,03	
Pvalor	0,98		0,98	
Resultado	Não rejeita H_0		Não rejeita H_0	

Fonte dos dados brutos: Microdados PED-RMPA – Convênio Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Heuser (FEE), Fundação Gaúcha do Trabalho e Ação Social (FGTAS), Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA), Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade), Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (Dieese) e apoio Ministério do Trabalho e Emprego/Fundo do Amparo ao Trabalhador (MTE/FAT).

Elaboração dos autores.

Contudo, como o método de Nielsen apresenta a vantagem de corrigir o problema da imposição de simetria da distribuição de escolaridade nos grupos ocupacionais, uma desvantagem do método de Clogg e Shockey, o primeiro passa a ser o mais indicado para a aplicação e a análise dos resultados.

Quanto ao tratamento dos dados, cabe referir que se utilizou a base de microdados da PED, com metodologia do Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (Dieese) e da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade).³ A abrangência geográfica do estudo foi a RMPA. Foram selecionadas as variáveis de anos completos de estudo (*proxy* para qualificação) das 596 famílias ocupacionais da CBO de 2002.⁴ O estudo valeu-se da amostra dos

3 Sobre tudo, a escolha da base de microdados PED justifica-se por ser essa a pesquisa que oficialmente informa o Sistema Público de Trabalho, Emprego e Renda (SP-TER) no Brasil, recebendo apoio financeiro do Fundo de Amparo ao Trabalhador (FAT) no âmbito do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Ademais, pesou também na escolha dessa base o fato de ela ser pública, ou seja, é possível acessar seus microdados sem custos.

4 A decisão por se trabalhar em nível de famílias ocupacionais da CBO-2002 fundamenta-se no fato de esse nível de desagregação ser constituído por nucleações de ocupações com maior homogeneidade – inclusive, no que interessa aqui, no que tange à distribuição de escolaridade. Sobre a CBO-2002, ver MTE (2002).

indivíduos ocupados com 16 a 60 anos, mas, para controlar efeitos de composição etária, essa amostra foi subdividida em duas faixas etárias: de 16 a 25 anos e de 26 a 60 anos. Essa abordagem diferenciada em termos etários foi feita porque, entre os jovens, é muito comum a frequência à escola concomitantemente à transição para o mercado de trabalho.⁵

O horizonte temporal da pesquisa, por um lado, é definido pela disponibilidade de estatísticas que utilizem a CBO-2002, ou seja, 2005; e, por outro, encontra seus limites na divulgação mais recente dos microdados da PED-RMPA no momento do estudo (2008). Portanto, havia quatro anos com os microdados adequados à investigação. Mas, dada a natureza amostral da PED, foi necessário agruparem-se as informações em biênios para garantir uma amostra robusta à análise, razão pela qual se dispõe de dois biênios para tanto: 2005-2006 e 2007-2008. O cálculo dos pontos de corte ou dos limiares entre as situações de compatibilidade e de incompatibilidade segundo educação e trabalho (por sobrequalificação ou subqualificação), segundo Nielsen (2007), é realizado com base nas estatísticas do biênio 2005-2006, na forma de uma “base fixa” que será também aplicada ao biênio seguinte. Essa definição pela fixação da base de comparação segue, por exemplo, procedimento utilizado em estudo realizado no Brasil por Machado, Oliveira e Carvalho (2004).

Porém, mesmo a reunião dos microdados em biênios não foi suficiente para garantir uma amostra que permitisse analisar os resultados por família ocupacional. A solução foi agregar as famílias ocupacionais em torno do que, doravante, se denominará “grupos ocupacionais” – com representatividade amostral mínima (cerca de 1,000 observações) que permita as análises subsequentes. Nesse processo, houve também famílias ocupacionais com amostras que propiciaram sua desagregação em mais de um grupo ocupacional.⁶

Um ponto relevante foi que as desagregações/agregações foram feitas somente entre as famílias ocupacionais de um mesmo grande grupo ocupacional da CBO-2002.⁷ Como os dez grandes grupos ocupacionais são definidores do nível de competência das ocupações, em que a escolaridade tem peso importante, esse procedimento contribuiu para propiciar, *a priori*, maior homogeneidade dos grupos ocupacionais criados em termos de suas distribuições de escolaridade.⁸ Nesse sentido, a homogeneidade dentro de cada grupo ocupacional construído também foi garantida pela consideração, no momento das agregações/desagregações das famílias ocupacionais, dos anos de estudo completos, dos setores e ramos de atividades e do rendimento médio de cada família ocupacional. Adicionalmente, no fito de potencializar que os resultados possam, efetivamente, sinalizar qual a área de formação mais indicada para aquele grupo, foi também considerada a natureza das atividades envolvidas em cada família ocupacional a ser agrupada. O resultado desse exaustivo trabalho, bastante subjetivo, foram 37 grupos ocupacionais de adultos e treze grupos ocupacionais de jovens.

5 Após os 25 anos, o ciclo educacional e a inserção inicial para o mundo do trabalho estão praticamente completos, e apenas um pequeno percentual da população economicamente ativa (PEA) ocupada permanece na escola.

6 A desagregação/agregação das famílias ocupacionais em grupos ocupacionais foi feita apenas com as estatísticas do biênio 2005-2006, aplicando-se esse mesmo painel nos dados de 2007-2008. Nesse procedimento, houve uma perda de amostra absolutamente negligenciável no segundo biênio, uma vez que algumas famílias ocupacionais deste último período não haviam tido registros no primeiro biênio. Significou o expurgo, no segundo biênio, de apenas 30 observações para os adultos (0,06% da amostra total) e de somente 60 observações para os jovens (0,40% da amostra total).

7 Elaborada pela Comissão Nacional de Classificações (Concla), a CBO-2002 segue as grandes orientações da Classificação Internacional Uniforme de Ocupações (CIUO) de 1988. A CBO-2002 caracteriza-se como uma estrutura hierárquico-piramidal composta de dez Grandes Grupos Ocupacionais (um dígito), 47 Subgrupos Ocupacionais Principais (dois dígitos), 192 Subgrupos Ocupacionais (três dígitos), 596 Famílias Ocupacionais ou Grupos de Base (quatro dígitos), em que se agrupam 2.422 ocupações (seis dígitos) e cerca de 7.258 títulos sinônimos.

8 Somente se prescindiu dessa regra somente quando um grande grupo não continha uma amostra mínima que permitisse posterior análise dos resultados, fazendo com que se reunissem mais de um grande grupo em torno de um grupo ocupacional com características quase residuais, com óbvios rebatimentos na análise dos resultados para esses grupos ocupacionais.

Com a opção da metodologia de Nielsen, necessitava-se de uma solução para os grupos ocupacionais demasiadamente homogêneos e que não permitiam o cálculo dos limiares para definição do nível de compatibilidade de seus ocupados adultos, como acima diagnosticado. Os quatro grupos ocupacionais pertencentes ao grande grupo ocupacional dos Profissionais das ciências e das artes, por serem de nível superior, foram excluídos do estudo. Essa decisão encontra respaldo nos objetivos da metodologia que se busca construir, qual seja, indicar ocupações com *deficit* de qualificação em que se possam priorizar os investimentos em qualificação profissional. Como essa modalidade de qualificação profissional definida não se dirige aos trabalhadores com nível de escolaridade superior, é justificável a exclusão desse segmento do estudo. Note-se que essa exclusão foi feita tanto entre os adultos quanto entre os jovens. Nos outros dois grupos ocupacionais, optou-se por classificar todos os seus ocupados como compatíveis, uma vez que a homogeneidade da distribuição de escolaridade entre seus membros estava por indicar justamente isso. Com isso, o número de grupos ocupacionais reduziu-se para 33 no caso dos adultos, e, para os jovens, permaneceu em treze.

3. RESULTADOS EMPÍRICOS PARA A POPULAÇÃO ADULTA⁹

Nos dois biênios em análise, o crescimento no nível de ocupação dos grandes grupos investigados foi de 8,1% e o número estimado em 85 mil. Essa evolução reflete o crescimento em quase todos os grandes grupos ocupacionais, mas, sobretudo, em termos absolutos, no grupo *Trabalhadores em serviços e vendas no comércio* (20 mil) e no *Dirigentes e gerentes do poder público, de organizações e de empresas* (18 mil). Em termos relativos, além deste último grande grupo (18,6%), destacam-se os *Técnicos de nível médio* (12,7%) e *Trabalhadores em serviços administrativos* (12,1%), conforme a tabela 2.

O quadro 1 permite identificarem-se os grupos ocupacionais mais dinâmicos segundo os grandes grupos ocupacionais. No grande grupo *Trabalhadores em serviços e vendas no comércio*, não obstante concentre dez dos 33 grupos ocupacionais dos adultos, somente *Porteiros, vigias e outros profissionais (outros serviços)* apresentaram crescimento elevado – outros cinco grupos ocupacionais, dos dez constituintes desse grande grupo, registraram expansão moderada. Por sua vez, em *Dirigentes e gerentes do poder público, de organizações e de empresas* destacou-se o elevado crescimento de *Gerentes administrativos, financeiros e de risco* (diversos setores).

TABELA 2

Estimativa da população ocupada de 26 anos e mais, segundo os grandes grupos ocupacionais selecionados na RMPA (2005-2006 e 2007-2008)

ESPECIFICAÇÃO	ESTIMATIVA DE OCUPADOS (mil pessoas)		VARIAÇÃO	
	2005-06	2007-08	Absoluta	Relativa
Ocupados	1.050	1.135	85	8,1
Dirigentes e gerentes do poder público, de organizações e de empresas	97	115	18	18,6
Técnicos de nível médio	126	142	16	12,7
Trabalhadores em serviços administrativos	124	139	15	12,1
Trabalhadores em serviços e vendas no comércio	344	364	20	5,8
Trabalhadores na indústrias de processo discreto	276	288	12	4,3
Trabalhadores na indústrias de processo contínuo	29	30	1	3,4
Serviços de reparação e manutenção	36	39	3	8,3
Outros grupos (1)	18	18	0	0,0

Fonte: Microdados PED-RMPA – Convênio FEE, FGTAS, PMPA, Seade, Dieese e apoio MTE/FAT.

Elaboração dos autores.

Nota: ¹ Incluem Forças Armadas, policiais e bombeiros militares e Trabalhadores agropecuários, florestais, da caça e da pesca.

Entre os técnicos de nível médio, sobressaem dois grandes grupos em termos de elevado crescimento: *Técnicos, auxiliares de enfermagem e técnicos afins (saúde)* e *Técnicos contábeis, etc. (serviços)*. No grande grupo *Trabalhadores nos serviços administrativos*, registraram elevado crescimento os *Escriturários, auxiliares e assistentes contábeis (administração pública)*.

9 O capítulo terceiro da dissertação de Schneider (2010) apresenta o contexto do mercado de trabalho da RMPA no período do estudo. Essas informações contribuem para uma leitura mais rica dos resultados ora apresentados. Na mesma dissertação, também foram apresentados os resultados obtidos com a aplicação de Nielsen (2007) para a população jovem, análise aqui omitida pela limitação de espaço da publicação.

Por fim, entre os *Trabalhadores em indústrias de processo discreto*, destaca-se o elevado crescimento no contingente de dois grupos ocupacionais ligados à construção civil, quais sejam: *Trabalhadores de estruturas de alvenaria (reformas)* e *Ajudantes de pintores em obras e revestimento de interiores (reformas)*.

Dessa forma, os sete grupos ocupacionais com elevado crescimento acima citados foram os que mais contribuíram para o crescimento ocupacional experimentado no período, caracterizando um crescimento ocupacional heterogêneo entre as distintas ocupações que compõem o conjunto de trabalhadores.

QUADRO 1

Grupos ocupacionais dos ocupados de 26 a 60 anos, por faixas de crescimento, na RMPA (2005-2006 e 2007-2008)

GRANDES GRUPOS OCUPACIONAIS	ELEVADO CRESCIMENTO (1)		MODERADO CRESCIMENTO (2)		BAIXO CRESCIMENTO OU DIMINUIÇÃO (3)	
	Nº Grupos Ocupacionais		Nº Grupos Ocupacionais		Nº Grupos Ocupacionais	
Dirigentes e gerentes do poder público, de organizações e de empresas	2	Gerentes administrativos, financeiros e de risco (diversos setores)	1	Gerentes de operações comerciais e de assistência técnica (comércio varejista)		
	3		3	Outros gerentes, diretores, dirigentes, etc. (serviços)		-
Técnicos de nível médio	4	Técnicos e auxiliares de enfermagem e técnicos afins (serviços de saúde)	5	Representantes comerciais e técnicos afins (comércio atacado)	6	Professores, instrutores e técnicos afins (serviços de educação)
	8	Técnicos contábeis, etc. (serviços)	7	Técnicos no desenvolvimento de sistemas de informação e técnicos afins (serviços especializados)		
Trabalhadores em serviços administrativos	9	Escriturários, auxiliares e assistentes administrativos (administração pública)	11	Caixa, bilheteiros e profissionais afins (comércio)	10	Receptionistas, operadores de telemarketing e telefonistas (serviços)
			12	Auxiliares contábeis, escriturários bancários, etc. (serviços)		
Trabalhadores em serviços e vendas no comércio	20	Porteiros, vigas e outros profissionais (outros serviços)	16	Trabalhadores na conservação de edifícios (serviços de reparação e de limpeza)	13	Trabalhadores nos serviços domésticos (serviços domésticos)
			17	Vigilantes, guardas e outros profissionais (serviços de reparação e de limpeza)	14	Operadores comerciais de lojas e de supermercados (comércio varejista)
Trabalhadores em indústrias de processo discreto			18	Cozinheiros (serviços de alimentação)	15	Vendedores domiciliares e profissionais afins (comércio varejista)
			19	Garçons e outros profissionais (serviços de alimentação)	22	Catadores de materiais recicláveis, etc. (serviços)
Trabalhadores em indústrias de processo contínuo			21	Trabalhadores de embelezamento e outros profissionais (serviços pessoais)		
			26	Motoristas de veículos e motoristas de ônibus (serviços de transportes)	25	Motoristas de veículos e operadores de equipamentos de carga (serviços de transporte)
Trabalhadores em indústrias de processo contínuo			23	Trabalhadores em estruturas de alvenaria (reformas)	27	Trabalhadores na indústria calçadista e profissionais afins (indústria calçadista)
			24	Ajudantes na pintura de obras e revestidores de interiores (reformas)	28	Profissionais na confecção de roupas e profissionais afins (indústria do vestuário)
Trabalhadores em indústrias de processo contínuo					29	Caldeiros, operadores de máquinas e profissionais afins (indústria metal-mecânica)
					30	Trabalhadores de carga e de descarga (indústria)
Trabalhadores em indústrias de processo contínuo		-		-	31	Profissionais diversos (indústria)
Serviços de reparação e manutenção		-	32	Profissionais diversos (serviços)		
Outros grupos (4)		-		-	33	Profissionais diversos

Fonte: Microdados PED-RMPA – Convênio FEE, FGTS, PMPA, Seade, Dieese e apoio MTE/FAT.

Elaboração dos autores.

Notas:

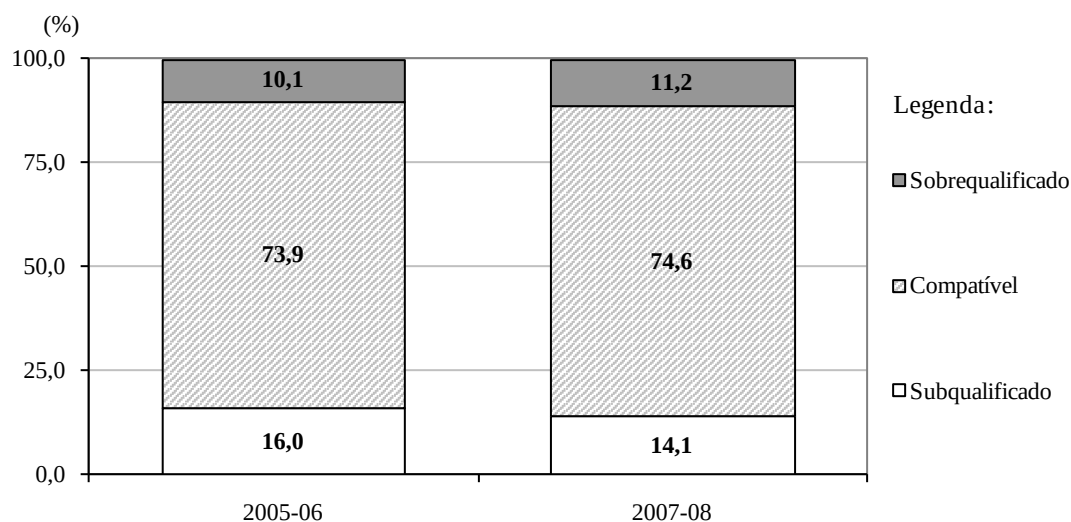
¹ Grupos ocupacionais com crescimento superior à média mais meio desvio-padrão (intervalo aberto).² Grupos ocupacionais com crescimento entre meio desvio-padrão acima da média e meio desvio-padrão abaixo da média (intervalos abertos).³ Grupos ocupacionais com crescimento inferior de meio desvio-padrão abaixo da média e meio desvio-padrão abaixo da média (intervalo aberto).⁴ Incluem Forças Armadas, policiais e bombeiros militares e Trabalhadores agropecuários, florestais, da caça e da pesca.

A evolução da proporção de ocupados adultos com qualificação compatível com o exercício das funções inerentes à ocupação em que estão alocados evidencia pequeno aumento nos biênios analisados (gráfico 1). Esse resultado poderia estar sinalizando um comportamento favorável da estrutura produtiva, qual seja, de aderência ao movimento de incremento na oferta de trabalhadores com maior escolarização, aqui adotada como *proxy* para qualificação.

GRÁFICO 1

Distribuição dos ocupados de 26 a 60 anos, segundo compatibilidade entre qualificação e tipo de ocupação, na RMPA (2005-2006 e 2007-2008)

(Em %)



Fonte: Microdados PED-RMPA – Convênio FEE, FGTAS, PMPA, Seade, Dieese e apoio MTE/FAT.

Elaboração dos autores.

Infelizmente, a análise da evolução da proporção de ocupados sobrequalificados desautoriza a constatação de expansão equilibrada entre oferta e demanda de qualificações acima esboçada. O crescimento na proporção de sobrequalificados indica que, mesmo com o forte incremento tecnológico das últimas décadas, a absorção da mão de obra crescentemente mais escolarizada pela estrutura produtiva foi insuficiente. Com isso, estima-se que 127 mil trabalhadores adultos estavam, no último biênio, ocupados em postos aquém de sua qualificação. Esse contingente poderia estar mais bem posicionado no mercado de trabalho e com maior produtividade, se alocado em funções mais qualificadas. Provavelmente, isso somente não se processou pela carência desse tipo de posto no mercado.

De outra forma, ainda que o aumento na compatibilidade possa ter contribuído para a diminuição da proporção de ocupados classificados como subqualificados em 1,9 pontos percentuais (p.p.) nos biênios, ele não logrou eliminar essa categoria, compreendida a partir de trabalhadores que ocupam postos com qualificação aquém da requerida pela função. Em que pese, também, todo o aumento de escolaridade evidenciado pelas análises precedentes, a proporção de trabalhadores subqualificados (14,1% dos ocupados no último biênio) ainda é, inclusive, maior que a proporção de sobrequalificados. Dessa forma, estima-se em 160 mil o contingente de adultos ocupados em funções que exigiriam maior qualificação.

Uma análise da dinâmica dos ocupados adultos compatíveis por grupos ocupacionais permite verificar-se que a pequena variação positiva na compatibilidade global entre qualificação e ocupação foi reflexo de mudanças mais intensas em alguns grupos ocupacionais, sobretudo os identificados na tabela 3.

TABELA 3

Grupos ocupacionais de ocupados de 26 a 60 anos selecionados e classificados segundo a variação na compatibilidade, por tipo de crescimento ocupacional na RMPA (2005-2006 e 2007-2008)

GRANDES GRUPOS OCUPACIONAIS	Nº GRUPOS OCUPACIONAIS	VARIAÇÃO % DE COMPATÍVEIS (1)	CRESCIMENTO (2)
Trabalhadores em serviços e vendas no comércio	17 Vigilantes, guardas e outros profissionais (serviços de reparação e de limpeza)	9,40	Moderado
Trabalhadores em serviços administrativos	11 Caixa, bilheteiros e profissionais afins (comércio)	6,17	Moderado
Trabalhadores em serviços e vendas no comércio	15 Vendedores domiciliares e profissionais afins (comércio varejista)	5,77	Baixo
Trabalhadores em indústrias de processo discreto	28 Profissionais na confecção de roupas e profissionais afins (indústria do vestuário)	5,18	Baixo
Trabalhadores em indústrias de processo discreto	29 Caldereiros, operadores de máquinas e profissionais afins (indústria metal-mecânica)	-5,84	Baixo
Serviços de reparação e manutenção	32 Profissionais diversos (serviços)	-7,14	Moderado
Outros grupos (3)	33 Profissionais diversos	-7,14	Baixo

Fonte: Microdados PED-RMPA – Convênio FEE, FGTAS, PMPA, Seade, Dieese e apoio MTE/FAT.

Elaboração dos autores.

Notas:

¹ Variações superiores a 5% (positivas e negativas).

² Conforme quadro 1.

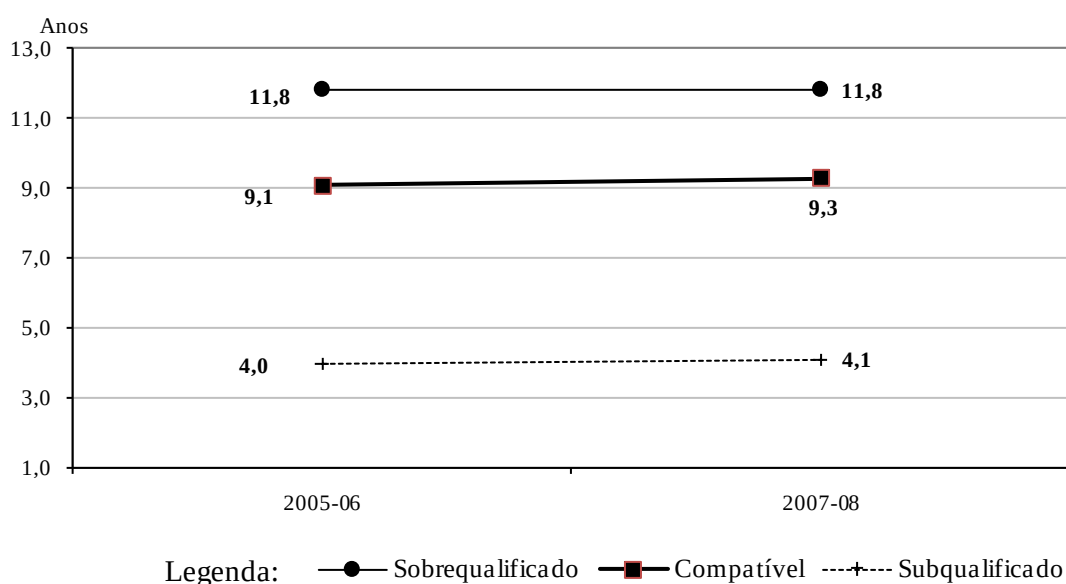
³ Incluem Forças Armadas, policiais e bombeiros militares e Trabalhadores agropecuários, florestais, da caça e da pesca.

A julgar pelo arcabouço teórico utilizado neste estudo, o aumento da proporção de compatíveis em nível de grupos ocupacionais deveria ser resultado da diminuição ou da estagnação do nível ocupacional no grupo considerado, e, portanto, estar relacionado a ela. No sentido oposto, a redução na compatibilidade estaria associada ao crescimento da ocupação em determinado grupo. Isto porque seria de se esperar que, com o aumento da demanda por trabalhadores de um grupo ocupacional, escassearia a oferta de trabalho com qualificação compatível ao exercício de dada função. No entanto, tais movimentos foram, empiricamente, apenas parcialmente observados para os adultos ocupados, sugerindo a complexidade da relação entre qualificação e trabalho. Entre os grupos ocupacionais com variação negativa superior a 5% na proporção de trabalhadores compatíveis, nenhum havia sido classificado como de elevado crescimento. Já no sentido oposto, ao considerarem-se os quatro grupos ocupacionais com variação positiva superior a 5%, dois haviam sido classificados como de baixo crescimento. Nesse particular, a evidência de que a maior parte (cinco) dos sete grupos ocupacionais de elevado crescimento (quadro 1) registrou redução da compatibilidade abaixo da média corrobora a aderência empírica do referencial teórico pressuposto pela modelagem inicialmente proposta por Clogg e Shockey (1984).

Cumprir lembrar que, como referido anteriormente, dado o curto período de análise aqui considerado, os limites de escolaridade para a classificação dos ocupados de cada grupo ocupacional segundo o nível de compatibilidade foram calculados apenas com base no biênio inicial (2005-2006) – “base fixa”. Com isso, os perfis dos segmentos de compatíveis e não compatíveis poderiam variar entre os biênios. Como esperado, observa-se que os anos médios de estudo cresceram relativamente mais para os ocupados adultos com níveis de compatibilidade de menor escolaridade, sendo que, para os sobrequalificados, os anos médios de estudo não se alteraram (gráfico 2).¹⁰

GRÁFICO 2

Anos médios de instrução dos ocupados de 26 a 60 anos, segundo a compatibilidade entre qualificação e tipo de ocupação, na RMPA (2005-2006 e 2007-2008)



Fonte: Microdados PED-RMPA – Convênio FEE, FGTAS, PMPA, Seade, Dieese e apoio MTE/FAT.

Elaboração dos autores.

A investigação de alguns atributos dos adultos ocupados, de acordo com o seu nível de compatibilidade, possibilita a caracterização dos postos de trabalho de cada nível e, por conseguinte, permite apreender melhor a relação entre qualificação e mercado de trabalho. Os atributos aqui eleitos foram: tempo de permanência no posto, rendimento médio, idade média e contribuição à Previdência (tabela 4).

10 O não crescimento da categoria dos sobrequalificados pode ter-se dado pelo fato de que aqueles ocupados com mais de 16 anos de estudo entrevistados pela PED, devido ao formato do questionário, passam a ser computados como com o limite de 15 anos. Mesmo entendendo-se que a atual forma do questionário dessa pesquisa domiciliar amostral atendia ao particular interesse de propiciar condições de investigação pormenorizada das maiores parcelas da população brasileira em décadas passadas (enquanto a maioria ainda tinha apenas o ensino fundamental incompleto), o aumento estrutural da escolaridade ocorrido nas últimas décadas requer a ampliação da captação dos anos referentes a ela.

TABELA 4

Alguns atributos dos ocupados de 26 a 60 anos e mais, segundo a compatibilidade entre qualificação e tipo de ocupação na RMPA (2005-2006 e 2007-2008)

ATRIBUTOS	NÍVEL DE COMPATIBILIDADE	BIÊNIOS	
		2005-06	2007-08
Tempo de permanência no trabalho (meses)	Sobrequalificados	75	75
	Compatíveis	80	81
	Subqualificados	84	86
Renda média do trabalho (R\$ de nov./09)	Sobrequalificados	1292	1287
	Compatíveis	1144	1167
	Subqualificados	831	849
Idade média dos ocupados (anos)	Sobrequalificados	38	39
	Compatíveis	40	40
	Subqualificados	44	44
Proporção dos que contribuem para à Previdência Social (%)	Sobrequalificados	80,7	79,6
	Compatíveis	75,4	75,6
	Subqualificados	63,7	63,0
Proporção de mulheres (%)	Sobrequalificados	35,8	36,3
	Compatíveis	46,1	46,6
	Subqualificados	35,3	35,3

Fonte: Microdados PED-RMPA – Convênio FEE, FGTS, PMPA, Seade, Dieese e apoio MTE/FAT.

Elaboração dos autores.

Obs.: O inflator utilizado foi o Índice de Preços ao Consumidor do Centro de Estudos e Pesquisas Econômicas da UFRGS (IPC-IEPE).

O tempo médio de ocupação para a população com 26 a 60 anos aumentou durante os biênios. Mas esse aumento distribuiu-se, entre os níveis de compatibilização, de maneira a reforçar ainda mais a característica de o tempo de permanência ser maior para os subqualificados e cair na medida em que se consideram os compatíveis e sobrequalificados, respectivamente. Essa relação indica menor rotatividade para os subqualificados e, portanto, mais experiência na atividade laboral. Por sua vez, essa maior experiência deve conferir alguma vantagem de inserção ao trabalhador, inclusive em termos de qualificação, permitindo-lhe compensar, em alguma medida, sua baixa escolaridade.

Não obstante os subqualificados terem maior experiência no posto, essa vantagem não se traduziu em maior valorização no mercado de trabalho. O rendimento médio real, no período como um todo, foi consideravelmente menor para os subqualificados e situou-se em patamares maiores para os compatíveis e, em relação a estes, mais altas ainda para os sobrequalificados. Assim, os dados indicam que há uma valorização salarial da escolaridade, porém os retornos de anos adicionais de estudo são marginalmente decrescentes. Quanto à experiência, apesar de ser um importante fator para a manutenção do posto, não logra superar a importância da escolarização em termos de fator de valorização dos rendimentos.

A análise da idade média por nível de compatibilidade corrobora as afirmações acima, ao revelar que os subqualificados foram justamente os trabalhadores adultos mais maduros, condizentes com menor escolaridade e maior experiência.

O atributo contribuição para a Previdência revela outra face da precariedade da inserção dos subqualificados ao lado do quesito *rendimento*. Aproximadamente três quartas partes dos ocupados adultos com qualificação compatível com sua

ocupação contribuíam para a Previdência, enquanto apenas pouco mais de 60% dos subqualificados dessa faixa etária apresentavam essa contribuição.

A julgar pelos resultados acima, seria recomendável e urgente a implementação de políticas públicas – de qualificação profissional, por exemplo – que permitissem equacionar os desequilíbrios e a vulnerabilidade do mercado de trabalho a que estão expostos os subqualificados.

Quanto à questão de gênero no mercado de trabalho, a supremacia masculina entre os ocupados adultos se reflete nos diversos níveis de compatibilidade entre qualificação e trabalho. Contudo uma análise detalhada permite inferir que a participação feminina é maior entre os compatíveis *vis-à-vis* os incompatíveis, tanto sobrequalificados quanto subqualificados.

Por fim, para concluir-se a análise dos ocupados adultos da RMPA, selecionaram-se os grupos ocupacionais que apresentaram alta e crescente proporção de subqualificados, com o objetivo de se indicarem os grupos ocupacionais com falta de qualificação e, portanto, alvos de políticas públicas de capacitação (quadro 2). Identificou-se, assim, que a necessidade de investimentos em qualificação seria mais premente em três grupos ocupacionais de três grandes grupos ocupacionais, a saber: *Gerentes administrativos, financeiros e de risco (diversos setores)*; *Porteiros, vigias e outros profissionais (outros serviços)*; e *Trabalhadores de serviços de alvenaria (reformas)*.

Em termos de gênero, merece menção o fato de os ocupados adultos, nos três grupos ocupacionais destacados na análise precedente, serem majoritariamente constituídos por homens.

QUADRO 2

Grupos ocupacionais dos ocupados de 26 a 60 anos selecionados segundo a proporção de subqualificados, o crescimento na proporção de subqualificados e pelos dois critérios combinados, na RMIPA (2005-2006 e 2007-2008)

GRANDES GRUPOS OCUPACIONAIS	PROPORÇÃO DE SUBQUALIFICADOS (1)	VARIACÃO DA PROPORÇÃO DE SUBQUALIFICADOS (2)		CRITÉRIOS COMBINADOS	
		Nº Grupos Ocupacionais	Nº Grupos Ocupacionais	Nº Grupos Ocupacionais	Nº Grupos Ocupacionais
Dirigentes e gerentes do poder público, de organizações e de empresas	2 Gerentes administrativos, financeiros e de risco (diversos setores)	2 Gerentes administrativos, financeiros e de risco (diversos setores)	2 Gerentes administrativos, financeiros e de risco (diversos setores)	2 Gerentes administrativos, financeiros e de risco (diversos setores)	2 Gerentes administrativos, financeiros e de risco (diversos setores)
Técnicos de nível médio	5 Representantes comerciais e técnicos afins (comércio atacadista)	-	-	-	-
Trabalhadores em serviços administrativos	12 Auxiliares contábeis, escriturários bancários, etc. (serviços)	-	-	-	-
Trabalhadores em serviços e vendas no comércio	15 Vendedores domiciliares e profissionais afins (comércio varejista)	20 Porteiros, vigias e outros profissionais (outros serviços)	20 Porteiros, vigias e outros profissionais (outros serviços)	20 Porteiros, vigias e outros profissionais (outros serviços)	20 Porteiros, vigias e outros profissionais (outros serviços)
	17 Vigilantes, guardas e outros profissionais (serviços de reparação e de limpeza)				
	19 Garçons e outros profissionais (serviços de alimentação)				
	20 Porteiros, vigias e outros profissionais (outros serviços)				
	21 Trabalhadores de embelezamento e outros profissionais (serviços pessoais)				
Trabalhadores em indústrias de processo discreto	22 Catadores de materiais recicláveis, etc. (serviços)	23 Trabalhadores em estruturas de alvenaria (reformas)	23 Trabalhadores em estruturas de alvenaria (reformas)	23 Trabalhadores em estruturas de alvenaria (reformas)	23 Trabalhadores em estruturas de alvenaria (reformas)
	23 Trabalhadores em estruturas de alvenaria (reformas)				
	24 Ajudantes na pintura de obras e revestidores de interiores (reformas)				
	26 Motoristas de veículos e motoristas de ônibus (serviços de transportes)				
	29 Caldeiros, operadores de máquinas e profissionais afins (indústria metal-mecânica)				
Trabalhadores em indústrias de processo contínuo	30 Trabalhadores de carga e de descarga (indústria)	-	-	-	-
	31 Profissionais diversos (indústria)	-	-	-	-
	32 Profissionais diversos (serviços)	-	-	-	-
Serviços de reparação e manutenção	-	-	-	-	-
Outros grupos (3)	-	-	-	-	-

Fonte: Microdados PED-RMIPA – Convênio FEE, FGTAS, PMPA, Seade, Dieese e apoio MTE/FAT.

Elaboração dos autores.

Notas:

¹ Grupos ocupacionais com proporção de subqualificados superior à média da população no último biênio.

² Grupos ocupacionais com crescimento na proporção de subqualificados nos biênios inicial e final do período analisado.

³ Influem Forças Armadas, policiais e bombeiros militares e trabalhadores agropecuários, florestais, da caça e da pesca.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os propósitos das experiências de projeção ocupacional foram diferenciados em cada país, além de alterados ao longo dos anos, conforme a conjuntura econômica. Tais objetivos, por sua vez, repercutiram na pluralidade de metodologias existentes, cada qual mais apropriada para dar respostas às questões particulares do momento histórico de cada nação. Essa constatação norteou a busca da identificação da questão crucial a que a projeção ocupacional deveria responder na atual conjuntura brasileira. Concluiu-se que o objetivo desta pesquisa deveria ser gerar subsídios para políticas públicas de qualificação da mão de obra. Com isso muito claro, adequou-se um instrumental majoritariamente utilizado no estudo da sobrequalificação para a investigação da subqualificação.

Seguindo a linha de pesquisas que se valeram do método Clogg e Shockey (1984) para calcular os limiares de compatibilidade entre qualificação e ocupação, adotou-se aqui o método Nielsen (2007) no cálculo de bandas de distribuição de escolaridade para a classificação dos indivíduos ocupados conforme nível de compatibilidade. A escolha dessa estratégia metodológica se justifica pela correção que proporciona na imposição de simetria do método original de Clogg e Shockey.

A experiência empírica da aplicação do método de Nielsen (2007) aos microdados ocupacionais da PED-RMPA para identificar situações ocupacionais de subqualificação ou requerimentos de qualificação teve resultados muito satisfatórios e promissores. Entre os ocupados adultos, a proporção de subqualificados declinou de 16,0% em 2005-2006 para 14,1% em 2007-2008; a estimativa é de que sejam 160 mil trabalhadores nessa condição, no último biênio.

No curto período de tempo analisado neste estudo, observa-se que houve uma sensível mudança na estrutura ocupacional a favor dos grandes grupos ocupacionais de maior qualificação, sinalizando que o incremento de escolarização na oferta de trabalho estaria sendo, em grande medida, absorvido pela demanda de trabalho. Observa-se que o desvio de função por sobrequalificação foi mínimo, em que pesem a conjuntura econômica favorável do período e o maior requerimento de qualificação pela estrutura produtiva, provavelmente pela incorporação tecnológica nos processos de trabalho. Este resultado se reflete no aumento da proporção de trabalhadores compatíveis, determinando, no que interessa particularmente aos propósitos da pesquisa, o decréscimo da incompatibilidade por subqualificação. Contudo, dada a mobilidade ocupacional, alguns grupos ocupacionais, não necessariamente aqueles de maior crescimento, apresentam níveis de subqualificação importantes e crescentes no período, indicando áreas que necessitariam de maior atenção das políticas de requalificação profissional da região.

Para a população adulta, os grupos ocupacionais nos quais a proporção de incompatíveis pela subqualificação foi expressiva e crescente nos biênios foram Gerentes administrativos, financeiros e de risco (diversos setores), e Porteiros, vigias e outros profissionais (outros serviços), e Trabalhadores de estruturas de alvenaria (reformas).

Para sinalizar que cursos de qualificação devem ser priorizados, as indicações de grupos ocupacionais aqui levantadas precisam ser validadas por especialistas na área, em busca de um consenso, e cotejadas e complementadas com informações sobre o futuro da economia local que contemplem, por exemplo, a ocorrência de investimentos na matriz produtiva local que justifiquem o desafio de qualificação para determinadas ocupações específicas. Para tanto, pode-se lançar mão da experiência dos atores sociais reunidos em fóruns tripartites (governos, empresários e trabalhadores),

como as Comissões Municipais e Estaduais de Emprego, Trabalho e Renda. Esse diálogo social poderá trazer informações sobre novos investimentos realizados na territorialidade e indicar as necessidades de qualificação com o uso de algum instrumental do gênero matricial, como as matrizes de insumo-produto. Tais projeções futuras poderão também considerar diferentes cenários alternativos de desenvolvimento da economia local, permitindo o monitoramento e o ajuste das tendências futuras, à medida que ocorram novos eventos conjunturais importantes.

Mesmo que muito resumidamente, foi possível levantarem-se ainda algumas características do perfil de trabalhadores por nível de compatibilidade, informações estas que podem contribuir na adequada formatação dos cursos de qualificação a serem ofertados. Na população adulta, os subqualificados foram indivíduos com mais idade, com inserção mais vulnerável no mercado de trabalho ou sem contribuição à Previdência e com maior experiência. Os dados sugerem que essa maior experiência não logrou superar a deficiência dos subqualificados no requisito escolaridade, que parece ser mais requerido e valorizado pelo mercado, uma vez que seus rendimentos são inferiores àqueles compatíveis e, sobretudo, aos incompatíveis por sobrequalificação. Ademais, quanto a gênero, a proporção de mulheres entre os subqualificados é um pouco menor que a verificada entre os demais níveis de compatibilidade.

O procedimento de fixar a base de cálculo dos limiares de compatibilidade no primeiro biênio somente se justificou pelo curto período de tempo aqui analisado. Cabe deixar a recomendação de que, para os próximos investimentos na atualização desse exercício para um período analítico mais longo, como a incorporação da análise do biênio 2009-2010, deverá ser pensada uma fórmula que considere uma base móvel para a apuração dos referidos limiares, uma vez que a crescente escolarização da população em idade ativa (PIA) poderá causar um viés na análise não negligenciável. Para exemplificar, a disponibilidade das estatísticas ocupacionais da PED-RMPA para o período 2005-2011 permitiria conformar três biênios: 2006-2007, 2008-2009 e 2010-2011. Para cada biênio, os limites de compatibilidade poderiam ser extraídos dos triênios formados pelo ano anterior ao respectivo biênio mais os dois anos do próprio biênio.

Finalmente, as pesquisas futuras deveriam considerar outras dimensões constitutivas da qualificação profissional para além da escolaridade, em particular, a experiência profissional. Conceitos como os de experiência potencial ou de experiência no posto, passíveis de serem quantificados a partir dos microdados da PED, podem ser aplicados à metodologia ora testada com base na escolaridade, e produzir resultados mais compreensíveis da qualificação profissional. Esses resultados poderão subsidiar a construção, por exemplo, de tipologias ocupacionais por qualificação profissional e índices de qualificação profissional.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (MTE). Classificação Brasileira de Ocupações – 2002. Códigos, Títulos e Descrições. Brasília: MTE, 2002. (Livro 1). Disponível em <<http://www.mtecbo.gov.br/cbosite/pages/downloads.jsf>>. Acesso em: 9 mar. 2009.
- CLOGG, C.C.; SHOCKEY, J. Mismatch between occupation and schooling: a prevalence measure, recent trends and demographic analysis. *Demography, Population Association of America*, v. 21, n. 2, p. 235-257, may, 1984.
- DIAS, P. C. A. Incompatibilidade entre educação e ocupação: sobre-escolarização ou aumento das exigências de qualificação. Monografia. Belo Horizonte: Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2008. 56p.
- MACHADO, A. F.; OLIVEIRA, A. M. H. C. de; CARVALHO, N. F. Tipologia de qualificação da força de trabalho: uma proposta com base na noção de incompatibilidade entre ocupação e escolaridade. Belo Horizonte: Nova Economia, v. 14, n. 2, p. 11-33, maio-ago., 2004.
- NIELSEN, C. P. Immigrant overeducation: evidence from Denmark. Copenhagen: World Bank, May, 2007. 54p. (World Bank Policy Research Working Paper, n. 4.234).
- POCHMANN, M. (Org.). Demanda e perfil dos trabalhadores formais no Brasil em 2007. Brasília: Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (Ipea), nov. 2007. 15p. (Comunicado da Presidência).
- RODARTE, M. M. S.; SCHNEIDER, E. M.; GARCIA, L. S. (2011). Educação e qualificação para o trabalho: um breve diagnóstico da formação dos trabalhadores metropolitanos segundo a PED e sua pesquisa suplementar de 2008. Bahia Análise e Dados, Salvador: Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia/SEI, v. 21, n. 2, p. 417-433, 2011.
- SCHNEIDER, E. M. Análise das necessidades de qualificação profissional na Região Metropolitana de Porto Alegre a partir da Pesquisa de Emprego e Desemprego. 2010. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS), Porto Alegre, 2010. 158p.
- SOARES, S.; SERVO L.; ARBACHE, J. O que (não) sabemos sobre a relação entre abertura comercial e mercado de trabalho no Brasil. Anais... In: XXIX Encontro Nacional de Economia, Salvador, dez. 2001.

CAPÍTULO 6

A DECISÃO DE TREINAMENTO EM AGLOMERAÇÕES PRODUTIVAS: ENTRE OS BENEFÍCIOS DO TRANSBORDAMENTO E O RISCO DO COMPORTAMENTO OPORTUNISTA

CARLOS EDUARDO LOBO E SILVA *

DOUGLAS MESQUITA CARNEIRO **

* Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PPGE-PUCRS).

** Mestre e doutorando pelo PPGE-PUCRS.

1. INTRODUÇÃO	150
2. TREINAMENTO NO BRASIL: AÇÕES, NÚMEROS E ESTUDOS	153
3. REVISÃO DA LITERATURA	156
4. UM MODELO	162
5. DISCUSSÃO E APLICAÇÕES PARA O CASO BRASILEIRO	173
6. CONCLUSÕES	179
REFERÊNCIAS	181
ANEXO	184

1. INTRODUÇÃO

Há consenso tanto na literatura econômica quanto nos debates políticos que o investimento em capital humano desempenha papel crucial para o aumento de produtividade do trabalhador e, conseqüentemente, da competitividade dos bens e serviços produzidos localmente.¹

Os recursos necessários para tal investimento podem ter origem pública ou privada e, no último caso, tanto firmas quanto trabalhadores podem despendar tais recursos. O que torna o debate ainda mais instigante é o fato de que o governo, as firmas e os trabalhadores têm incentivos e objetivos distintos, que os levam a diferentes decisões sob determinadas condições.

O investimento em capital humano, como muitas outras atividades – tipicamente aquelas ligadas à educação –, apresenta, além dos custos, benefícios que não são integralmente internalizados pelos agentes diretamente envolvidos na atividade. Em outras palavras, o aumento da produtividade do trabalhador resultante do treinamento não será traduzido apenas em ganhos para o próprio trabalhador e seu empregador, mas também terá um efeito marginal para o país, que se torna, assim, mais produtivo e competitivo. Uma vez que esta externalidade positiva (neste caso, o benefício coletivo) não é considerada pelos agentes privados em suas decisões, o mercado privado pode investir aquém do nível ótimo para a sociedade como um todo. Portanto, a existência de externalidade positiva justifica uma atenção especial por parte do governo, que pode subsidiar a atividade para maximizar o excedente social. Se teoricamente a atuação é facilmente justificável, a definição das políticas públicas envolve questões controversas e que, muitas vezes, exigem informações precisas e inexistentes para garantir decisões eficientes.

Para as firmas, o investimento em treinamento dos seus trabalhadores também traz aspectos específicos, que o diferenciam de outros investimentos típicos, como em maquinário, por exemplo. Através do treinamento, o trabalhador incorpora conhecimento que se transforma automaticamente em um ativo próprio e não da firma. Portanto, o gasto em treinamento por parte da firma pode ser visto como investimento em um parceiro de produção, em que a firma tem custo certo, e incerteza quanto à apropriação dos benefícios, uma vez que os contratos são incompletos e não garantem a permanência do trabalhador no mesmo emprego. Assim, a possibilidade de perder o trabalhador pode inibir os investimentos da firma em qualificação da mão de obra.

Um aumento na remuneração do trabalhador pode mitigar o problema, mas nunca o resolve completamente. A firma que incorreu no custo do treinamento tem que obter retorno do que foi gasto. O retorno só pode vir da diferença entre aumento de produtividade e remuneração do trabalho; assim, a firma deve necessariamente pagar menos que a produtividade marginal do trabalhador no período pós-treinamento. Essa diferença, que remunera o investimento realizado, sempre pode ser dividida – por menor que ela seja – entre o trabalhador e um novo empregador. Neste caso, ambos ganham porque dividem um excedente gerado à custa da empresa original que, por sua vez, perde integralmente o retorno dos seus investimentos em capital humano.

¹ Ver, por exemplo, Picchio e van Ours (2011); Barrett e O'Connell (2001); Conti (2005); Dearden, Reed e van Reenen (2006).

Uma das maneiras de garantir maior investimento em treinamento, sem que as firmas assumam riscos exagerados, é cobrar do trabalhador parte dos custos. Porém, o trabalhador só estará disposto a incorrer em tal custo se tiver perspectivas de ganhos futuros e aqui, novamente, a incerteza pode reduzir a disposição de pagar por treinamento.

Como mencionado, o treinamento permite ao trabalhador incorporar ativo (conhecimento), que pode ser utilizado em outras firmas, desde que este conhecimento seja útil para outras firmas, além da atual empregadora. Caso contrário – se o ativo incorporado é complementar aos ativos presentes apenas no empregador atual –, outras empresas não estarão dispostas a oferecer ganho salarial algum, e o trabalhador treinado aceitará permanecer na firma original por qualquer aumento de salário, mesmo que eles não cubram os gastos com treinamento. Assim, possuir este ativo não confere ao trabalhador praticamente nenhum poder de barganha.

A discussão introdutória até aqui mostra a importância do tipo de ativo ou habilidade adquirida no treinamento: se outras empresas podem usufruir deste ativo, os empregadores não têm incentivos para pagar pelo treinamento; se o ativo é útil exclusivamente para o empregador atual, será o trabalhador que não estará disposto a pagar pelo treinamento. Em seu trabalho seminal, Becker (1964), além de introduzir os conceitos de treinamento específico e treinamento geral, formaliza os incentivos das partes privadas no investimento em treinamento, e ainda aponta a possibilidade de investimento subótimo, dados os riscos das partes envolvidas.

A partir destas considerações, não é difícil perceber a importância da atividade econômica da região – ou mesmo da vizinhança – para definir os sistemas de incentivo ao treinamento: a presença de empresas que se utilizam das mesmas habilidades em seus processos produtivos faz destas habilidades conhecimentos gerais, o que reduz o incentivo das firmas; enquanto a ausência de empresas com processos semelhantes faz das habilidades úteis para um determinado processo conhecimentos específicos, o que reduz a disposição do trabalhador de pagar pelo treinamento.

Vale mencionar ainda que a importância da aglomeração para a decisão de treinamento não se esgota nos argumentos acima. Em aglomerações de firmas com processos de produção semelhantes ou complementares, há um fluxo de informação entre elas, que se constitui em uma das importantes vantagens da aglomeração produtiva, amplamente reconhecida pela literatura. Porém, este *spillover* de informação/conhecimento será mais bem assimilado por trabalhadores treinados. Assim, o ganho advindo do fluxo de informação também depende do nível de qualificação dos trabalhadores da região (Moretti, 2004; Yamamura, Sonobe e Otsuka, 2003; Acemoglu, 2002).

A consequência direta é que *o tipo e a intensidade* da aglomeração produtiva são aspectos centrais para a discussão relativa a treinamento. Discutir a interação entre aglomeração produtiva e treinamento – tema pouco explorado pela literatura empírica – é a motivação central deste capítulo. Mais especificamente, o presente trabalho se propõe a estudar a relação entre aglomeração da atividade econômica e a decisão de investimento em treinamento da mão de obra.

Para tanto, o estudo se dividirá em quatro partes, além desta introdução e da conclusão final. A próxima seção apresenta brevemente o caso brasileiro, com dados sobre educação profissional no Brasil, ações governamentais importantes nas últimas décadas e estudos empíricos.²

Em seguida, a revisão da literatura (seção 3) analisará os trabalhos que abordam os incentivos presentes na decisão do treinamento, a partir do modelo de Becker (1964), que formaliza a decisão da firma. Ainda na revisão, serão analisados os trabalhos que investigam especificamente a relação entre decisão de treinamento e aglomeração produtiva. O desafio proposto é reunir as evidências empíricas e articular as ideias e conceitos utilizados para entender em que medida a aglomeração das atividades pode (des)incentivar a decisão sobre o treinamento da mão de obra.

A seção 4 trará o modelo desenvolvido em Silva e Hewings (2010), com extensões na apresentação teórica. A partir das definições de Becker (1964) sobre treinamento geral, o artigo analisa o incentivo da firma em treinar seu trabalhador ao longo de um processo de crescimento de um arranjo produtivo local (APL). Dadas as hipóteses, os autores mostram que um treinamento que se inicia como específico pode se tornar geral na medida em que novas empresas com processos de produção similares se instalam na mesma região.

Esta mudança incentiva as firmas a terem comportamento oportunista e, como consequência, o investimento na qualificação da mão de obra pode ser subótimo. O equilíbrio ineficiente será superado apenas se uma terceira parte, especializada em treinamento, entrar no mercado regional em questão e oferecer seus serviços a todos os trabalhadores, o que ocorre apenas de haver uma demanda suficientemente grande.

Assim, o modelo tenta capturar a tensão entre os efeitos positivos da aglomeração amplamente discutidos na literatura³ – neste caso, os ganhos de localização que permitem a oferta de treinamento específico ao setor –, e o efeito negativo, empiricamente mostrado nos trabalhos de Shaver e Flyer (2000) e Brunello e De Paola (2008): empresas com maior produtividade evitariam a aglomeração para reduzir o risco de perder seus trabalhadores e a exclusividade dos seus processos e produtos.

Antes das conclusões, a seção 5 propõe extensões possíveis para o modelo, no intuito de incorporar aspectos ressaltados na revisão da literatura. Mais especificamente, estudam-se os resultados decorrentes da incorporação explícita no modelo dos transbordamentos de informação e conhecimento presentes nos APLs. Além disso, a mesma seção 5 analisa, à luz do modelo proposto, algumas experiências brasileiras na oferta da educação profissional, tendo os cursos do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai) como foco central da análise.

2 Em função da escassez de dados primários sobre a decisão das firmas brasileiras quanto à oferta ou financiamento de treinamento dos seus funcionários, até onde vai nosso conhecimento não há trabalhos que estudem seus determinantes para o caso do Brasil. Como consequência, a discussão específica sobre treinamento em APLs também não tem sido tema dos trabalhos nacionais. Por esta razão, optamos por apresentar o caso brasileiro em uma seção independente, uma vez que ela não se integraria à revisão mais diretamente ligada aos temas de (1) oferta de treinamento sob o ponto de vista da firma e (2) relação entre os incentivos para o treinamento e a aglomeração produtiva. De qualquer forma, a apresentação do caso brasileiro não serve apenas como motivação do trabalho, mas também será útil para a análise dos cursos oferecidos pelo Sistema S e do Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (Prominp), na seção 5.

3 A vasta literatura sobre o tema mereceu de Martin e Sunley (2003) o seguinte comentário: "(...) clusters, it seems, have become a world-wide fad, a sort of academic and policy fashion item". ("[...] arranjos produtivos locais, ao que parece, têm se tornado moda no mundo todo, uma espécie de 'tópico do momento' na academia e na formulação de políticas". Tradução nossa). Na mesma linha, Steiner (2002) define APLs como "the discreet charm of being obscure objects of desire".

2. TREINAMENTO NO BRASIL: AÇÕES, NÚMEROS E ESTUDOS

No Brasil, há escassez de dados primários sobre a decisão das firmas de treinar ou não seus trabalhadores, o que nos impede, por exemplo, de identificar a proporção de empresas brasileiras que treina seus funcionários, seja por setor, região ou mesmo no agregado nacional. A Pesquisa de Inovação (PINTEC) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) define treinamento de forma particular, restringindo a definição apenas ao treinamento diretamente ligado a produtos ou processos tecnologicamente novos ou aperfeiçoados.⁴ Como consequência, até onde vai nosso conhecimento, não existe trabalho que investigue empiricamente os determinantes da decisão da firma quanto a oferecer treinamento aos seus empregados.

Apesar desta dificuldade, duas fontes de dados têm sido essenciais para os estudos sobre a educação profissional no Brasil nas últimas décadas: os censos educacionais publicados anualmente pelo Ministério da Educação (MEC), que trazem dados relativos ao número de escolas, cursos e matrículas e, principalmente, o suplemento especial da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2007, que pesquisou o perfil dos egressos (ou matriculados na época da pesquisa) dos cursos de qualificação profissional, cursos técnicos ou tecnológicos oferecidos no país.

A análise dos dados e dos trabalhos sobre o tema permite identificar tendências e padrões. A primeira constatação diz respeito à maior atenção dada pelo governo federal nas últimas décadas aos programas de educação profissional.

Em 1995, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) criou o Plano de Qualificação do Trabalhador (Planfor), com recursos do Fundo do Amparo ao Trabalhador (FAT). O programa tinha a meta ambiciosa – não alcançada – de oferecer anualmente treinamento para 20% da população ativa. Apesar das dificuldades de execução em função das dificuldades macroeconômicas, segundo Musse e Machado (2013), com a implantação do Planfor, o governo federal interrompe um período de cortes orçamentários e desatenção com a educação profissional.

Vale ressaltar que o programa enfatizava a importância de descentralizar as decisões quanto aos cursos a serem implantados e as regiões que deveriam recebê-los.⁵ O objetivo de descentralizar as decisões é promover o casamento adequado entre a oferta de cursos e as necessidades do sistema produtivo regional.

Justamente com o intuito de direcionar esforços para um setor específico, o governo criou em 2003 o Programa de Mobilização da Indústria Nacional de Petróleo e Gás Natural (PROMINP). Uma das ações do programa é oferecer treinamento para a qualificação da mão de obra do setor. Dado o enfoque setorial do programa de treinamento, o PROMINP merecerá análise na seção 5 de discussões e aplicações.

Outro momento de inflexão dos programas federais ocorreu, ainda conforme Musse e Machado (2013), em 2007, com a criação do Plano de Desenvolvimento da Educação (PDE), que procurou articular e sistematizar os diversos níveis e modalidades de educação no Brasil.

4 "Treinamento – compreende o treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos ou processos tecnologicamente novos ou significativamente aperfeiçoados e relacionados às atividades inovativas da empresa, podendo incluir aquisição de serviços técnicos especializados externos". Informação disponível em: <[ftp://ftp.ibge.gov.br/Industrias_Extrativas_e_de_Transformacao/Pesquisa_de_Inovacao_Tecnologica/2011/pintec2011.pdf](http://ftp.ibge.gov.br/Industrias_Extrativas_e_de_Transformacao/Pesquisa_de_Inovacao_Tecnologica/2011/pintec2011.pdf)>.

5 Sobre a política de descentralização do Planfor, ver Bulhões (2004).

Já mais recentemente, o governo lançou o Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC), que visa ampliar a oferta de cursos de educação profissional e tecnológica no Brasil. Para tanto, utiliza os institutos federais de educação, ciência e tecnologia, as escolas técnicas vinculadas às universidades federais, as redes estaduais de educação profissional e o Sistema S.⁶ De acordo com dados do MEC,⁷ os investimentos passaram de R\$ 2,6 bilhões em 2011, ano da criação do programa, para uma estimativa de R\$ 3,6 bilhões para 2014.

Os números agregados comprovam o crescente investimento em educação profissional dos últimos anos. De 2007 a 2012, o total de matrículas em cursos de educação profissional saltou de aproximadamente 780.162 para 1.362.200, representando um crescimento de 74,6%. Neste mesmo período, o número de matrículas em cursos federais passou de 109.777 em 2007 para 210.785 em 2012, o que corresponde a um crescimento de 92% (*Censo Escolar da Educação Básica*, INEP, 2012).

Finalmente, Assunção e Gonzaga (2010) utilizam o suplemento especial da PNAD de 2007 e revelam que, em 2007 – data da pesquisa – 21,1% dos brasileiros maiores de 18 anos já haviam feito curso de educação profissional e 3,3% estavam matriculados no momento da pesquisa. Considerando apenas os brasileiros que já haviam feito cursos de educação profissional, 79,9% fizeram cursos de qualificação profissional, enquanto 19,5% finalizaram cursos técnicos de nível médio. Apenas 0,6% haviam feito cursos de graduação tecnológica.

No caso dos cursos de qualificação profissional, ganha relevância o Sistema S: dos brasileiros que frequentaram este tipo de curso, 25,9% o fizeram nos cursos oferecidos por esse sistema. Restringindo ainda mais a amostra e considerando apenas os trabalhadores da indústria, a relevância é ainda maior: do total, 35% fizeram cursos do Sistema S (Assunção e Gonzaga, 2010). Dada a sua importância e atuação, o modelo do Sistema S também será objeto de análise mais detalhada na seção 5.

Os trabalhos empíricos sobre educação profissional têm como foco os resultados dos cursos para o aluno/empregado, sem a análise dos ganhos absorvidos pelo empregador. Com relação aos estudos que contemplam todo o sistema de educação profissional e, para isso, utilizam a PNAD como fonte de dados, os resultados são distintos, mas próximos.⁸

Assunção e Gonzaga (2010) mostram que os trabalhadores que frequentaram cursos de educação profissional ganham, em média, 29% a mais do que aqueles que não frequentaram. Mas, pelo fato de os trabalhadores que frequentam cursos profissionais terem características diferentes daqueles que não o fazem, especialmente em relação à escolaridade, estas diferenças – e não o curso em si – podem explicar parte da diferença salarial. Para isolar o efeito do curso, os autores estimam dois modelos. O primeiro utiliza regressões de rendimentos, com controles – por exemplo, escolaridade – e *dummies* para cursos de educação profissional. O segundo modelo utiliza o *propensity-score matching*, método que procura parear trabalhadores de mesmas características, cuja única diferença significativa é o fato de ter ou não

6 O Sistema S define o conjunto de organizações das entidades corporativas voltadas para o treinamento profissional, assistência social, consultoria, pesquisa e assistência técnica. Uma dessas entidades é o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), atuante na área de qualificação profissional.

7 Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>> e <<http://pronatec.mec.gov.br>>.

8 Além dos artigos que utilizam os dados da PNAD (Assunção e Gonzaga, 2010; Musse e Machado, 2013; Neri et al., 2010), há trabalhos que utilizam a Pesquisa sobre Padrões de Vida (PPV) do IBGE (Severnini e Orellano, 2010). No caso da PPV, há duas restrições: a pesquisa não é recente e divulga dados de 1996, além de os entrevistados se restringirem às regiões Sudeste e Nordeste do Brasil. Finalmente, outros artigos estudam os resultados de planos e programas específicos, como o Planfor, implantado pelo governo federal (Bulhões, 2004).

frequentado cursos de educação profissional. O impacto dos cursos no salário cai, respectivamente, para 9,8% e 8,1%. Portanto, apesar da diminuição, o efeito dos cursos de educação profissional no salário do trabalhador continua sendo bastante significativo em ambos os modelos.

Na decomposição dos impactos, Assunção e Gonzaga (2010) estimam que o Sistema S apresenta maior impacto sobre rendimentos (13,5%), seguido dos sistemas privado (8,9%) e público (5,9%). Considerando a modalidade de curso, os resultados também apresentam distinções importantes: cursos de qualificação profissional têm impactos nos rendimentos bem abaixo (7,6%) dos impactos advindos dos cursos técnicos de ensino médio (15,9%) e dos cursos tecnológicos de graduação (22,2%).

A partir de uma regressão com controles para variáveis ligadas aos aspectos demográficos, espaciais e educacionais, Neri *et al.* (2010) também estimam os efeitos dos cursos de educação profissional sobre os salários. Os autores concluem que, de forma agregada, os cursos criam um diferencial positivo de 8,6% no salário daqueles que frequentaram os cursos. Desagregando as modalidades, Neri *et al.* (2010) encontram diferenças de 23,3% para graduação tecnológica e 15,1% para técnicos de nível médio. No caso dos cursos de qualificação profissional, eles abrem por setor de atuação, e os resultados destacam os efeitos gerados pelos cursos de comércio e gestão (11,5%) e indústria e manutenção (8,4%).

Finalmente, os efeitos positivos sobre os rendimentos encontrados tanto por Neri *et al.* (2010) quanto por Assunção e Gonzaga (2010) foram confirmados por Musse e Machado (2013), também a partir da utilização dos dados do suplemento da PNAD 2007.

3. REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Investimento em treinamento

Gastos em educação formal e treinamento são as principais formas de investimento em capital humano. Os recursos podem ser tanto públicos quanto privados e, neste último caso, o investimento pode ser realizado pela firma que treina seu empregado, pelo próprio empregado que paga por seus estudos e treinamento, ou ainda por ambas as partes. Nas economias modernas, uma grande parte dos investimentos em capital humano ocorre dentro das empresas, na forma de treinamento (Acemoglu, 1997).

A literatura que investiga a decisão de investimento em capital humano ressalta a incerteza das firmas que investem em treinamento, por não terem qualquer garantia de se beneficiarem plenamente do aumento da produtividade dos seus trabalhadores. O aumento de produtividade pode ser usufruído por um futuro empregador que atraí o trabalhador já treinado. Este risco – tratado como *poaching* pela literatura – tende a ser reduzido apenas em mercados imperfeitos, nos quais trabalhadores e firmas não possuem informação completa e há custos de procura por novos empregos/empregados (Becker, 1964; Acemoglu, 1997; Acemoglu e Pischke, 1998; Acemoglu e Pischke, 1999; Shaver e Flyer, 2000).

Becker (1964) divide o treinamento em geral e específico. O primeiro capacita o trabalhador para atividades presentes em todas as empresas, sendo útil a todas elas; por sua vez, o treinamento específico aumenta a produtividade do trabalhador para atividades que podem ser específicas a determinada empresa ou setor.

Dado que Becker trabalha com a hipótese de um mercado perfeitamente competitivo, o equilíbrio se dá quando o salário (W) iguala o produto marginal ou receita (MP), como segue:

$$MP = W \quad (1)$$

Quando inclui treinamento na análise, Becker assume que ele é dado somente no período inicial. O produto marginal, a partir do segundo período, corresponderá ao produto marginal de um trabalhador treinado. A equação (2) traz a igualdade intertemporal da firma que investe k em treinamento:

$$MP_0 + \sum_{t=1}^{n-1} \frac{MP_t}{(1+i)^t} = W_0 + k + \sum_{t=1}^{n-1} \frac{W_t}{(1+i)^t} \quad (2)$$

Se o retorno líquido do investimento for definido como em (3):

$$G = \sum_{t=1}^{n-1} \frac{MP_t - W_t}{(1+i)^t} \quad (3)$$

Pode-se, assim, sumarizar a relação entre custo e receita intertemporal da firma como segue:

$$MP_0 + G = W_0 + k \quad (4)$$

Portanto, o investimento em treinamento será justificado apenas se o retorno (G) for igual ou maior que o custo do treinamento (k). E, como mencionado, a decisão de incorrer no custo e treinar o trabalhador ocorre sem a garantia de ter o retorno nos períodos futuros, uma vez que não há como o trabalhador garantir no período inicial que permanecerá nos

próximos períodos na empresa, caso esta pague pelo seu treinamento. Esta incompletude dos contratos é apontada por Becker como uma das ineficiências de mercado que pode reduzir a quantidade decidida de treinamento.

Uma solução para este caso de treinamento geral em um mercado de trabalho perfeitamente competitivo seria o trabalhador arcar com os custos. Esta solução será sempre possível, desde que o trabalhador possa financiar os custos totais, o que nem sempre ocorre. A falta de capacidade de financiamento do seu próprio treinamento seria, segundo Becker, uma segunda fonte de ineficiência nas decisões relativas a treinamento.

Para Acemoglu (1997), esta fonte de ineficiência não parece particularmente relevante para muitos exemplos do mundo real. As evidências apontam que há muitos programas de treinamento em empresas, cujo conteúdo é geral, e as firmas arcam com uma fração significativa dos custos ou até mesmo com os custos totais (Acemoglu e Pischke, 1999; Acemoglu e Pischke, 1998). A razão para isso, como mencionado, é o fato de os mercados de trabalho serem imperfeitos. Assim, os custos de pesquisa por novos empregos/empregados permitem que a firma que treinou seu trabalhador pague um salário abaixo de sua produtividade marginal nos períodos seguintes. Muehlemann e Wolter (2011) mostram que, como se deveria esperar, a diferença entre a produtividade do trabalhador e o salário pago pela firma é negativamente relacionada à concorrência no mercado de trabalho.

A literatura tem investigado os indicadores que mais influenciam as decisões das firmas quanto a treinar seus trabalhadores. Os estudos focam especialmente dois aspectos: o mercado de trabalho, considerando o quanto ele se aproxima ou se afasta da competição perfeita; e o mercado do bem produzido, considerando a hipótese de que firmas em mercados competitivos tendem a treinar mais seus trabalhadores.

Nos estudos sobre a competitividade no mercado de trabalho, uma questão importante diz respeito às imperfeições no fluxo de informação entre os agentes, que aumentam as dificuldades para os trabalhadores – empregados ou não – encontrarem novas ofertas de emprego. Quando estas imperfeições – tratadas pela literatura como *search frictions* – são significativas, os empregadores passam a ter certo poder de monopólio (Bontemps, Robin e van den Berg, 2000).

Picchio e van Ours (2011) investigam se a presença de *search frictions* aumentou o incentivo para investimento em treinamento de firmas industriais da Holanda entre 2000 e 2005, uma vez que os trabalhadores, na presença de tais imperfeições, têm mais dificuldades de trocar de emprego. Para tanto, os autores utilizam o índice de imperfeição do mercado de trabalho e o método de estimação propostos por Ridder e van den Berg (2003).⁹ Como resultado, Picchio e van Ours (2011) encontram efeito (fracamente) positivo das imperfeições de mercado sobre o treinamento oferecido pelas firmas – um aumento da flexibilidade do mercado de trabalho (o mesmo que uma queda do índice) levaria a um desincentivo a treinamento.

Os mesmos autores também utilizam um índice de competição do mercado de produtos utilizado por Boone, van Ours e van der Wiel (2009) para testar o efeito sobre treinamento, mas neste caso o grau de concorrência não apresenta efeitos significativos sobre as despesas em treinamento. Resultado contrário é encontrado por Bassanini e Brunello (2011), que

.....
⁹ O índice de imperfeição é baseado na ideia de identificar quantas ofertas de emprego o trabalhador recebe durante o tempo que esteve empregado em determinada firma. Como o número de ofertas não é observado, ele é estimado, grosso modo, a partir do tempo de permanência no emprego, aliado a uma função de distribuição de salários. Assim, estima-se o número de ofertas recebidas anteriores àquela que fez o trabalhador mudar de emprego.

utilizam dados da *European Labour Force Survey* e do banco de dados regulamentares da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), para os anos de 1995 a 2002. Os testes realizados indicam um efeito positivo da concorrência no mercado de produtos sobre o treinamento patrocinado pela empresa. A justificativa para o resultado é que, em mercados mais competitivos, ganhos de produtividades significam expansão da participação de mercado, tese também defendida por Autor (2001), que chega ao mesmo resultado.

Muitos trabalhos tentam ainda identificar e mensurar a divisão do excedente gerado pelo treinamento. Conti (2005) constata, por meio de uma análise empírica para a Itália, entre 1996 e 1999, que o treinamento financiado pela empresa gera um efeito positivo e significativo sobre a produtividade e sobre os salários, entretanto promove mais retornos para a empresa do que para os trabalhadores, pois o efeito do treinamento sobre os salários é menor e menos robusto que sobre a produtividade. Na mesma linha, Dearden, Reed e van Reenen (2006) constroem um painel de dados para as indústrias da Grã-Bretanha entre 1983 e 1996, contendo informações referentes à formação, produtividade e salários, e encontraram evidências de que a magnitude do impacto dos treinamentos sobre os salários é apenas a metade do impacto sobre a produtividade.

3.2 Aglomeração e treinamento

Embora a tarefa de mensurar os efeitos da aglomeração tenha sido um desafio das últimas décadas, o reconhecimento das vantagens da aglomeração produtiva não é recente. Marshall (1890) aponta três razões para a proximidade espacial das firmas: o transbordamento (*spillover*) de informação entre as firmas, a possibilidade de especialização no fornecimento de bens e serviços e a existência de um contingente de trabalhadores especializados (*pooling*).

Mais recentemente, tem havido um crescente interesse em contrapor os fatores apontados acima a um aspecto da aglomeração que pode inibir a chegada de novas empresas: o risco de firmas menos produtivas roubarem processos e trabalhadores das mais produtivas (*poaching*). A partir deste argumento, Shaver e Flyer (2000) sugerem a possibilidade de a aglomeração produtiva gerar uma seleção adversa, em que apenas as firmas menos produtivas teriam interesse em se instalar próximas às demais.

Se a contraposição gera interessante debate, entender a possível inter-relação entre todos estes fatores se torna imprescindível quando o objetivo é discutir os efeitos da aglomeração sobre mercado de trabalho em qualquer dos seus aspectos.

O ponto de partida, de acordo com Combes e Duranton (2006, p. 4), é perceber que “concentração de trabalhadores e efeitos de transbordamentos não podem mais ser vistos como motivos independentes para a aglomeração, uma vez que o transbordamento tecnológico pode ocorrer através do mercado de trabalho” (tradução nossa).¹⁰ Ainda segundo os autores, uma vez que o conhecimento é incorporado pelas pessoas, o fluxo de pessoas pavimenta o fluxo de conhecimento, o que os faz concluir que o *poaching* de trabalhadores é uma maneira importante de aumentar a produtividade das firmas.

10 “labour market pooling and spill-over can no longer be viewed as distinct motives for agglomeration since technological spill-over may percolate through the labour market”.

Na mesma linha, Rosenthal e Strange (2004) argumentam que a externalidade advinda do *pooling* de trabalhadores ocorre quando a presença deste contingente de trabalhadores especializados impulsiona e aumenta a rotatividade dos trabalhadores entre as empresas. Este processo, para Rosenthal e Strange, favorece a difusão de ideias e, conseqüentemente, aumenta a produtividade das empresas locais.

Portanto, o que parecia ser apenas uma desvantagem da aglomeração, o comportamento oportunista de atrair um trabalhador mais produtivo pode ser fonte de aumento de produtividade para todo o aglomerado.

Diante de todas estas inter-relações, aglomeração e treinamento apresentam implicações mútuas, uma vez que o risco de *poaching* pode diminuir o incentivo ao investimento em capital humano, mas também pode especializar ainda mais a mão de obra local, o que potencializaria os efeitos do *pooling* de trabalhadores.

Além destes aspectos, a literatura econômica tem ressaltado ainda o caráter complementar existente entre, de um lado, o fluxo e a transferência de conhecimento e, de outro, a qualificação da mão de obra (Acemoglu, 2002; Rosenthal e Strange, 2003; Moretti, 2004; Yamamura, Sonobe e Otsuka, 2003). A complementaridade vem do fato de a qualificação permitir ao trabalhador adaptar de forma mais eficiente as informações e os processos das demais firmas ao processo produtivo da firma que o emprega. Por esta razão, os ganhos de produtividade resultantes do treinamento são maiores em áreas densas, com significativo fluxo de informação e conhecimento entre as unidades produtivas.

Apesar de as investigações empíricas a respeito dos efeitos da aglomeração produtiva sobre a oferta de treinamento serem escassas, como salientam Hansson (2008) e Muehlemann e Wolter (2011), há evidências de que a densidade do mercado de trabalho gera efeitos significativos no treinamento da mão de obra local. Hansson (2008) resume as conclusões: “A noção geral sobre os efeitos da aglomeração no provimento de treinamento por parte das firmas é que a aglomeração aumenta o risco de outras firmas atraírem o trabalhador treinado, o que reduz o incentivo para a firma investir em treinamento” (tradução nossa).¹¹

Uma relação mais ampla e frequentemente investigada é o impacto da densidade do mercado de trabalho sobre a produtividade. Neste caso, diversos autores encontram uma relação positiva (Ciccone e Hall, 1996; Carlino, Chatterjee e Hunt, 2005; Brunello e Gambarotto, 2007). De acordo com os resultados encontrados por Ciccone e Hall (1996), dobrar a densidade de empregos em dada região gera um aumento médio de aproximadamente 6% na produtividade. Para Carlino, Chatterjee e Hunt (2005), o aumento de produtividade é decorrência do menor custo em se encontrar o trabalhador ideal para o posto de trabalho disponível, ou seja, em mercados de maior densidade o *matching* entre oferta e demanda é mais eficiente.

Brunello e Gambarotto (2007) reconhecem as duas forças que a aglomeração exerce em sentido oposto em relação ao incentivo de investimento na capacitação da mão de obra. Por um lado, os trabalhadores qualificados são ainda mais produtivos em mercados de trabalho densos, porque são mais capazes de explorar o efeito positivo do fluxo de informação. Por outro lado, o risco de *poaching* cresce em mercados de maior densidade, o que torna a oferta de treinamento menos atraente. Como resultado, os autores identificam um efeito negativo da densidade do mercado sobre os incentivos de

11 “The general notion of the effects of agglomeration on company provided training is that agglomeration increases the poaching risk, and thus reduces the incentives for firms to invest in training”.

treinamento, sugerindo que o risco de *poaching* supera os ganhos adicionais de produtividade que o treinamento oferece em áreas densas. Brunello e Gambarotto (2007) concluem, assim, que a produtividade do trabalho de fato aumenta com a densidade do mercado, *apesar* do efeito negativo que a densidade exerce sobre o treinamento da mão de obra.

Enquanto Brunello e Gambarotto (2007) estudaram os mercados da Grã-Bretanha, Brunello e De Paola (2008) encontram resultados bastante semelhantes para as províncias italianas: a incidência de treinamento – mensurada a partir do percentual de empregados treinados em cada empresa da amostra durante o ano de referência – é mais elevada em províncias onde a densidade do emprego é menor, indicando que neste caso também prevalece o efeito negativo da aglomeração sobre o treinamento.

Muehlemann e Wolter (2011) propõem uma mudança metodológica, em que os mercados são demarcados a partir das distâncias mensuradas pelo tempo de viagem, e não pelas distâncias geográficas ou divisões político-administrativas. Os resultados para as firmas suíças confirmam a relação negativa entre densidade do mercado de trabalho e a tendência de as firmas treinarem seus trabalhadores.

Um resultado extremamente instigante encontrado por Brunello e De Paola (2008) é relativo à interação da variável densidade de mercado com uma *dummy* que identifica as firmas que pertencem a distritos industriais. Os resultados mostram que a densidade tem efeitos positivos apenas para firmas não pertencentes a distritos industriais. Segundo a interpretação dos autores, nos distritos industriais, há uma rede de ligações institucionais entre as firmas que pode criar um ambiente de maior cooperação e confiança, o que reduz significativamente o risco de *poaching*.

Apesar da escassez de trabalhos empíricos, alguns modelos teóricos têm sido propostos. Em Almazan, De Motta e Titman (2007), as firmas escolhem quanto querem contratar, quantos serão treinados e a localização da firma – em um aglomerado ou em local isolado. Os resultados mostram que a decisão de localização da firma depende da parte que arca com os custos de treinamento. De acordo com os autores do trabalho, as firmas que pagam pelo treinamento tendem a se localizar em lugares isolados, enquanto as firmas cujos trabalhadores assumem a maior parte dos custos se localizam em aglomerações.

Os resultados são bastante intuitivos se considerarmos, como fazem Silva e Hewings (2010), que o tipo de treinamento depende não apenas das habilidades ensinadas no treinamento, mas também das firmas vizinhas que podem ou não se beneficiar da atração de um trabalhador treinado. Em um APL, a tendência é que o treinamento tenha um caráter mais geral, se comparado ao treinamento dado por uma firma espacialmente isolada. Sendo assim, deve-se esperar que o treinamento com caráter mais geral – em um APL – seja pago pelo trabalhador e o treinamento específico, em que o trabalhador tem poucas oportunidades de utilizar as habilidades com um novo empregador, seja pago pela firma. Finalmente, o modelo de Almazan *et al.* (2007) sugere, ao contrário da possível seleção adversa apontada por Shaver e Flyer (2000), a possibilidade de os APLs tenderem a atrair as firmas mais eficientes, o que explicaria a maior produtividade das aglomerações produtivas que, neste caso, seria explicada apenas por este viés de seleção.

Seguindo a hipótese de que a decisão de localização é relacionada com a decisão de treinamento – se específico ou geral e quem paga por ele –, Matouschek e Robert-Nicoud (2005) constroem um modelo com dois empreendedores e analisam três casos possíveis: i) os trabalhadores investem em treinamento específico ao setor; ii) o empreendedor investe

em treinamento dos seus trabalhadores também específico ao setor; e *iii*) os trabalhadores investem em treinamento específico à firma. Os resultados mostram que as firmas estarão isoladas nos casos *ii* e *iii*, enquanto se aproximarão no caso em que o trabalhador paga pelo treinamento útil a todo o setor. Em linhas gerais, estes resultados confirmam a conclusão de Almazan *et al.* (2007): as firmas só se mostram dispostas a pagar por treinamento útil às concorrentes quando estão geograficamente isoladas.

No modelo de Combes e Duranton (2006), duas firmas de produtos diferenciados participam de um jogo de três estágios, cujo objetivo central é identificar em que medida e sob quais condições *pooling* e *poaching* podem afetar a decisão de localização. Os arranjos locacionais possíveis são apenas dois: aglomeração (ou colocalização), com as duas empresas no mesmo local, e isolamento, com as duas firmas geograficamente separadas. De acordo com o modelo, apesar de a colocalização ser sempre eficiente, ela não é o resultado de equilíbrio para mercados suficientemente grandes. Sempre que os custos de *poaching* forem maiores que os benefícios do *pooling*, as firmas optarão pela separação geográfica.

Finalmente, no intuito de analisar se *poaching* distorce os incentivos para o investimento em treinamento, Moen e Rosén (2004) propõem um modelo teórico que chega a dois resultados principais contraditórios com trabalhos anteriores.

O primeiro deles indica que a eficiência interna é condição suficiente para uma alocação eficiente dos recursos, tanto na alocação de trabalhadores para as empresas quanto no investimento em treinamento. Os autores definem eficiência interna como a capacidade de o empregador e seus empregados maximizarem seus rendimentos de forma conjunta, o que se torna possível quando as partes forem capazes de escrever contratos eficientes de longo prazo. Moen e Rosén (2004) ressaltam que este resultado contraria as conclusões de Acemoglu (1997), pelo fato de o modelo de Moen e Rosén (2004) permitir que trabalhadores de diferentes produtividades procurem empregadores em diferentes mercados. O segundo resultado mostra que, sob as hipóteses do modelo, a formação de capital humano é eficiente e, assim, a intervenção do governo, por meio de subsídios, reduziria o bem-estar total.

4. UM MODELO¹²

A partir das definições de Becker (1964) sobre treinamento específico e geral, um treinamento que se inicia como específico pode se tornar geral na medida em que novas empresas com processos de produção similares se instalem na mesma região. Portanto, o interessante para nossos propósitos aqui é que a definição de Becker condiciona o tipo de treinamento à presença de outras empresas que possam utilizar as habilidades dos trabalhadores treinados.

Esta transição de tipo de treinamento – sem que se altere o treinamento em si, apenas a vizinhança – é justamente o que ocorre nos processos de desenvolvimento dos APLs, cuja aglomeração crescente de firmas com processos similares transforma o que era treinamento específico em treinamento geral – útil a muitas (novas) firmas locais.

O presente modelo mostra que o investimento na qualificação da mão de obra pode ser reduzido como consequência do desenvolvimento do APL. Em virtude de a atividade de treinamento apresentar custos fixos, este equilíbrio subótimo poderá ser superado se houver uma demanda suficientemente grande que faça uma terceira parte, especializada em treinamento e chamada aqui de instituição de ensino (IE), entrar no mercado para oferecer seus serviços a todos os trabalhadores.

Seguindo Silva e Hewings (2010), APLs devem ser entendidos aqui como agrupamentos de firmas que apresentam as seguintes características: *i)* os processos de produção são suficientemente parecidos, de tal forma que as habilidades adquiridas em treinamento que sejam úteis para uma firma do APL também sejam para as demais firmas pertencentes ao APL; e *ii)* as firmas estão localizadas suficientemente próximas umas das outras para que os trabalhadores tenham mobilidade entre elas – embora não perfeita, como será visto em mais detalhes.

A construção do modelo segue a ideia proposta por Becker (1964), incorporando pressupostos e conclusões de Acemoglu (1997) e Acemoglu e Pischke (1998, 1999). As firmas adotam uma função de produção de Leontief e são formadas pelo proprietário e por um trabalhador. As empresas e os trabalhadores são neutros ao risco.

Haverá apenas um “tipo” de treinamento fornecido pelas firmas, que será útil a todas as empresas do APL e apenas a elas. Portanto, o treinamento será específico – na definição de Becker – às empresas do APL. Outra hipótese implícita no modelo é que o treinamento será variável discreta: as firmas decidem se oferecem ou não treinamento, sem especificar quantidades.

A densidade do mercado de trabalho é analisada aqui de maneira – até onde conhecemos – original: $M + N$ firmas constituem a demanda por trabalho, sendo que N é o número de firmas pertencentes ao APL e M , o número de firmas não pertencentes. Desta forma, N e M , mais especificamente (N/M) , definem a densidade relativa do APL no mercado local. Diferentemente do proposto neste trabalho, Brunello e Gambarotto (2007) e Brunello e De Paola (2008) consideram densidade do mercado de trabalho como sendo o número total de postos de trabalho por área geográfica.

Os resultados do modelo advêm do equilíbrio de um jogo de três períodos, cujos participantes são as N firmas e uma instituição de ensino (IE), que seria a terceira parte especializada em treinamento, mencionada anteriormente. Utiliza-se a expressão *instituição de ensino* de maneira genérica, pois não é intenção deste trabalho escolher uma modalidade de

12 Apesar das modificações na apresentação do modelo, a seção 4 está baseada no modelo proposto por Silva e Hewings (2010).

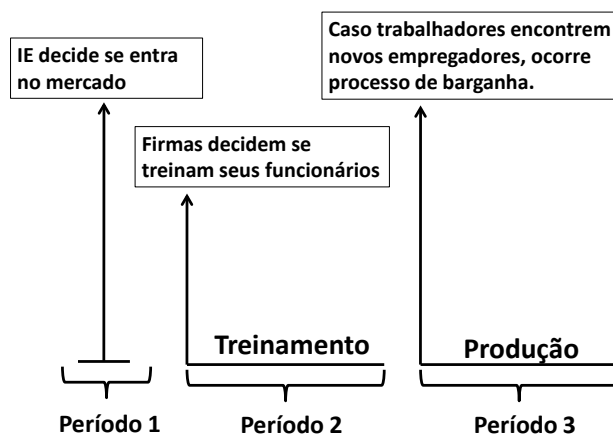
ensino, entre cursos técnicos, superiores de curta duração ou superior tradicional. O fundamental aqui é que as N firmas do APL, e apenas elas, se beneficiem do conhecimento e das habilidades adquiridas no curso oferecido pelo IE, enquanto as demais M firmas desta economia demandam outros cursos não analisados aqui.

Note-se que os trabalhadores não tomam decisões estratégicas neste modelo. Como eles não possuem nenhum poder de mercado antes do treinamento, apenas seguem uma regra (equação 10) que determina o quanto eles estariam dispostos a pagar pelo treinamento para que seu ganho esperado não fosse inferior ao ganho dos trabalhadores não treinados. Assim, os trabalhadores exigem apenas que a condição de participação esteja satisfeita.

Seguindo a figura 1, o jogador a fazer o primeiro movimento é a IE, que pode ou não entrar no mercado. No início do período seguinte, as N firmas jogam simultaneamente, e decidem se treinam ou não seus funcionários. A decisão é formalizada por intermédio de um contrato incompleto, que estabelece os salários e a parcela do treinamento que será paga pelo trabalhador. Vale ressaltar que a incompletude do contrato permite: i) ao trabalhador, abandonar o seu posto; e ii) à firma, despedi-lo no fim deste período, como proposto em Acemoglu (1997).

FIGURA 1

Jogo em três períodos



Elaboração: Silva e Hewings (2010).

No período final, após receber o treinamento, os trabalhadores poderão encontrar um novo empregador que esteja disposto a pagar salários mais elevados e, neste caso, trabalhador e novo empregador iniciariam um processo de negociação. A procura por um novo emprego não gera nenhum custo ao trabalhador ou à firma. Aqui, vale um comentário: o salário pago pela firma que arcou com parte dos custos de treinamento tem que ser inferior à produtividade marginal do trabalhador, justamente para recuperar o investimento feito. Esta diferença permite que trabalhador e novo empregador barganhem entre eles esta diferença.

Caso o encontro entre o trabalhador treinado e o novo empregador não aconteça, será a firma que forneceu treinamento quem se beneficiará do aumento de produtividade de seu funcionário e pagará o salário definido anteriormente em contrato.

Os resultados mostram que o equilíbrio depende da relação entre N e M .

1. Se N for suficientemente pequeno relativamente ao tamanho da economia ($N+M$), a IE não entrará no mercado e todas as firmas treinarão seus trabalhadores. Isto porque as firmas pertencentes ao APL estão "escondidas" em uma economia consideravelmente maior e, por esta razão, o mercado de trabalho se torna bastante imperfeito, sendo considerável a fricção de pesquisa. Assim, as firmas sabem que a probabilidade de perderem seus trabalhadores no início do terceiro período é bastante pequena.
2. A partir do momento em que o número de firmas alcança um nível intermediário em relação ao total da economia ($N+M$), o equilíbrio será a IE não entrar no mercado e as firmas não treinarem mais seus trabalhadores. Neste caso, o número de firmas do APL já é suficientemente alto para aumentar sua densidade e, conseqüentemente, a probabilidade de o trabalhador treinado encontrar um novo empregador. Portanto, o risco de perder o trabalhador treinado para uma firma oportunista faz com que as firmas decidam não investir em treinamento.
3. Finalmente, quando o número de firmas supera o estágio intermediário, a IE entra no mercado, pois a demanda já é suficientemente grande para que a IE compense seu custo (fixo). Assim, as firmas decidirão não treinar seus trabalhadores em seus próprios estabelecimentos e todos os trabalhadores passam a ser treinados fora do local de trabalho (*off-job training*).

Como será visto em breve, neste modelo, as firmas seguirão sempre estratégias dominantes. No equilíbrio intermediário (2), o equilíbrio reproduz o dilema do prisioneiro, em que estratégias dominantes levam a um equilíbrio subótimo.

Com o objetivo de simplificar o modelo, normalizam-se em zero o salário de um trabalhador não treinado e a receita que este trabalhador gera para a firma. Assim, podemos definir os *payoffs* esperados das firmas, que treinam (t) e que não treinam (nt) seu trabalhador para o segundo e terceiro períodos:

$$U^t = -(C - k) + (1 - l)(S) \quad (5)$$

$$U^{nt} = gS(1 - \beta) \quad (6)$$

Na equação (5), C e k representam, respectivamente, o custo total do treinamento e a parcela do custo do treinamento pago pelo trabalhador. S corresponde ao ganho de produtividade do trabalhador em decorrência do treinamento, enquanto β é um parâmetro que define a parcela do ganho de produtividade que será absorvida pelo trabalhador via aumento salarial, como resultado do processo de barganha do trabalhador treinado com seu novo empregador. Finalmente, l e g , que serão detalhados mais à frente, representam, respectivamente, a probabilidade de a firma perder o trabalhador que treinou e a probabilidade de a firma que não treinou seu trabalhador encontrar e contratar um trabalhador treinado para o terceiro período.

Note-se que o custo de treinamento (C) não define se ele ocorre dentro da firma ou numa IE. Tem-se que:

$$C = \min\{\bar{C}, (\frac{C_{ie}}{n} + \xi)\} \quad (7)$$

Onde $\bar{C}$ é o custo do treinamento interno, ξ é o lucro da IE por funcionário treinado, C_{ie} é o custo da IE – assume-se que a IE apresenta apenas custo fixo – e n é o número total de trabalhadores matriculados.

A instituição entrará no mercado se e somente se sua receita puder ser superior ao seu custo. Adicionalmente, assume-se que o custo fixo da IE é maior que o custo da firma de treinar um trabalhador:¹³

$$C_{ie} > \bar{C} \quad (8)$$

Para completar as informações necessárias para as firmas e a IE tomarem suas decisões, devem ser definidas as expectativas quanto à probabilidade (l) de a firma que treinou seu trabalhador perdê-lo no início do terceiro período; e à probabilidade (g) de a firma oportunista, que não treinou seu trabalhador no período 2, atrair um trabalhador treinado para o terceiro período. Estas probabilidades – como ficará claro mais adiante – resultarão das escolhas das firmas.

O ganho de produtividade (S) no terceiro período¹⁴ do trabalhador treinado será integralmente captado pela firma original, caso o trabalhador não encontre novo empregador. Poderia se admitir aqui outra hipótese: na decisão de treinar seu trabalhador, a firma poderia prometer um salário mais alto no terceiro período. Porém, apesar de mais realista, esta hipótese não alteraria em nada o resultado do modelo, apesar de incluir um novo parâmetro; apenas deixaria o trabalhador disposto a pagar uma parcela maior do treinamento. Portanto, o trabalhador pagaria mais hoje para receber mais amanhã.

No modelo, a expectativa de ganho possível para o trabalhador vem apenas da probabilidade de encontrar novo empregador para o terceiro período. Neste caso, como mencionado, trabalhador e novo empregador dividiriam o excedente S a partir de um processo de barganha, em que $S\beta$ ($0 < \beta < 1$) será a parcela do excedente captada pelo trabalhador.

Como mencionado, os trabalhadores levam em conta esse possível ganho futuro e, por esta razão, podem concordar em pagar parte do treinamento, desde que os seus ganhos esperados em valor presente não sejam menores do que os ganhos dos trabalhadores não treinados. Assim, como os salários dos dois períodos são normalizados em zero, pode-se determinar k como:¹⁵

$$0 = -k + l\beta S \quad (9)$$

$$k = l\beta S \quad (10)$$

Substituindo k na equação (5), chega-se a:

13 Esta hipótese parece razoável em função da presença de ganhos de escopo: a firma já conta com equipamentos e infraestrutura próprios do seu processo de produção que podem ser utilizados nos cursos de capacitação, o que o torna mais barato do que no caso de a IE ter apenas um aluno.

14 Já trazido a valores do período anterior.

15 A hipótese simplificadora assumida aqui é que a expectativa do trabalhador sempre se confirma em equilíbrio.

$$U^i = -C + S(1 - l + l\beta) \quad (11)$$

Como condição de existência, o treinamento interno tem que ser desejável no caso de o futuro APL ser composto por apenas uma firma e, assim, (l) ser zero. Para satisfazer esta condição, assume-se que:

$$S > \bar{C} \quad (12)$$

Finalmente, outra condição assumida segue abaixo:

$$\bar{C} > \beta S \quad (13)$$

Enquanto a condição (12) garante a *possibilidade* de o treinamento ser desejável, assumindo um retorno líquido positivo quando não há comportamento oportunista, a condição (13) garante a *possibilidade* de o treinamento ser indesejável, assumindo que o custo total do treinamento é maior que o ganho esperado do trabalhador. Caso a condição (13) não fosse satisfeita, a firma sempre treinaria seu trabalhador, pois este estaria disposto a pagar mais do que o custo do treinamento e, assim, a firma sempre ganharia, “vendendo” treinamento ao funcionário, o que distorceria seus objetivos.

4.1 Equilíbrios

O jogo proposto de três estágios $\Phi(J, T, A, H, \Sigma, U)$ é definido por um conjunto de $(N + 1)$ jogadores $J = \{f_1, \dots, f_N, E\}$, em que f_i corresponde à firma i ; a árvore de decisão T , que define os três estágios do jogo; o conjunto de ações possíveis de todos os jogadores em todos os estágios $A = \{a_1^0, \dots, a_j^i, \dots, a_N^2, a_E^0, a_E^1, a_E^2\}$, em que a_j^i é o conjunto de ações possíveis da firma j no estágio $(i + 1)$; o conjunto de informação $H = \{h^1, h^2, h^3\}$, em que h^i é o conjunto de informação disponível a todos os jogadores no estágio i ; um conjunto de estratégias para cada firma e a IE, $\Sigma = \{\sigma_1, \dots, \sigma_N, \sigma_E\}$; e uma função utilidade para cada jogador que define um valor real para cada *payoff* possível do jogo, $u_i : H^3 \rightarrow \mathfrak{R}_+$.

Portanto, propõe-se aqui um jogo de três estágios em que todos os participantes observam as ações passadas, e cujos jogadores são as N firmas e a IE.

Neste jogo, as ações tomadas pelos jogadores no primeiro estágio – $A^0 = \{a_1^0, \dots, a_n^0, a_{ie}^0\}$, onde a_1^0 e a_{ie}^0 são, respectivamente, a ação da firma i e a ação da IE – definem o conjunto de informação do segundo estágio, $h^1(a^0)$, conhecido por todos os jogadores quando o segundo estágio se inicia.

Para o primeiro estágio, todas as firmas jogam “não fazer nada”, pois este é o único elemento do conjunto de ações das firmas neste momento do jogo, enquanto o conjunto de ações possíveis para a IE é composto por dois elementos, como segue: $A_e^0 = \{\text{entrar no mercado}, \text{não entrar no mercado}\}$. Assim, se definirmos H^k como o conjunto de todos os

possíveis h^k , H^1 também será composto por dois elementos: $H^1 = \{h_1^1, h_2^1\} = \{IE \text{ entra no mercado e todas as firmas não fazem nada, IE não entra no mercado e todas as firmas não fazem nada}\}$. Finalmente, o conjunto de informação h^1 define, por sua vez, o conjunto de ações possíveis de todos os jogadores no segundo estágio – $A^1 = (h^1)$. Assim, as ações possíveis para a firma i serão: $A^1(h_1^1) = (\text{não treinar, treinar na firma, treinar na IE})$ e $A^1(h_2^1) = (\text{não treinar, treinar na firma})$.

Uma estratégia do jogador i (σ_i) é definida como um plano de ação para todos os estágios, que define para o estágio k uma ação para cada elemento de H^k . No jogo proposto, o conjunto de estratégia da IE é composto por apenas duas possíveis: (1) entrar no mercado no primeiro estágio e não fazer nada nos estágios seguintes; e (2) não entrar no mercado no primeiro estágio e não fazer nada nos estágios seguintes. As estratégias possíveis da firma i se diferenciam entre elas apenas pelas ações definidas para o segundo estágio (nos demais, a firma i joga “não fazer nada”). O conjunto de estratégias possíveis para a firma i é composto por seis elementos ou estratégias – combinações possíveis entre as ações dos conjuntos $A^1(h_1^1)$ e $A^1(h_2^1)$ definidos acima. Vale ainda mencionar que, no terceiro estágio, apenas a natureza joga e define se haverá encontros entre firmas que não treinaram seus trabalhadores com trabalhadores treinados por outras firmas.

Pode-se definir um equilíbrio de Nash para este jogo como sendo o conjunto de estratégias $\sigma(\sigma_{ie}, \sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_N)$ tal que, dados os valores de S, N, M, Cie, β, ξ e $\bar{C}$, as condições (14) e (15) abaixo sejam satisfeitas:

$$U_j(\sigma_{ie}, \sigma_{-j}, \sigma_j) \geq U_j(\sigma_{ie}, \sigma_{-j}, \sigma'_j) \quad (14)$$

para todo σ_j pertencente ao conjunto de estratégias possíveis da firma j e para todo $j \in (1, \dots, N)$.

$$U_{ie}(\sigma_{ie}, \sigma_1, \dots, \sigma_N) \geq U_{ie}(\sigma'_{ie}, \sigma_1, \dots, \sigma_N) \quad (15)$$

para todo σ_{ie} pertencente ao conjunto de estratégias possíveis da IE.

Duas observações merecem destaque na definição do equilíbrio: o jogo proposto não é de informação perfeita, uma vez que as firmas jogam simultaneamente no segundo estágio; portanto, não cabe aplicar a indução retroativa.

Além disto, o conjunto de equilíbrios de Nash perfeito de subjogos não coincide com o conjunto de equilíbrios de Nash, mas é um subconjunto deste. Considerem-se, por exemplo, as seguintes estratégias: a IE joga “não entrar no mercado” no primeiro estágio (e não fazer nada nos demais), enquanto as firmas definem “não treinar”, caso a IE não entre, e “treinar na firma”, caso a IE entre no mercado. Apesar de ser um equilíbrio de Nash, cujo *outcome* é a IE não entrar e as firmas não treinarem seus trabalhadores, as estratégias $\sigma(\sigma_{ie}, \sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_N)$ não constituem um equilíbrio de Nash para o subjogo que se inicia no segundo estágio, condicionadas à h_1^1 (IE entra no mercado).

Na definição dos equilíbrios de Nash perfeitos de subjogos, as condições (14) e (15) têm que ser satisfeitas para todo subjogo que se inicia a partir de qualquer dos conjuntos de informação possíveis $h_j^k \in H^k$, com $k = 1, 2$ e 3 .

Para analisar mais de perto o equilíbrio, as probabilidades l e g precisam ser definidas, pois elas são fundamentais para as decisões das firmas. Inicialmente, cada firma conhece N e M . Dada a imperfeita mobilidade dos trabalhadores, a firma j constrói suas probabilidades esperadas como descrito abaixo:

$$l_j(M, N, x) = \frac{N - 1 - x}{M + N - 1} \quad (16)$$

$$g_j(M, N, x) = \frac{x}{M + N - 1} \quad (17)$$

Em (16), l_j é a probabilidade de um trabalhador treinado pela firma j encontrar um novo empregador para o terceiro período; em (17), g_j representa a probabilidade da firma, que não treinou seu trabalhador, conseguir atrair para o terceiro período um trabalhador treinado por outra firma. Finalmente, x corresponde ao número de firmas do APL que treinarão seus trabalhadores no segundo período. Portanto, os valores de fato de l e g não são dados inicialmente, mas, ao contrário, dependerão do número de firmas que decidirem treinar seus trabalhadores.

Assim, baseada na expectativa de l e g e nos parâmetros dados, a firma maximiza seu lucro escolhendo uma das duas alternativas definidas a seguir.

$$\text{Maximizar } U_j = \max\{-C + S(1 - l_j + l_j\beta), S(1 - \beta)g_j\}$$

Observe-se que, no primeiro caso definido acima, a firma treina seu trabalhador, que paga $l_j\beta$ pelo seu treinamento, e espera poder internalizar o ganho de produtividade com probabilidade $(1 - l_j)$. No caso de não treinar seu trabalhador, a firma terá probabilidade g_j de atrair um trabalhador treinado para o terceiro período e absorver $(1 - \beta)$ do ganho de produtividade do novo empregado.

Um resultado interessante e que facilita muito a solução do modelo é que, dados os parâmetros S , β , M , N e C , as firmas terão uma estratégia dominante que independe do número de firmas que treinarão seus trabalhadores (x), pois a firma j treinará seu trabalhador se:

$$U_j^t \geq U_j^{nt} \quad (18)$$

$$-C + S(1 - l + l\beta) \geq S(1 - \beta)g \quad (19)$$

$$-C + S - S\left(\frac{N - 1 - x}{M + N - 1}\right)(1 - \beta) \geq S\left(\frac{x}{M + N - 1}\right)(1 - \beta) \quad (20)$$

$$C \leq S[1 - (\frac{N-1}{M+N-1}) + (\frac{N-1}{M+N-1})\beta] \quad (21)$$

Portanto, se e somente se a condição (21), que não depende das expectativas das firmas, for satisfeita, a firma j oferecerá treinamento a seu trabalhador. A consequência direta da independência quanto às expectativas é que a decisão da firma j independe também da decisão das demais firmas. Adicionalmente, uma vez que as firmas são idênticas, as decisões individuais das firmas serão as mesmas em equilíbrio.

Note-se que, pela simetria das firmas e decisões idênticas, em equilíbrio, as variáveis l e g serão sempre iguais a zero, pois todas treinarão ou nenhuma treinará seu trabalhador. No segundo caso, a probabilidade de a firma j , que não treinou seu funcionário, atrair um funcionário treinado para o terceiro período é zero, pois não há trabalhadores treinados neste mercado; enquanto, no primeiro caso, a probabilidade de a firma j , que treinou seu funcionário, perdê-lo para outra firma do APL também é zero, pois todas as firmas já possuem trabalhadores treinados.

Para que a IE entre no mercado no primeiro período, além de a condição (21) ser satisfeita, a expectativa quanto ao custo unitário de treinamento na IE tem que ser menor do que o custo de treinamento nas firmas:

$$\frac{C_{ie}}{n_{ie}} < \bar{C} \quad (22)$$

Na equação, o denominador é a expectativa da IE quanto ao número de matriculados.

Para resolver o jogo por indução retroativa, pode-se definir a estratégia da firma como descrito na tabela 1.

TABELA 1

Estratégia das firmas

	Condição (22) satisfeita	Condição (22) não satisfeita
Condição (21) satisfeita	Treina na IE	Treina internamente
Condição (21) não satisfeita	Não treina	Não treina

Elaboração: Silva e Hewings (2010).

Um resultado importante do modelo é que, dados $S, \beta, M, \bar{C}$ e C_{ie} e respeitadas as hipóteses definidas anteriormente, *as firmas sempre treinam seus funcionários internamente para N suficientemente pequeno (não menor que 1), e também treinam na IE para N suficientemente grande.*

Para provar a primeira parte, basta assumir $N = 1$. Como a condição (12) garante que o retorno líquido do treinamento interno é positivo e a condição (8) garante que o custo de treinamento de um único funcionário é mais barato dentro da firma, pode-se concluir que, quando $N = 1$, haverá treinamento interno.

A prova da segunda parte também é bastante direta: quando N vai a infinito, a condição (22) será satisfeita e a condição (21) passa a ser definida como:

$$\xi \leq S\beta \quad (23)$$

Como o custo de treinamento na IE para N suficientemente grande é menor que o custo de treinamento interno, o equilíbrio será “a IE entra no mercado e as firmas treinam seus N funcionários na IE”.

Este resultado nos diz que, independente do tamanho da economia, tanto um APL com um número suficientemente pequeno de firmas quanto um APL com um número suficientemente grande de firmas treinarão seus funcionários.

Porém, há um resultado intermediário possível, no qual *o desenvolvimento do APL enfrentará um estágio intermediário em que as firmas, seguindo suas estratégias dominantes, não treinam seus trabalhadores*, eliminando o excedente que o treinamento gera para a economia (tabela 2), e repetindo, assim, o dilema do prisioneiro. Este resultado é formalizado no anexo A.

A intuição que explica este resultado diz que, neste caso, o número de firmas pertencentes ao APL (N) – dado o tamanho da economia ($M + N$) – é suficientemente grande para que o trabalhador tenha alta mobilidade e a firma não treine seu trabalhador internamente, diante do alto risco de perdê-lo para o período seguinte; mas N ainda não é suficientemente grande para justificar o aparecimento de uma IE lucrativa. Assim, os trabalhadores do APL não serão treinados.

Sumarizando os resultados, neste jogo, há três equilíbrios possíveis, dependendo dos parâmetros: IE não entra e as firmas treinam seus trabalhadores internamente; IE não entra e as firmas não treinam seus trabalhadores; e IE entra e as firmas treinam seus trabalhadores na IE. A tabela 2 traz, para cada equilíbrio, o excedente social gerado. No equilíbrio em que as firmas treinam na IE (última linha), N é o número total de trabalhadores treinados.

Ressalte-se que haverá um excedente positivo nos dois casos em que há treinamento, e nenhum excedente no caso de os trabalhadores não serem treinados.

Finalmente, combinando os resultados apresentados até aqui, pode-se dizer que, para APLs que se desenvolvem em cidades cujas economias não são suficientemente grandes, a sequência dos equilíbrios será: treinamento interno (N pequeno), sem treinamento (N intermediário) e treinamento na IE (N grande).

TABELA 2

Payoffs e excedentes.

	Payoff da IE	Payoff da firma individual	Excedente gerado
IE não entra Firmas treinam internamente	0	$S - \bar{C}$	$N(S - \bar{C})$
IE não entra Firmas não treinam	0	0	0
IE entra Firmas treinam na IE	$N\xi$	$S - \frac{Cie}{N} - \xi$	$NS - Cie$

Elaboração: Silva e Hewings (2010).

4.2 Análise de bem-estar

A intervenção do governo pode ser benéfica se evitar o equilíbrio subótimo, em que as firmas não treinam seus trabalhadores. Em resumo, haveria duas possibilidades para a intervenção do governo: ele poderia subsidiar as firmas que treinam internamente seus trabalhadores ou subsidiar a atuação da IE, precipitando sua chegada ao mercado.

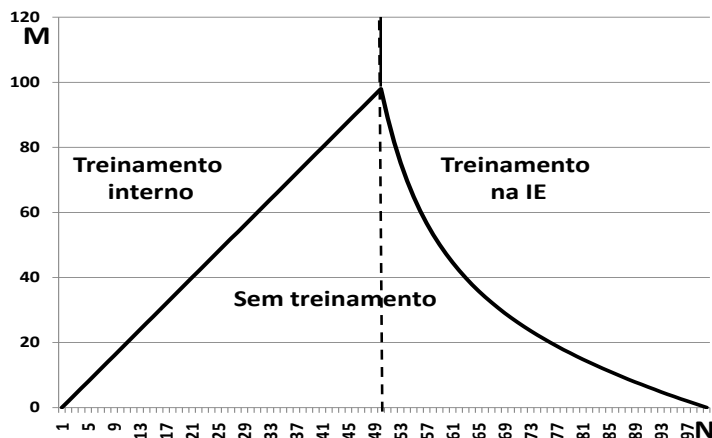
A figura 2 traz as combinações entre o número de firmas do APL (N) e o número de firmas não pertencentes ao APL (M) e os *outcomes* dos equilíbrios possíveis para dados parâmetros.¹⁶

Na área de treinamento interno, o número de firmas do APL (N) é pequeno relativamente ao tamanho da economia ($M + N$), portanto, a dispersão é suficientemente grande e o risco de perder o trabalhador treinado é suficientemente baixo para as firmas oferecerem treinamento interno. Na área em que não há treinamento, a concentração de empresas do APL em uma economia relativamente pequena faz com que as firmas não treinem seus funcionários, diante do risco de perdê-los. Observe-se que, a partir do momento que treinar na IE passa a ser mais barato que treinar na firma, o aumento de N contribui para a decisão das firmas de treinarem seus funcionários, pois reduz o custo unitário do treinamento. Esta tendência segue até o ponto em que o treinamento é sempre vantajoso, independentemente do tamanho da economia ($\frac{Cie}{N} < S\beta$).

16 A simulação usou os seguintes parâmetros: $Cie = 2000$; $\bar{C} = 40$; $\beta = 0,4$; $S = 50$.

GRÁFICO 1

Equilíbrios para N e M

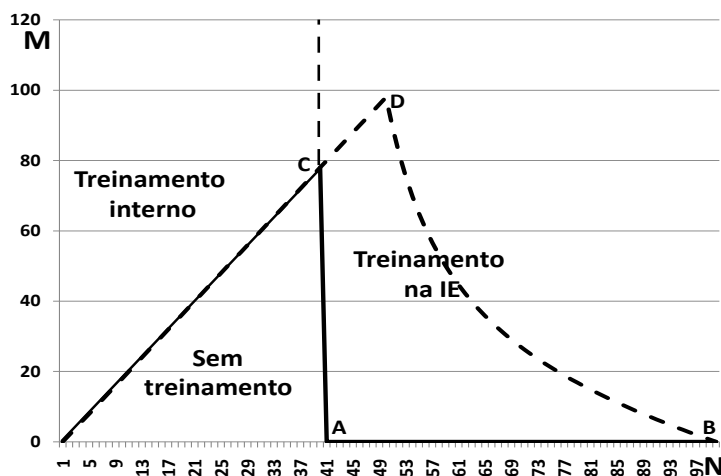


Elaboração: Silva e Hewings (2010).

Como exercício de análise, o gráfico 2 traz os efeitos da implantação de uma IE gratuita. Por hipótese, o governo só instala uma IE gratuita quando o custo total (C_{ie}) for igual ou inferior ao excedente total gerado pelo treinamento (SN).

GRÁFICO 2

Equilíbrios com a presença da IE gratuita



Elaboração: Silva e Hewings (2010).

Analisando-se o gráfico 2, nota-se claramente que o ganho advindo da intervenção do governo está representado pela área ACDB. Em todos os pontos desta área, o excedente, que não existia sem a intervenção, passa a ser positivo com a entrada da IE gratuita.

5. DISCUSSÃO E APLICAÇÕES PARA O CASO BRASILEIRO

Vale analisar o modelo proposto a partir das discussões da literatura a respeito da dinâmica dos APLs, especialmente quanto à possibilidade de haver transbordamentos entre as firmas aglomeradas.

Enquanto Marshall (1890) aponta o transbordamento (*spillover*) de informação entre as firmas como uma das causas da aglomeração, Rosenthal e Strange (2004) apontam a rotatividade dos trabalhadores como fonte fundamental para o fluxo de ideia e informação. Seguindo o mesmo argumento, Combes e Duranton (2006) identificam um aspecto positivo no *poaching*: os trabalhadores que trocam de emprego levam consigo os conhecimentos, disseminando, assim, a informação entre as firmas do APL.

Um segundo aspecto, estreitamente relacionado com o primeiro, é o fato sugerido por Acemoglu (2002) e Yamamura, Sonobe e Otsuka (2003) da qualificação de o trabalhador dar a ele maior capacidade de adquirir e adaptar ideias e informações. Neste caso, a disseminação do conhecimento prescinde da rotatividade do trabalhador: o treinamento capacita o empregado inclusive para adaptar ideias aplicadas em outras firmas nos processos produtivos da firma onde trabalha.

Finalmente, um terceiro aspecto deste debate vai em direção oposta: o risco de *poaching* pode gerar uma seleção adversa em que apenas as firmas menos produtivas se aglomerariam (Shaver e Flyer, 2000).

O ponto fundamental do modelo proposto em Silva e Hewings (2010) é captar o risco de *poaching* (Shaver e Flyer, 2000), mas incorpora também as economias de localização, na medida em que prevê a chegada da IE a partir de um tamanho mínimo do APL. De qualquer forma, no modelo, o aumento de produtividade não advém do transbordamento entre firmas, fenômeno enfatizado pela literatura.

O segundo aspecto mencionado – relação positiva entre qualificação e fluxo de informação – não está contemplado explicitamente no modelo: o trabalhador treinado não aumenta sua capacidade de adaptar inovações de vizinhos. Entretanto, note-se que o modelo define apenas que treinamento leva a um aumento de produtividade. Parte deste aumento poderia ser interpretado como capacidade de entender e utilizar processos de outras firmas.

Finalmente, a relação entre *pooling* de trabalhadores, rotatividade e transbordamento também não parece estar incorporada no modelo proposto. No modelo, a rotatividade de trabalhador treinado não dissemina, mas apenas transfere conhecimento. Em outras palavras, a firma que perdeu seu trabalhador treinado perde também todo o conhecimento gerado pelo treinamento que é incorporado exclusivamente pelo trabalhador. O modelo poderia ser adaptado para garantir que a firma mantenha algum aumento de produtividade, mesmo perdendo seu trabalhador treinado.

Neste caso, a equação (5) – utilidade da firma que treina seu trabalhador – passa a ser:

$$U' = -(C - k) + (1 - l)(S) + l\lambda S \quad (24)$$

Assume-se que a parcela λ do ganho de produtividade permaneça na firma, sem afetar o ganho do novo empregador. Assim, o equilíbrio subótimo, em que as firmas não treinam seus trabalhadores acontecerá apenas se a condição (25) – uma variação da condição (21) – for satisfeita:

$$C \leq S \left[1 - \left(\frac{N-1}{M+N-1} \right) + \left(\frac{N-1}{M+N-1} \right) \beta + \left(\frac{N-1}{M+N-1} \right) \lambda \right] \quad (25)$$

Portanto, com a adição do último termo, o equilíbrio subótimo se tornou mais improvável.

Vale ressaltar que, no caso do λ ser suficientemente alto para satisfazer $\lambda + \beta \geq 1$, o equilíbrio em que todas as firmas decidem não treinar seus trabalhadores não será mais possível para quaisquer valores de N e M . Recorde-se que β representa o poder de barganha do empregado na negociação com seu novo empregador e determina a parcela do custo do treinamento que o empregado está disposto a pagar. Portanto, se a parcela que fica na empresa (λ), somada à parcela paga pelo trabalhador, superar a unidade, a firma nunca optará por não treinar seu trabalhador.

5.1 Os cursos do Senai e o Prominp

Além de trazer aspectos ressaltados pela literatura e, assim, possíveis extensões para o modelo, esta seção se propõe a analisar, a partir do arcabouço teórico proposto, práticas e programas brasileiros de educação profissional.

Como mencionado ao longo do texto, os cursos oferecidos pelo Senai (pertencente ao Sistema S) são especialmente interessantes porque significam um custo compulsório para todas as firmas e, como contrapartida, atendem algumas delas com a oferta de educação profissional. Quem ganha/perde (e sob quais condições) com este arranjo?

O Senai tem atuação nacional e é mantido pela contribuição social das empresas industriais e agroindústrias, que recolhem 1% sobre o total da folha de pagamento de forma compulsória. Alguns de seus cursos são gratuitos e outros, pagos.

Para nossa análise, o aspecto essencial é o fato de as empresas contribuírem de forma compulsória e receberem cursos subsidiados. Para simplificar a questão, consideraremos apenas o caso dos cursos gratuitos. O Senai investirá todos os recursos arrecadados na oferta dos cursos. Como simplificação adicional, o orçamento do Senai será exatamente o custo total dos cursos oferecidos, que, por sua vez, será igualmente dividido entre todas as firmas industriais da economia.

A comparação entre os diferentes arranjos assumirá que a qualidade dos cursos é a mesma, independentemente de ser treinamento interno, oferecido pela IE ou pelo Senai. Assim, a comparação ficará restrita aos custos de cada arranjo.

Finalmente, a aplicação será feita para duas economias. O primeiro caso será mais simples: a economia será composta por um setor industrial, que contribui com o Senai e recebe cursos gratuitos, e um setor de serviços, que funcionará como as firmas do modelo original que não pertencem ao APL. No segundo caso, a economia será formada por dois setores industriais, que pagam a contribuição compulsória, mas apenas um deles será contemplado com cursos de educação profissional. Após apresentar a análise detalhada para o primeiro caso, o segundo caso exigirá apenas pequenas adaptações.

Assim, as implicações da participação do Senai devem ser analisadas, considerando três situações separadamente:

II) As firmas treinariam internamente, caso não houvesse Senai.

Neste caso, há duas possibilidades. Se o setor for pequeno o suficiente, as firmas podem perder com o surgimento do Senai, pois os custos fixos do curso oferecido por uma terceira parte podem não ser suficientemente diluídos entre as firmas do setor e, por isso, o custo individual – cobrado via contribuição compulsória – será maior do que o custo do treinamento interno. Já no caso de os custos fixos não serem tão altos e/ou o setor tiver um número suficiente de firmas, a contribuição compulsória será menor que o custo do treinamento interno e todas as firmas ganharão. Finalmente, se a contribuição for igual ao custo do treinamento interno, não haverá alteração no *payoff* da firma e tampouco no excedente total. Os resultados são sumarizados na tabela 3.

TABELA 3

Resultado com Senai para caso (I)

Situação	Payoff da firma	Variação do payoff da firma com a entrada do Senai	Excedente gerado	Variação do excedente total com a entrada do Senai
$\frac{C_s}{N} > \bar{C}$	$S - \frac{C_s}{N}$	$\bar{C} - \frac{C_s}{N} < 0$	$NS - C_s$	$N\bar{C} - C_s < 0$
$\frac{C_s}{N} \leq \bar{C}$	$S - \frac{C_s}{N}$	$\bar{C} - \frac{C_s}{N} \geq 0$	$NS - C_s$	$N\bar{C} - C_s \geq 0$

Elaboração dos autores.

II) As firmas não treinariam, caso não houvesse Senai.

Nesse caso, com a contribuição compulsória e os cursos sendo gratuitos, todas as firmas treinarão seus trabalhadores. A questão é saber se o treinamento trará ganhos ou perdas, e isto depende do custo de treinamento, comparado com o ganho de produtividade propiciado por ele. Em outras palavras, a entrada do Senai não é garantia de aumento do excedente, apenas garante que as firmas treinem seus trabalhadores. Dependendo do tamanho do setor e do custo fixo da atividade, a entrada do Senai pode gerar excedente negativo (tabela 4). Vale mencionar que o custo fixo pode ser visto também como função da eficiência do Senai.

TABELA 4
Resultado com Senai para o caso (II)

Situação	Payoff da firma	Variação do payoff da firma com a entrada do Senai	Excedente gerado	Variação do excedente total com a entrada do Senai
$\frac{C_s}{N} > S$	$S - \frac{C_s}{N}$	$S - \frac{C_s}{N} < 0$	$NS - C_s$	$NS - C_s < 0$
$\frac{C_s}{N} \leq S$	$S - \frac{C_s}{N}$	$S - \frac{C_s}{N} \geq 0$	$NS - C_s$	$NS - C_s \geq 0$

Elaboração dos autores.

III) As firmas treinariam seus trabalhadores na IE, caso não houvesse Senai.

Nesse caso, a variação do *payoff* de uma firma e do excedente total dependerá da comparação entre o custo de treinamento da IE e do Senai. Mesmo que o curso do Senai tenha custo superior, a IE não entrará no mercado, uma vez que a contribuição compulsória permite ao Senai oferecer o curso gratuitamente. Portanto, a existência do Senai elimina a possibilidade da entrada da IE e, mais uma vez, não garante aumento do excedente, que dependerá da eficiência do sistema (tabela 5). Inclusive, caso o Senai tenha eficiência suficientemente baixa, o excedente total pode se tornar negativo, bastando para

isso a seguinte condição: $S - \frac{C_s}{N} < 0$.

TABELA 5

Resultado com Senai para o caso (III)

Situação	Payoff da firma	Variação do payoff da firma com a entrada do Senai	Excedente gerado	Variação do excedente total com a entrada do Senai
$C_S > C_{ie}$	$S - \frac{C_S}{N}$	$\frac{C_{ie}}{N} - \frac{C_S}{N} < 0$	$NS - C_S$	$C_{ie} - C_S < 0$
$C_S \leq C_{ie}$	$S - \frac{C_S}{N}$	$\frac{C_{ie}}{N} - \frac{C_S}{N} \geq 0$	$NS - C_S$	$C_{ie} - C_S \geq 0$

Elaboração dos autores.

Sumarizando os resultados, o surgimento do Senai e a contribuição compulsória garantem que as firmas treinem seus trabalhadores em todos os casos, uma vez que os cursos são gratuitos. Mas, justamente pela gratuidade dos cursos, as outras ações – treinar internamente, treinar na IE ou, ainda, não treinar o trabalhador – serão eliminadas das estratégias adotadas pelas firmas. Como consequência, em todas as situações em que o custo Senai for superior à alternativa ou mesmo superior ao aumento de produtividade gerado pelo curso, a variação de excedente total será negativa.

A principal diferença entre os resultados do primeiro caso – um setor industrial e outro de serviços – e do segundo caso – dois setores industriais, dos quais apenas um se beneficiará da oferta de cursos – é que, no primeiro, a variação do excedente total será sempre a soma da variação dos *payoffs* das N firmas. Já para a economia com dois setores industriais, o setor que não se beneficia dos cursos financia parte do treinamento do outro setor. Assim, pode-se chegar à situação em que a variação do excedente total seja negativa, em função da existência do Senai, mas as firmas do setor que utilizam

os cursos apresentem variação positiva do *payoff*. Esta será a situação, por exemplo, no caso (I), se $\frac{C_S}{N} > \bar{C} > \frac{C_{ie}}{N}$, considerando M como o número de firmas do setor contribuinte, mas não beneficiado.

Finalmente, assumindo que o Senai cubra uma fração pequena dos trabalhadores da economia ($M \gg N$), a existência do Senai traria prejuízo marginal para a maioria e benefício significativo para a minoria.

Já no caso do PROMINP, mencionado na seção 2, os investimentos feitos pela Petrobras nos cursos de qualificação não são compulsórios. Ao contrário, os recursos devem ser aprovados pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), uma vez que estes investimentos são abatidos do total exigido como investimento da empresa em P&D. Além disto, o treinamento é direcionado para a cadeia de petróleo e gás e, ainda, tanto o local quanto o conteúdo do curso são decididos caso a caso.

Sendo assim, a Petrobras tem a possibilidade de selecionar aqueles investimentos com o maior retorno. Por exemplo, a empresa patrocinadora poderia concentrar sua atenção em APLs que apresentem subinvestimento em treinamento devido à preocupação com *poaching*.

A vantagem deste arranjo é o fato de o investimento/contribuição vir de uma única firma que pode decidir se aquele investimento vale ou não a pena. Mesmo considerando o risco de ingerência política na gestão da empresa, a possibilidade de ineficiência nas decisões parece menor do que no caso do Sistema S, dado que: *i*) uma política ineficiente trará prejuízos concentrados em uma única empresa; e *ii*) a empresa prejudicada tem autonomia para alterar sua estratégia de gastos.

6. CONCLUSÕES

Este capítulo investiga a relação entre aglomeração e treinamento da mão de obra. Para tanto, traz uma revisão da literatura sobre o tema, além de uma apresentação sobre a educação profissional no Brasil e trabalhos relacionados a ela. Em seguida, apresenta o modelo de Silva e Hewings (2010), propondo extensões que contemplem aspectos destacados na revisão de literatura, e analisa – sob a perspectiva do modelo teórico – experiências e programas nacionais de educação profissional.

A literatura identifica a importância da presença de um contingente de trabalhadores especializados para potencializar o *spillover* de conhecimento entre as empresas aglomeradas. Este processo se dá fundamentalmente pela rotatividade da mão de obra entre as empresas locais, o que confere ao *poaching* de trabalhador – visto como uma ameaça pelas firmas que pretendem treinar seus trabalhadores – um papel positivo no crescimento da produtividade regional.

Empiricamente, os trabalhos identificam um efeito significativo (e negativo na maioria dos estudos) da aglomeração produtiva – em geral, medida pela densidade do mercado de trabalho – sobre o treinamento da mão de obra. Porém, a revisão mostrou escassez de trabalhos empíricos, especialmente que consigam relacionar treinamento específico com a presença ou densidade de firmas do mesmo setor na economia local, aspecto central do modelo teórico de Silva e Hewings (2010), analisado em detalhes na seção 3.

Silva e Hewings (2010) formalizam o comportamento oportunista das firmas e analisam os incentivos de treinamento ao longo do desenvolvimento de um APL. O modelo identifica diferentes estratégias e equilíbrios para diferentes densidades do APL, que dependem do tamanho do APL e da economia local. O resultado central mostra a possibilidade de haver um estágio intermediário em que as firmas subinvestem em treinamento, o que abre a possibilidade de o governo aumentar o bem-estar total, por meio de subsídios às IEs nestas regiões.

Quando o modelo incorpora a ideia de aumento de produtividade via rotatividade dos trabalhadores – aspecto ressaltado pela literatura, mas ignorado no modelo original –, o investimento subótimo passa a ser menos provável. Para tanto, adiciona-se a pressuposição de que a firma abandonada pelo trabalhador treinado retém parte do conhecimento adquirido por ele durante o treinamento. Assim, a rotatividade não apenas transfere conhecimento, mas o compartilha entre os originais e os novos empregadores. Como consequência, segundo esta hipótese a produtividade do APL pode aumentar por duas razões: *i*) a diminuição do custo da perda de um trabalhador treinado aumenta o incentivo para o investimento em treinamento; e *ii*) uma eventual mudança de emprego tem agora o papel de disseminar o conhecimento.

Na análise que introduz o Senai na economia, o resultado mostra que, em função da gratuidade dos cursos, as estratégias escolhidas serão sempre as mesmas, independentemente dos custos: as firmas treinam nos cursos do Senai e a IE não entra no mercado. Mas este fato não garante ganhos em termos de excedente total. Justamente porque as decisões das firmas não dependem dos custos do Senai – cobertos por contribuições compulsórias –, a introdução do Senai na economia pode gerar equilíbrios ineficientes.

O PROMINP apresenta, teoricamente, riscos menores, pois o investimento não é compulsório e se concentra em uma empresa, que tem interesse na qualificação da mão de obra dos setores alvos do programa.

As análises aqui apresentadas têm um alcance limitado, inversamente proporcional às hipóteses restritivas do modelo, que não são poucas. Além disso, não se foram levados em consideração detalhes de gestão e execução dos casos estudados – cursos do Senai e PROMINP. Os cursos do Senai, por exemplo, entendidos aqui apenas como cursos gratuitos e financiados por contribuições compulsórias, não se diferenciam na análise de cursos públicos e gratuitos.

REFERÊNCIAS

- ACEMOGLU, D. Training and innovation in an imperfect labor market. *Review of Economic Studies*, 64, p. 445-464, 1997.
- _____. Technical change, inequality and the labor market. *Journal of Economic Literature*, v. 40 (1), p. 7-72, 2002.
- ACEMOGLU, D.; PISCHKE, J. S. Why do firms train? Theory and evidence. *Quarterly Journal of Economics*, 113, p. 79-119, 1998.
- _____. Beyond Becker: training in imperfect labor market. *Economic Journal*, 109, p. 112-142, 1999.
- ALMAZAN, A.; DE MOTTA, A.; TITMAN, S. Firm location and the creation and utilization of human capital. *Review of Economic Studies*, 74 (4), p. 1.305-1.327, 2007.
- ASSUNÇÃO, J.; GONZAGA, G. Educação profissional no Brasil: inserção e retorno. *Série Cenários*, n. 3, Publicação Senai, 2010.
- AUTOR, D. Why do temporary help firms provide free general skills training? *Quarterly Journal of Economics*, 116 (4), p. 1.409-1.448, 2001.
- BARRETT, A.; O'CONNELL, P. Does training generally work? The returns to incompany training. *Industrial & Labor Relations Review*, 54 (3), p. 647-662, 2001.
- BASSANINI, A.; BRUNELLO, G. Barriers to entry, deregulation and workplace training: a theoretical model with evidence from Europe. *European Economic Review*, 55, p. 1.152-1.176, 2011.
- BECKER, G. Human capital. Chicago: The University of Chicago Press, 1964.
- BONTEMPS, C.; ROBIN, J.; VAN DEN BERG, G. Equilibrium search with continuous productivity dispersion: theory and nonparametric estimation. *International Economic Review*, 41 (2), p. 305-358, 2000.
- BOONE, J.; VAN OURS, J.; VAN DER WIEL, H. When is the price cost margin a safe way to measure changes in competition? Tilburg: Tilburg University, 2009. Mimeografado.
- BRUNELLO, G.; DE PAOLA, M. Training and economic density: some evidence form Italian provinces. *Labour Economics*, 15, p. 118-140, 2008.
- BRUNELLO, G; GAMBAROTTO, F. Do spatial agglomeration and local labor market competition affect employer-provided training? Evidence from the UK. *Regional Science and Urban Economics*, 37, p. 1-21, 2007.
- BULHÕES, M. G. P. Plano Nacional de Qualificação do Trabalhador – Planfor: acertos, limites e desafios vistos do extremo sul. *São Paulo em Perspectiva*. v. 18, n. 4, p. 39-49, 2004.

- CARLINO, G.; CHATTERJEE, S.; HUNT, R. Matching and learning in cities: urban density and the rate of innovation. Federal Reserve Bank of Philadelphia, 2005. (Working Paper, n. 04-16/R).
- CICCONI, A.; HALL, R. E. Productivity and the density of economic activity. *American Economic Review*, 86 (1), p. 54-70, 1996.
- COMBES, P.; DURANTON, G. Labour pooling, labour poaching and spatial clustering. *Regional Science and Urban Economics* 36, (2006), p. 1-28, 2006.
- CONTI, G. Training, productivity and wages in Italy. *Labour Economics*, 12 (4), p. 557-576, 2005.
- DEARDEN, L.; REED, H.; VAN REENEN, J. The impact of training on productivity and wages: evidence from British panel data. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 68 (4), p. 397-421, 2006.
- HANSSON, B. Job-related training and benefits for individuals: a review of evidence and explanations. OECD Education Working Paper, n.19, 2008.
- INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS ANÍSIO TEIXEIRA. Censo Escolar da Educação Básica 2012. Brasília: INEP/MEC, 2012. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/basica-censo>>.
- MARSHALL, A. Principles of economics. London: Macmillan, 1890.
- MARTIN, R.; SUNLEY, P. Deconstructing clusters: chaotic concept or policy panacea? *Journal of Economic Geography*, 3, p. 5-35, 2003.
- MATOUSCHEK, N.; ROBERT-NICOUD, F. The role of human capital investments in the location decision of firms. *Regional Science and Urban Economics*, 35, p. 570-583, 2005.
- MOEN, E. R.; ROSÉN, A. Does poaching distort training? *Review of Economic Studies*, 71, p. 1.143-1.162, 2004.
- MORETTI, E. Workers' education spillover and productivity: evidence from plant-level production functions. *American Economic Review*, 94 (3), p. 656-690, 2004.
- MUEHLEMANN, S.; WOLTER, S. C. Firm-sponsored training and poaching externalities in regional labor markets. *Regional Science and Urban Economics*, 41, p. 560-570, 2011.
- MUSSE, I.; MACHADO, A. F. Perfil dos indivíduos que cursam educação profissional no Brasil. *Economia e Sociedade*, v. 22, n. 1, p. 237-262, 2004.
- NERI, M. C. (Coord.) et al. A educação profissional e você no mercado de trabalho. Rio de Janeiro: Centro de Políticas Públicas da Fundação Getúlio Vargas e Instituto Votorantim, 2010.
- PICCHIO, M.; VAN OURS, J.C. Market imperfections and firm-sponsored training. *Labour Economics*, 18, p. 712-722, 2011.

RIDDER, G.; VAN DEN BERG, G. Measuring labor market frictions: a cross-country comparison. *Journal of European Economic Association* 1(1), p. 224-244, 2003.

ROSENTHAL, S.; STRANGE, W. Evidence on the Nature and Sources of Agglomeration Economies. In: HENDERSON, J.V., THISSE, J.F. (Eds.). *Handbook of Urban and Regional Economics*, 2004.

ANEXO

Dados $\bar{C}, Cie, S$ e β , se $M < M^* = \frac{(Cie/\bar{C} - 1)(\bar{C} - S\beta)}{(S - \bar{C})}$, então haverá N positivo tal que, em equilíbrio, os trabalhadores não serão treinados.

Prova: Como definido anteriormente, haverá treinamento se a seguinte condição for satisfeita:

$$C \leq S[1 - (\frac{N-1}{M+N-1}) + (\frac{N-1}{M+N-1})\beta].$$

O que significa dizer:

$$M \geq \frac{(N-1)(C - S\beta)}{(S - C)} \quad (A1)$$

Mas existe um N^* que iguala o custo do treinamento interno com o custo médio da IE, ou seja:

$$N^* = \frac{Cie}{\bar{C}} \quad (A2)$$

Então, se $M < \frac{(Cie/\bar{C} - 1)(\bar{C} - S\beta)}{(S - \bar{C})}$, a condição (A1) não será satisfeita para pelo menos um valor positivo de N .

Portanto, qualquer APL que nasça em cidades do tamanho ou menor que M^* passará por ao menos um momento em que suas firmas não treinarão seus trabalhadores.

CAPÍTULO 7

A PROSPECÇÃO DA DEMANDA POR TRABALHO ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE MODELOS DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL: ASPECTOS TEÓRICOS E REVISÃO DA LITERATURA

JOAQUIM BENTO DE SOUZA FERREIRA FILHO*

* Professor titular da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo (USP)

1. INTRODUÇÃO	190
2. OS MODELOS DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL	192
3. A CARACTERIZAÇÃO DA OFERTA DE TRABALHO EM MODELOS EGC: O AGENTE REPRESENTATIVO E SUAS VARIAÇÕES	194
4. REVISÃO DE LITERATURA: ESTUDOS SOBRE PROSPECÇÃO DO MERCADO DE TRABALHO UTILIZANDO MODELOS EGC	199
5. UM EXEMPLO DE PROSPECÇÃO UTILIZANDO O MODELO TERM-BR	202
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	209
REFERÊNCIAS	210

1. INTRODUÇÃO

Desde o trabalho pioneiro de Johansen na década de 1960, os modelos de equilíbrio geral computável (EGC) passaram por uma grande evolução teórica, e têm sido extensivamente utilizados em análises de políticas econômicas. Sua aplicação tem se dado em praticamente todos os campos de análise da economia, abrangendo desde modelos com grande nível de agregação até modelos de microssimulação, em áreas tão diversas quanto as de finanças e as de análise de políticas comerciais, ambientais ou de mudança no uso do solo.

O elevado nível de consistência interna requerido por este tipo de modelos exige a descrição detalhada, em sua estrutura, de todos os mercados da economia em análise, com grau de detalhamento que depende do interesse do estudo em questão. A descrição dos mercados de trabalho em modelos EGC, em particular, possui uma elevada gama de variações, que estão em geral ligadas a fatores diversos, como a disponibilidade de dados, mas também aos objetivos do estudo para o qual o modelo é utilizado. Conforme notado por Boeters e Savard (2012), esta é provavelmente a área da literatura de modelos EGC em que existe menos consenso, ou formulação dominante. Isto é determinado, em grande parte, pela diversidade de teorias aplicadas aos fenômenos associados aos mercados de trabalho, em muitos casos específicos a países ou situações particulares.

Entre as crescentes possibilidades de aplicações dos modelos EGC, tem surgido mais recentemente a sua utilização em projeções de demanda por trabalho, e por tipos de trabalho (qualificações ou ocupações distintas). Esta forma de aplicação é particularmente interessante quando se consideram as características peculiares dos modelos EGC. Dada a sua estrutura de funcionamento, estes modelos não são apropriados para previsões no sentido econométrico do termo, uma vez que, sendo modelos calibrados, e não estimados, não geram intervalos de confiança para suas estimativas. A despeito deste fato, a grande possibilidade de desagregação do fator trabalho em tipos diversos, por setor de atividade e região (ou até em nível infrarregional), tem tornado este tipo de modelo atrativo para as análises de projeções de demanda por trabalho. Some-se a isso ainda que a estrutura de equilíbrio geral permite incorporar um grande número de fatos estilizados e estruturais das economias em estudo, e que podem interferir nas projeções de demanda.

O objetivo deste capítulo é analisar as possibilidades de aplicações dos modelos EGC no campo das projeções de demanda por trabalho. Para isso serão apresentadas inicialmente as formulações mais relevantes para o mercado de trabalho mais utilizadas em modelos EGC, bem como discutir algumas aplicações da literatura internacional e nacional, neste último caso bastante mais restrita. O foco da análise é uma apresentação dos aspectos gerais que guiam as diversas possibilidades de modelagem dos mercados de trabalho, com especial atenção às características operacionais almejadas com cada formulação específica. Espera-se, com esta apresentação, dar uma visão geral de como estes importantes mercados são tratados nas principais correntes de modelagem utilizadas presentemente, bem como das principais limitações e vantagens da utilização de cada uma destas formulações.

Deve-se notar, na evolução desta discussão, que os modelos EGC têm aplicações múltiplas, e que nem sempre requerem formulações detalhadas dos mercados de trabalho, dependendo do interesse do estudo em análise. Um maior nível de detalhe neste mercado específico é requerido, em geral, para estudos que têm como foco principal análises distributivas, ou seja, para as quais os detalhes relativos a este mercado são fundamentalmente relevantes para o resultado final do estudo. Este aspecto do problema também será discutido adiante.

Este capítulo está estruturado como se segue. Inicialmente, discorre-se brevemente a respeito da estrutura de um modelo EGC, suas características principais, modo de operação e funcionamento. Isso é importante para se compreender o grau de dificuldade existente em representações sucessivamente mais detalhadas dos mercados de trabalho. A seguir, discutem-se formulações alternativas destes mercados, iniciando-se por formulações mais simples, cujo modelo contém um agente representativo e uma família, e evoluindo então para caracterizações mais complexas, que apresentam mais de um agente representativo e mais de uma família, mas ainda no contexto de agentes representativos. Na sequência, são apresentadas formulações que envolvem microssimulações, quando o conceito de agente representativo é substituído, ou complementado, com um grande número de agentes representados por observações individuais.

Por fim, serão discutidas algumas experiências internacionais com a utilização dos modelos EGC aplicados às projeções de demanda por trabalho. Serão evitadas, na exposição que se segue, as discussões relativas a problemas numéricos que podem surgir associados a cada tipo de formulação, e que estão associados à calibração de formas funcionais específicas.

2. OS MODELOS DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL¹

Os modelos de equilíbrio geral computável são o avanço mais recente na área de modelos aplicados de planejamento multissetorial. Seu funcionamento se dá por meio da simulação das interações, em cada mercado, de agentes econômicos com comportamento otimizador. O modelo apresenta características estruturais, e exige uma especificação completa tanto do lado da oferta quanto da demanda em todos os mercados.

De acordo com Ginsburg e Robinson (1984), um modelo de EGC pode ser descrito sinteticamente em termos dos seguintes componentes:

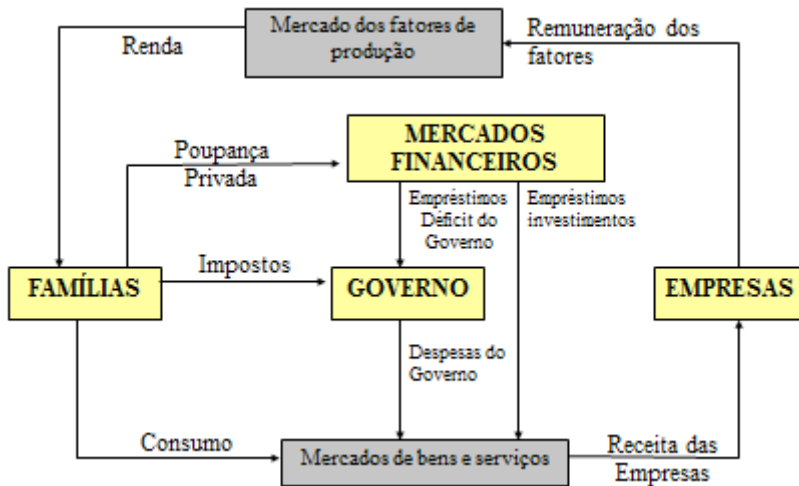
- a especificação dos agentes econômicos cujo comportamento será analisado, como as famílias, o governo, os trabalhadores, as empresas;
- as regras de comportamento destes agentes, que refletem sua motivação – aqui se têm, por exemplo, as hipóteses de maximização de lucro e de utilidade;
- os sinais observados pelos agentes para a sua tomada de decisão, como os preços e as rendas; e
- a especificação das “regras do jogo” com as quais os agentes interagem, que são as especificações de formas funcionais e restrições do problema.

Adicionalmente, devem-se definir ainda as condições de equilíbrio, que são restrições a serem satisfeitas, mas que não são levadas explicitamente em conta pelos agentes quando de sua tomada de decisão. Um equilíbrio pode ser formalmente definido como um conjunto de sinais tais que o resultado das decisões isoladas dos agentes satisfaçam em conjunto as restrições do sistema. Assim, por exemplo, o equilíbrio de mercado no modelo competitivo é definido como um conjunto de preços e quantidades associadas tais que o excesso de demanda em todos os mercados seja igual a zero.

¹ Esta seção está baseada em Ferreira Filho (2011).

FIGURA 1

Representação esquemática do fluxo circular da renda em uma economia



Adaptado de Campanario (2002).

Um modelo EGC, desta forma, deve representar o fluxo circular da renda em dada economia, discriminando completamente aquele fluxo. A figura 1 ilustra, de maneira esquemática, os fluxos de circulação da renda na economia, e coloca em perspectiva o papel a ser desempenhado pelas famílias em um modelo EGC. Como se pode notar, elas desempenham dois tipos de papel fundamentais: são demandantes de bens, e fornecedores de trabalho para o sistema. Como proprietárias dos fatores de produção domésticos da economia, as famílias ofertam trabalho e recebem dos demandantes deste fator (as atividades produtivas) o valor da renda do trabalho, que será despendido com o consumo de bens e serviços, ou poupado. Todos os modelos EGC devem discriminar estes dois lados das famílias – oferta de fatores e demanda de bens –, mas a maneira como a questão é tratada pode diferir substancialmente nos diversos modelos, dependendo de diversos fatores.

A especificação do mercado de trabalho, portanto, deve cumprir as quatro condições gerais descritas anteriormente. Em particular, a primeira e a última são as que comportam mais variações, uma vez que se referem à definição do agente econômico – se o trabalhador é modelado como um agente representativo ou como múltiplos agentes, diferenciados por sua ocupação, escolaridade, gênero etc. – e às formas funcionais específicas a serem inseridas nos modelos, que em geral estão relacionadas às funções de oferta de trabalho. Estes aspectos serão discutidos em mais detalhes a seguir.

3. A CARACTERIZAÇÃO DA OFERTA DE TRABALHO EM MODELOS

EGC: O AGENTE REPRESENTATIVO E SUAS VARIAÇÕES²

Nesta seção serão apresentadas separadamente as características principais dos agentes em modelos EGC, do ponto de vista da oferta de trabalho e da demanda por trabalho. Esta esquematização tem o objetivo de tornar mais clara a exposição das diversas combinações possíveis daquelas formulações.

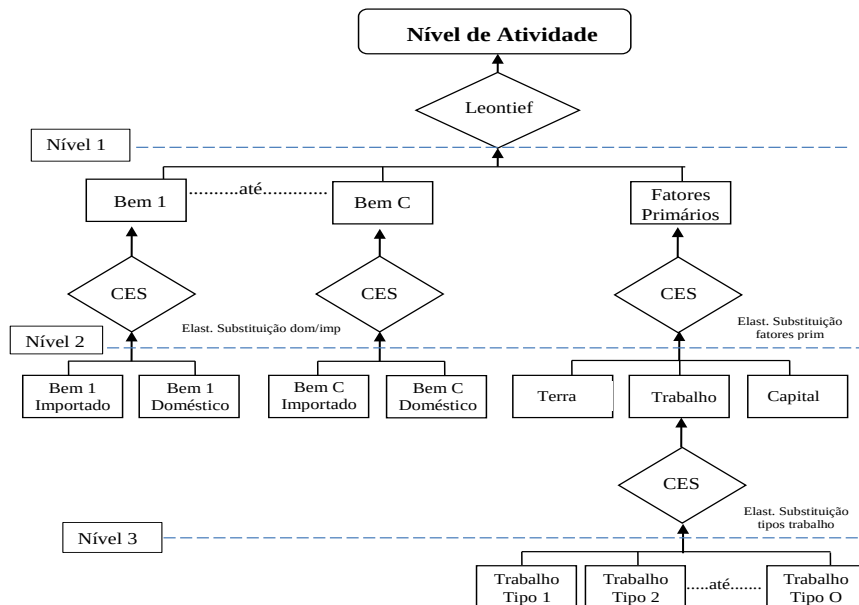
Nos modelos EGC, enquanto a oferta de trabalho origina-se diretamente dos domicílios (ou famílias), a demanda por trabalho é derivada a partir de funções de produção setoriais, frequentemente modeladas por meio de árvores de decisões que envolvem funções de elasticidade de substituição constante (CES) aninhadas. A figura 2 mostra, esquematicamente, uma típica árvore de decisão com funções aninhadas. No caso exemplificado na figura, há três níveis de decisão na produção. No nível mais elevado da árvore de decisão (nível 1), a demanda por bens compostos (domésticos + importados) e pelo fator primário composto (terra + trabalho + capital) é determinada por uma função Leontief (coeficientes fixos) do nível de atividade de cada setor produtivo. No nível de decisão seguinte (nível 2), acontece a diferenciação da demanda por bens compostos entre os seus componentes doméstico e importado; bem como a decisão entre terra, trabalho e capital, que são os componentes do fator primário composto. Estas decisões são intermediadas por funções CES, guiadas por elasticidades de substituição particulares e pelos preços relativos dos bens e dos fatores produtivos.

Por fim, no último nível da árvore de decisão (nível 3), o fator trabalho, que é um composto entre os diversos tipos de trabalho possíveis, é desagregado nos seus componentes, ou seja, nos tipos específicos de trabalho, através de outra função CES, com base na elasticidade de substituição entre os diferentes tipos de trabalho, e preços relativos dos tipos de trabalho, ou seja, os salários relativos. A demanda por trabalho, desta forma, é originada desta estrutura complexa, e depende dos diversos parâmetros de substituição dos modelos.

² Este capítulo segue a estrutura lógica proposta por Boeters e Savard (2011) para a sistematização das diversas opções de modelagem dos mercados de trabalho em modelos CEG.

Figura 2

Árvore de decisão na produção (função de produção) em um modelo EGC



Elaboração do autor.

Naturalmente, o grau de desagregação do fator trabalho na demanda tem um limite superior que é dado pelas condições de oferta, ou seja, pela maneira como foram definidos os diferentes tipos de trabalho ofertados pelas famílias. É possível, contudo, que esses diferentes tipos de trabalho sejam tratados como agregados do ponto de vista de demanda, sob a hipótese de variações relativas constantes nos salários dos diversos tipos de trabalho.

3.1 A oferta e demanda de trabalho no caso de um agente representativo único

O agente representativo único é talvez a formulação mais comumente encontrada, do lado da oferta de trabalho, em modelos EGC. Esta foi, naturalmente, a primeira forma de representação no desenvolvimento histórico destes modelos, e representa a maneira mais geral de formulação nos modelos aplicados. Este é o caso, por exemplo, da formulação empregada em Dervis, Melo e Robinson (1982), um dos estudos pioneiros na área de modelos EGC.

No caso do agente representativo único, há no modelo apenas uma família (ou domicílio), que oferta no mercado apenas um tipo de trabalho. Neste caso, admite-se a existência de apenas um mercado de trabalho, que determina apenas um salário de equilíbrio, e que deve representar um índice de todos os salários da economia. Em termos da figura 2, não existiria o terceiro nível da árvore de decisão e, neste caso, as atividades produtivas deveriam decidir apenas entre a substituição de trabalho por terra e capital.

Esta formulação implica, naturalmente, a hipótese de que todos os salários da economia devem variar exatamente da mesma maneira frente a um choque de política, ou seja, a distribuição dos salários não se altera. Evita-se, neste caso, toda a complexidade associada aos mercados específicos, bem como às possibilidades de substituição entre diferentes tipos de

trabalho, uma vez que o terceiro nível de decisão necessitaria destes valores de substituição. A composição ocupacional do emprego em todos os setores da economia – ou seja, a participação relativa do emprego em cada setor –, portanto, também deve ser considerado como constante neste caso.

De acordo com Boeters e Savard (2012), a questão empírica central com esta formulação simplificada resume-se à sua calibração de forma consistente com elasticidades estimadas empiricamente.³ Mas quando se pretende uma análise mais detalhada dos fenômenos econômicos que se originam ao nível dos mercados de trabalho, esta formulação é claramente restritiva, pelas hipóteses implicadas. Não é possível se abordar com esta formulação, por exemplo, as questões associadas à oferta de trabalho que se processam na margem intensiva (aumento do número de horas ofertado por cada trabalhador) ou extensiva (entrada de novos trabalhadores nos mercados, ou a decisão de participar do mercado).

Deve-se notar, contudo, que é possível no contexto do agente representativo único a oferta de mais de um tipo de trabalho. Neste caso, o agente ofertante (a família ou domicílio únicos) pode ofertar mais de um tipo de trabalho, sendo a decisão determinada por uma função de transformação de um tipo de trabalho em outro. Isso é geralmente modelado por meio de uma função do tipo elasticidade de transformação constante (CET), que determina, através de preços relativos no mercado de trabalho (salários), a composição do emprego a ser ofertado.

Desta forma, a questão relevante a ser levantada, quanto à utilização deste tipo de agente econômico em um modelo EGC, é se é razoável, para o estudo a ser realizado, admitir que os salários relativos dos diferentes tipos de trabalho variam todos nas mesmas proporções. Apenas no caso de a resposta a esta pergunta ser negativa é que seriam requeridas outras formulações em termos dos agentes representativos no modelo.

3.2 A oferta e demanda de trabalho com diversos agentes (domicílios ou famílias) representativos

A formulação do agente representativo único pode ser ampliada para múltiplos agentes (famílias ou domicílios) representativos. A maneira de discriminar estas diferentes famílias vai depender do tipo de estudo em foco, ou do problema em análise. Uma formulação freqüente é a separação das famílias em dois tipos básicos, ofertando, por exemplo, trabalho qualificado ou não qualificado. Análises distributivas, por outro lado, exigirão a separação das famílias de acordo com suas classes de renda, enquanto análises relativas a gênero irão exigir a diferenciação das famílias de acordo com a sua composição (homens e mulheres). A definição dos tipos possíveis de famílias pode ser orientada por diversos tipos de critérios, dos quais os mais comuns são discutidos a seguir.

A análise dos agentes representativos em múltiplos tipos de trabalho, representando qualificação profissional, é talvez a formulação mais comum nesta literatura. De acordo com Boeters e Savard (2011), esta decisão está fundamentada na ampla literatura empírica que dá suporte aos diferenciais de salários entre qualificações distintas. Conceitualmente, é possível se fazer distinção entre grande número de qualificações, dependendo da disponibilidade de dados. Quanto maior

3 Os modelos EGC são modelos calibrados, ou seja, suas equações devem replicar o equilíbrio observado na economia em dado ano base. Desta forma, há um número muito grande de parâmetros em formas funcionais que devem ser calibrados a partir dos dados, ou de outros estudos da literatura. Para uma discussão mais detalhada sobre o método da calibração em modelos EGC, ver Ferreira Filho (2011).

a desagregação das qualificações, contudo, mais difícil se torna o problema de tratar das relações de substituição entre as qualificações nos mercados de trabalho. Ou seja, torna-se mais complexa a modelagem da demanda pelo fator que, no exemplo da figura 2, aconteceria no terceiro nível da árvore de decisão das firmas. Além disso, em modelos globais, que envolvem mais de um país, surge a questão da comparabilidade entre os diversos tipos de qualificações.

Uma forma similar de classificação dos agentes do ponto de vista da oferta de trabalho é a classificação por ocupação. Esta é uma classificação funcionalmente similar à anterior, mas, neste caso, ao invés de se ter classes de qualificação (trabalho qualificado, semiquualificado, ou sem qualificação etc.), tem-se a classificação por tipo de ocupação (engenheiros, advogados, operários etc.). Este tipo de qualificação pode ser utilizado com maior facilidade, caso haja dados de emprego setorial para a classificação ocupacional adotada. Seu uso evita a necessidade do estabelecimento de critérios para separar trabalho qualificado de semiquualificado ou não qualificado, por exemplo, o que deve ser definido pelo pesquisador.

Outra forma similar de classificação dos agentes múltiplos é mediante sua classificação setorial. Este tipo de classificação é feito em geral quando se admite que há baixa mobilidade intersetorial do trabalho. Enquadram-se nesta categoria os modelos que trazem a segmentação do mercado de trabalho entre os setores rural/urbano, por exemplo.⁴

Note-se que não é necessário, no caso de agentes múltiplos, que haja uma relação biunívoca entre cada família e cada tipo de trabalho. De fato, são possíveis formulações em que cada família oferte diversos tipos de trabalho, como nos estudos de Ferreira Filho e Horridge (2009, 2010, 2014). Para que essa formulação seja possível, é necessário que os modelos levem em conta o mapeamento entre cada ocupação e cada família. Isto permite recompor adequadamente a renda familiar após choques de política que alterem a distribuição do emprego entre as diversas categorias ocupacionais ou de qualificação. A disponibilidade de dados que permitam este mapeamento entre ocupações e famílias é crucial.⁵ Observe-se que a classificação por qualificações ou ocupações diferentes implica, também, classificações distintas em termos de renda, caso haja apenas um agente por domicílio. Isto não acontece de forma direta nos casos em que domicílios distintos ofertam diferentes tipos de trabalho, uma vez que, nesses casos, a classe de renda de cada domicílio não tem correspondência direta com um tipo de trabalho, mas com uma dada composição de diversos tipos.

O caso extremo de múltiplos agentes, do ponto de vista da oferta de trabalho nos modelos, é o caso de microsimulação. Neste caso, os agentes não são representados no modelo como um agregado, segundo algum critério, mas tratados individualmente a partir de microdados. A maior motivação para este tipo de classificação é, geralmente, a de realizar análises distributivas, quando os choques de políticas afetam os domicílios de maneira diferente, dependendo da sua faixa de renda, por exemplo, ou tipo de composição ocupacional dos seus ocupantes. Evitam-se, com isso, critérios arbitrários de classificação e agregação, o que confere maior flexibilidade à análise, mas ao custo de outro conjunto de problemas técnicos e conceituais que envolvem a resolução destes modelos, bem como a escolha de parâmetros nas funções individuais. Por exemplo, múltiplos agentes requerem estruturas múltiplas de demanda das famílias. Embora estas informações possam estar disponíveis em nível individual nos microdados de pesquisas de orçamentos familiares, o custo computacional de

4 Note-se que outras formas de classificação, baseadas em critérios de renda ou salário são também possíveis. Ver Boeters e Savard (2011) para um tratamento mais detalhado do assunto.

5 No Brasil, os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) permitem este mapeamento.

tratá-las de forma desagregada pode não ser compensador, se aquela estrutura de demanda não diferir substancialmente na amostra (Boeters e van Leuween, 2010).

Embora a incorporação de modelos de microssimulação aos modelos EGC seja extremamente importante para análises distributivas, não é utilizada para as análises de prospecção de demanda de trabalho, pelo que não será considerada em mais detalhes aqui.

4. REVISÃO DE LITERATURA: ESTUDOS SOBRE PROSPECÇÃO DO MERCADO DE TRABALHO UTILIZANDO MODELOS EGC

Embora os modelos EGC sejam hoje muito difundidos em várias áreas de pesquisa, sua utilização em estudos sobre projeções de demanda por trabalho é ainda algo limitada, como uma busca na literatura internacional indica. Isso, contudo, não deve ser atribuído às suas qualidades para este tipo de estudo, mas antes ao grau de dificuldade técnica envolvida nestas análises. Conforme discutido anteriormente, o grau de consistência interna requerida por estes modelos torna a sua resolução, quando utilizados com desagregação muito elevada tanto em termos de setores quanto de regiões ou qualificações profissionais, mais difícil, por razões operacionais e de disponibilidade de dados. Desta forma, estes modelos frequentemente têm sido utilizados em conjunto com outros modelos, que tomam suas previsões em nível mesoeconômico (dados por indústria e por região, por exemplo) e estendem a análise ao nível de qualificações ou ocupações, e até mesmo ao nível de características pessoais, como gênero ou raça. Esta seção busca apresentar os principais estudos disponíveis na literatura que têm como objetivo principal as projeções nos mercados de trabalho, e que se utilizam de modelos EGC no processo. Não serão incluídos, portanto, estudos que utilizem outros tipos de metodologias, bastante mais comuns na literatura.

Os primeiros estudos sistemáticos utilizando modelos EGC para análises prospectivas sobre o mercado de trabalho parecem ter origem na Austrália, principalmente com a utilização do modelo MONASH. Este é o caso do estudo realizado por Meagher, Adams e Horridge (2000), sobre projeções do mercado de trabalho para a Austrália. Neste estudo específico, o modelo MONASH, que é um modelo EGC dinâmico, é utilizado em conjunto com outro modelo específico para o mercado de trabalho. Desta forma, o modelo MONASH gera as projeções das variáveis macroeconômicas relevantes, inclusive aquelas relativas ao mercado de trabalho, como é o caso do emprego agregado da economia. A partir daí, a demanda por ocupações específicas é realizada através de um método *top-down*, ou seja, partindo-se dos resultados agregados, desagregam-se os resultados para as ocupações e regiões específicas utilizando-se parcelas de cada tipo de ocupação no agregado, em conjunto com outras hipóteses.

Desta forma, neste estudo as projeções acontecem em cinco etapas sucessivas: as projeções macroeconômicas a partir dos cenários (estágio 1), que são convertidas em projeções sobre crescimento da produção e emprego por indústria (estágio 2) em nível nacional. A seguir, as projeções nacionais são convertidas em projeções regionais (estágio 3), que são então convertidas em projeções a partir da indústria para uma base de ocupações (estágio 4). Finalmente, as projeções de emprego por ocupação em termos de pessoas são utilizadas para se calcular as projeções de emprego por trabalhadores, identificados por características como idade, sexo, qualificações etc. (estágio 5).

O modelo MONASH tem sido reconhecido como uma das mais sofisticadas metodologias para a projeção de demanda por trabalho, como pode ser visto no trabalho de Richardson e Tan (2007), que efetuaram um estudo sobre as possibilidades de previsões para o Vocational Education and Training (VET) System da Austrália. Os autores, contudo, enfatizam que as tendências de longo prazo das previsões tendem a ser mais consistentes do que as flutuações de curto prazo, bem como enfatizam a dificuldade da tarefa de efetuar previsões para alguns setores, em relação aos quais as previsões efetuadas falharam marcadamente. Nas suas conclusões, sugerem que os modelos de previsão devem ser usados para efetuar as

projeções em nível agregado, conjugando estas previsões com outras fontes. Além disso, recomendam que o horizonte temporal para as projeções seja de cinco anos.⁶

Projeções detalhadas da demanda por trabalho para a Nova Zelândia foram realizadas por Nana *et al.* (2009). O estudo utiliza um modelo EGC para realizar as projeções da demanda por emprego, a partir das projeções da evolução da economia do país, identificando os setores dinâmicos em relação à demanda por emprego. A demanda por emprego nas indústrias é decomposta na demanda por ocupações, em projeções realizadas para o ano de 2026. O estudo considera as cinco indústrias do país consideradas dinâmicas para o período, com o objetivo de orientar o sistema de treinamento vocacional do país.

O mesmo modelo descrito acima (e que é mantido por uma empresa de consultoria privada na Nova Zelândia, a BERL)⁷ foi utilizada pelo Department of Labour da Nova Zelândia (New Zealand Government, 2011), em um relatório sobre os desafios colocados pela demanda por qualificações profissionais no país, em uma análise prospectiva para o ano de 2019. O estudo faz distinção entre qualificações e ocupações, gerando um quadro detalhado da situação do mercado de trabalho na Nova Zelândia. Este estudo traz como um aspecto interessante a incorporação à análise dos fluxos migratórios da Nova Zelândia para a Austrália, país que exerce forte atração sobre o mercado de trabalho local.

A metodologia de análise descrita em Meagher, Adams e Horridge (2000) também foi utilizada por Ahokas, Honkatuki e Marttila (2010), em um estudo sobre a demanda prospectiva de trabalho na Finlândia. Neste estudo, os autores fazem uma análise histórica detalhada, utilizando o mesmo processo mencionado anteriormente, incluindo a modelo EGC utilizado, o modelo MONASH, adaptado para a Finlândia, e que recebeu o nome de VATTAGE.⁸ O cenário prospectivo foi analisado até o ano de 2025, incluindo as projeções locais para crescimento populacional.

Giesecke *et al.* (2011) utilizaram um modelo EGC para analisar uma decomposição das tendências do emprego no Vietnã até 2020, o modelo VNET. A projeção do emprego é realizada por indústria, ocupação e qualificação. Este estudo resultou da parceria com um instituto de pesquisas público do Vietnã, o Institute of Labor Science and Social Affairs, e tem a preocupação de decompor, no mercado de trabalho, o efeito de tendências projetadas nos componentes exógenos da economia, como aspectos estruturais, políticas públicas e o ambiente do setor externo. O modelo VNET é baseado em outro modelo da tradição australiana de modelagem, o ORANIG-G (Dixon *et al.*, 1982; Horridge, 2003). O VNET, contudo, possui extensões que não estão presentes no modelo original, e que se prestam às análises detalhadas sobre o mercado de trabalho. Em particular, este modelo possui equações que detalham o processo de substituição entre ocupações na oferta, guiado por preços relativos e elasticidades específicas.

O objetivo desse estudo foi gerar informação para o planejamento do sistema educacional do governo do Vietnã, uma vez que havia um diagnóstico de que o sistema de educação e treinamento do passado não havia sido bem alinhado com as exigências futuras dos mercados de trabalho, resultando em diferenças importantes entre a oferta e a demanda por trabalho para certas ocupações e qualificações. Por intermédio da decomposição das tendências nos seus fatores

6 Para avaliações relativas a previsões feitas por meio do modelo MONASH, ver as discussões em Hoeckel *et al.* (2008), Lewis (2008), Burns e Sanahan (2000), e Meagher e Pang (2011).

7 Para mais detalhes, ver <<http://berl.co.nz>>.

8 É tradicional na área de pesquisas que utiliza modelos EGC a atribuição de nomes a tais modelos.

causais, os autores conseguem discutir as tendências do emprego com base nos fatores que determinam os agregados macroeconômicos, como é o caso das tendências de acumulação de poupança no país. A apreciação cambial resultante prejudicaria os setores expostos ao comércio exterior, com o decorrente impacto sobre as ocupações e qualificações mais expostas ao setor externo da economia.

Para a economia brasileira, o único estudo a utilizar esta metodologia é o de Domingues e Souza (2013), que fazem uma análise prospectiva da demanda por engenheiros no Brasil. Neste trabalho, é utilizado um modelo EGC inter-regional com detalhamento em nível de microrregiões, com um agente representativo e um tipo de trabalho. A evolução da demanda de trabalho por indústria e setor de atividade é então decomposta em termos das ocupações (tipos de engenheiros), através de parcelas obtidas das informações da Relação Anual de Informações do Ministério do Trabalho e Emprego (Rais/MTE), sob a hipótese de que não há substituição entre os diversos tipos de engenheiros considerados. Desta forma, ao contrário do trabalho de Giesecke *et al.* (2011), neste estudo a demanda por cada tipo de engenheiro é sempre a coeficientes fixos. Isto é, a demanda por engenheiros de cada especialidade varia sempre na mesma proporção do emprego total de cada setor.

5. UM EXEMPLO DE PROSPECÇÃO UTILIZANDO O MODELO TERM-BR

Os modelos EGC têm sido utilizados em projeções de mercado de trabalho devido à sua grande capacidade de incorporar variáveis microeconômicas que têm influência sobre ele. Entre elas estão variáveis que descrevem mudanças em políticas públicas, no comércio exterior, bem como alterações estruturais na economia (Giesecke *et al.*, 2011). Como estas projeções geralmente buscam descrever evoluções temporais nos mercados de trabalho, são geralmente utilizados modelos dinâmicos para esta finalidade (por exemplo, Giesecke *et al.*, 2011; New Zealand Government, 2011).

A utilização de um modelo dinâmico geralmente exige algumas etapas mais ou menos complexas, mas em linhas gerais o procedimento é como se segue. Conforme descrito por Giesecke *et al.* (2011), um modelo EGC pode ser descrito implicitamente como $F(X) = 0$, onde F é um vetor de m funções diferenciáveis e X um vetor com n variáveis. Como normalmente o número de funções é menor que o número de variáveis, isto é, $n > m$, um número equivalente a $n - m$ variáveis deve ser determinado exogenamente. O vetor X inclui variáveis como preços, quantidades, emprego, rendas, salários, assim como alíquotas de impostos, coeficientes técnicos de produção e parâmetros de preferências dos consumidores.

As m equações de $F(X)$ representam a estrutura teórica do modelo, que é calibrado para reproduzir a solução inicial de um ano base. Nas projeções, calculam-se os desvios em relação à solução inicial para as m variáveis endógenas do modelo, dados os valores atribuídos pelo modelador às $n - m$ variáveis exógenas.⁹ A escolha dos diversos conjuntos possíveis de $n - m$ variáveis dá-se o nome de fechamento do modelo, uma escolha que tem papel central para os resultados obtidos, uma vez que é através desta escolha que se confere o caráter teórico particular ao modelo.¹⁰ Entre os possíveis conjuntos de variáveis, escolhas típicas para a projeção do modelo seriam os agregados macroeconômicos, como o produto interno bruto (PIB), o investimento e as exportações agregadas, por exemplo.

A fim de tornar o exemplo mais claro, vamos tomar o caso do PIB. Esta variável é tipicamente uma variável endógena em um modelo EGC, ou seja, é determinada pelas equações do modelo, a partir de outras variáveis exógenas. Em uma simulação que tenha objetivo prospectivo, como ocorre com as análises que projetam a evolução do mercado de trabalho, contudo, o que se faz é fornecer ao modelo informações sobre a evolução da economia, ou seja, projeções do PIB, que tipicamente são elaboradas por entidades especializadas, como os bancos centrais ou o Fundo Monetário Internacional (FMI). Para impor ao modelo estas trajetórias projetadas do PIB, é necessário se modificar o fechamento, tornando exógena esta variável que seria naturalmente endógena.

Para que isso possa ser feito mantendo o número de variáveis endógenas igual ao número de equações (o que torna a solução do modelo viável), é necessário que outra variável, anteriormente exógena, seja agora tornada endógena, ou seja, com o *status* trocado em relação ao PIB. Entre as várias opções possíveis está uma variável que represente a produtividade agregada dos fatores primários. Esta variável, portanto, assumirá o valor necessário para ratificar o valor do PIB imposto

9 Outros procedimentos mais complexos, como simulações históricas e de decomposição, são geralmente utilizadas, mas não serão aqui abordadas por delimitação do escopo deste capítulo. Maiores detalhes a este respeito podem ser encontrados em Giesecke *et al.* (2011) e Dixon e Rimmer (2009).

10 Para uma discussão mais detalhada a respeito da escolha do fechamento em modelos EGC ver Ferreira Filho (2011).

exogenamente ao modelo. O mesmo pode ser feito, *mutatis mutandis*, com as exportações agregadas, por exemplo, quando então a variável que se ajustaria endogenamente seria a posição das curvas de demanda por exportações.

Desta forma, ao se projetar uma trajetória para a economia no futuro, as equações do modelo projetarão, através das funções de produção setoriais, a demanda por trabalho em cada setor, desagregadas da forma discutida anteriormente. Percebe-se, assim, que as projeções da demanda por trabalho serão tanto melhores quanto mais informados forem os cenários projetados para as economias. Projetar estes cenários, contudo, é uma tarefa complexa, que requer um grande esforço de análise de dados passados, de forma a se calcular consistentemente os padrões de evolução das principais variáveis.

A seguir, será apresentado um exemplo de aplicação para a economia brasileira. Este exemplo é ilustrativo, embora tenha sido elaborado a partir de um modelo EGC completo da economia brasileira, o TERM-BR. Este modelo tem sido utilizado em diversos estudos para o Brasil (Ferreira Filho e Horridge, 2009, 2010, 2014), e possui as seguintes características particulares:

- é um modelo EGC dinâmico e inter-regional da economia brasileira, que distingue 27 regiões distintas;
- o modelo possui 110 atividades produtivas e 110 produtos; e
- no modelo há dez tipos diferentes de famílias, classificadas por faixas de renda, e que ofertam dez tipos diferentes de trabalho, classificados por faixa de salário, como proxy, para qualificação profissional.

O modelo é calibrado com dados da economia brasileira para o ano de 2005. Para as simulações prospectivas realiza-se inicialmente uma simulação histórica,¹¹ na qual se impõem ao modelo os valores observados para os agregados macroeconômicos até o ano de 2012, e a partir daí são realizadas simulações prospectivas até o ano de 2020.

Depois do período histórico – ou seja, quando os valores das variáveis macroeconômicas da economia são conhecidos –, o cenário futuro projetado foi bastante simples, e implica uma elevação do PIB real da ordem de 3,5% ao ano (a.a.), até o ano de 2020. Não são projetados valores específicos para os agregados macroeconômicos, nem para variáveis setoriais específicas, dado o caráter ilustrativo da simulação. Do ponto de vista do mercado de trabalho, as características elencadas a seguir são também importantes.

- Existe uma função oferta de trabalho em nível nacional, guiada pela evolução do salário real da economia. Esta oferta nacional é resultante da agregação das ofertas regionais.
- O fator trabalho é móvel entre regiões, guiado pelas variações regionais do salário real. As diferenças inter-regionais de salários são mantidas nas simulações.
- O salário real nacional varia endogenamente.

11 Para mais detalhes a respeito de simulações históricas, bem como outros tipos de simulações, ver Dixon *et al.* (2009).

Desta forma, o modelo determina endogenamente as variáveis macroeconômicas resultantes da projeção, cujos resultados podem ser vistos na tabela 1.

TABELA 1

Variação em alguns agregados macroeconômicos projetados na linha de base do modelo

(Em %)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Consumo real	4,2	4,0	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5
Investimento real	1,6	2,2	2,7	2,9	3,1	3,1	3,2	3,2
Consumo do governo (real)	4,2	3,9	3,8	3,7	3,6	3,6	3,5	3,5
Exportações (volume)	2,4	2,5	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2	3,2
Importações (volume)	2,8	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7	2,8
PIB real	3,7	3,6	3,6	3,6	3,5	3,5	3,5	3,5
Emprego agregado	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Salário real	2,4	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1

Fonte: resultados do modelo.

O resultado para o emprego agregado é proveniente dos resultados em termos de emprego por indústria,¹² que podem ser vistos na tabela 2. Estes valores podem ser explicados com base nas equações estruturais, na base de dados inicial e nos parâmetros do modelo EGC.

Tabela 2

Variação no emprego por indústria resultante da projeção da economia na linha de base

(Em %)

Emprego por indústria	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1 Arroz em casca	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1
2 Milho em grão	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
3 Trigo e outros cereais	-2,0	-1,8	-1,5	-1,0	-0,4	0,5	1,4	2,2
4 Cana-de-açúcar	1,9	1,7	1,5	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5
5 Soja em grão	0,3	0,3	0,5	0,7	1,0	1,2	1,4	1,5
6 Outros prod. e serv. lavoura	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
7 Mandioca	1,8	1,7	1,6	1,5	1,5	1,4	1,4	1,4
8 Fumo em folha	1,3	1,3	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0
9 Algodão herbáceo	1,5	1,5	1,6	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5

12 De fato, este modelo possui ainda a dimensão inter-regional, à qual não se faz menção neste trabalho por uma questão da delimitação dos objetivos.

Emprego por indústria	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
10 Frutas cítricas	1,1	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0
11 Café em grão	-1,0	-0,8	-0,5	-0,2	0,2	0,5	0,7	0,9
12 Exploração flor. e Silvicultura	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,8
13 Bovinos e outros animais	1,1	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
14 Leite de vaca e outros	1,4	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1,1	1,1
15 Suínos, aves, ovos, pesca	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1
16 Mineração	0,4	1,0	1,6	2,0	2,2	2,3	2,3	2,2
17 Carnes	0,1	0,3	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
18 Óleos	-0,5	0,2	0,6	0,8	0,9	0,9	0,8	0,7
19 Laticínios	-0,4	0,0	0,3	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7
20 Arroz beneficiado	-1,2	-1,0	-0,7	-0,5	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1
21 Açúcar refinado	-0,6	0,3	0,8	1,0	1,2	1,1	1,0	0,8
22 Café processado	-0,4	-0,3	-0,2	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2
23 Outros produtos alimentícios	0,3	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
24 Têxteis, vestuária, calçados	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3
25 Celulose, papel, gráfica	0,5	1,1	1,5	1,7	1,7	1,7	1,6	1,4
26 Gasolina	3,0	4,3	4,3	3,6	2,4	1,0	-0,2	-0,8
27 Gasolina e álcool	7,4	8,1	6,3	3,3	0,4	-1,3	-1,4	-0,5
28 Álcool	0,3	0,8	1,3	1,6	1,7	1,8	1,7	1,5
29 Óleo combust. e gás	4,4	5,1	4,4	2,8	0,9	-0,5	-1,0	-0,8
30 Petroquímica	0,3	2,0	2,7	2,8	2,4	1,7	1,0	0,5
31 Outras manufaturas	-0,5	0,4	1,1	1,6	1,9	1,9	1,8	1,7
32 Automóveis, caminhões e ônibus	2,4	2,4	2,3	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1
33 Metalúrgicos	1,0	1,4	1,6	1,7	1,6	1,5	1,3	1,2

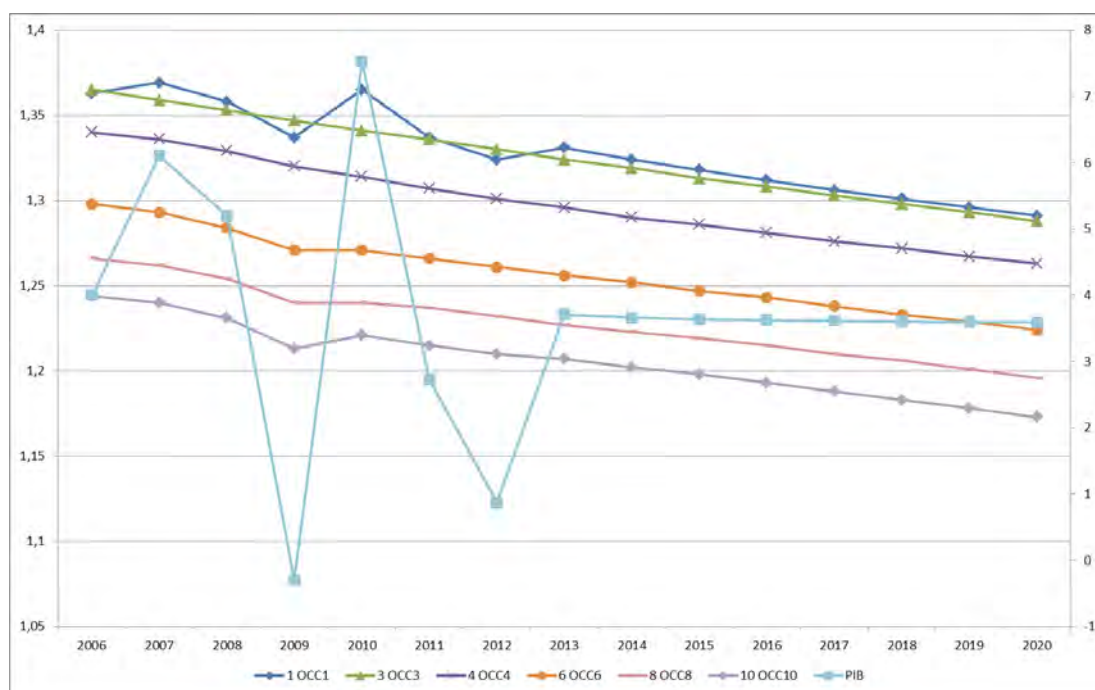
Emprego por indústria	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
34 Comércio	0,9	1,0	1,1	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
35 Transporte	1,9	2,0	2,0	2,1	2,0	2,0	1,9	1,8
36 Serviços	1,5	1,3	1,2	1,1	1,0	1,0	1,0	1,1

Fonte: resultados do modelo.

Finalmente, os resultados acima são ainda agregações dos resultados da demanda por trabalho, por tipo de trabalho, em cada indústria. Estes resultados podem ser vistos no gráfico 1, no qual é apresentada a evolução da demanda por trabalho, por classe de salário, bem como a evolução projetada do PIB no modelo. Segundo a terminologia dos modelos EGC dinâmicos, o gráfico ilustra a trajetória das variáveis, para o período prospectivo, na linha de base da economia, ou seja, no cenário *business as usual*, ou tendencial.

GRÁFICO 1

Projeções da demanda por trabalho no Brasil, por faixa de salário (2013-2020)



Elaboração do autor.

No gráfico 1, são apresentadas apenas cinco das dez classes de salário do modelo, por facilidade de exposição, sendo OCC1 a classe de salário mais baixa, e OCC10 a mais elevada. Alguns aspectos do gráfico podem ser destacados. Em primeiro lugar, verifica-se a importância do período "histórico" da simulação (2005 até 2012), em que a evolução observada do PIB foi imposta ao modelo. Como se pode ver, sob as hipóteses utilizadas verifica-se que a demanda por trabalho do tipo OCC1 (o de menor salário da economia) tem elevada correlação com a variação do PIB. Esta correlação, de fato, é dada pelo componente *consumo das famílias*, cuja evolução não é apresentada no gráfico. O consumo das famílias é concentrado,

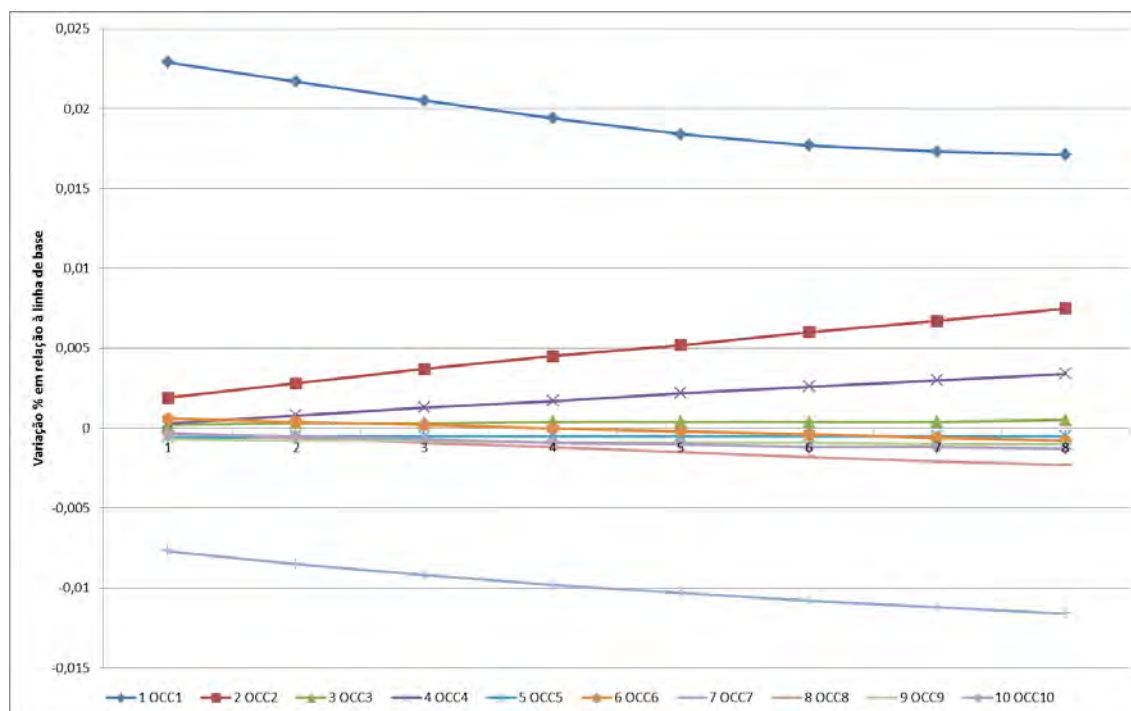
em termos das categorias do modelo, em produtos alimentícios e serviços, produzidos pelos setores respectivos, e que são setores com multiplicadores¹³ elevados para o tipo de trabalho menos qualificado.

Após o período histórico, em que o PIB é projetado para crescer a taxas aproximadas de 3,5% a.a., verifica-se que a demanda por trabalho pouco qualificado ainda assim cresce mais depressa do que a demanda por trabalho qualificado, em grande medida como parte das características estruturais da economia brasileira no ano base. Note-se que, neste exemplo simplificado, nenhuma mudança estrutural da economia foi projetada na linha de base, o que seria essencial em uma análise mais detalhada.¹⁴

Naturalmente, as projeções dependem fundamentalmente do cenário antevisto para o futuro da economia. Admita-se, por exemplo, que o cenário futuro incluísse a hipótese de que a produtividade do trabalho nos setores produtivos da agricultura iria crescer acima do estabelecido na linha de base da economia. Isso poderia acontecer, por exemplo, devido a políticas de treinamento específicas para o setor, ou ainda devido a um programa de financiamento de bens de capital para o setor que elevasse a produtividade do trabalho nas atividades agrícolas. Isso alteraria o resultado para a demanda por trabalho, como pode ser visto no gráfico 2. Para a elaboração deste gráfico, incorporou-se aos resultados anteriores um crescimento de 1,5% a.a. na produtividade do trabalho nos setores de produção da agropecuária.

GRÁFICO 2

Desvio da linha de base causada pelo aumento da produtividade do trabalho na agricultura



Elaboração do autor.

13 O termo "multiplicador" aqui é utilizado apenas como ilustração, e não no sentido usual das análises de insumo-produto, que se referem aos multiplicadores de preços fixos.

14 Para um excelente exemplo de como isso pode ser feito, ver Giesecke et al. (2011).

As linhas do gráfico 2 representam desvios percentuais em relação aos valores vistos no gráfico 1 causados pela hipótese de aumento na produtividade do trabalho nas atividades produtivas da agricultura. Como se pode ver pela leitura do gráfico 2, agora, enquanto a demanda pelo trabalho do tipo OCC1 cairia em termos agregados (em relação à linha de base mostrada no gráfico 1), as demandas por trabalho dos tipos OCC2 e OCC4 iriam aumentar, sempre em relação à linha de base discutida anteriormente. Isso acontece porque os ganhos de produtividade do trabalho na agricultura são parcialmente repassados para frente no sistema de comercialização, estimulando setores a jusante que são mais intensivos em outros tipos de trabalho, como os classificados como OCC2 e OCC4, que se expandem e geram o resultado apresentado.

Os resultados acima são ilustrativos de como funcionam as projeções para o mercado de trabalho em um modelo EGC. O interesse nas projeções, contudo, geralmente não se limita às projeções por tipo de emprego por indústria, mas estendem-se ao nível das qualificações e ocupações. O modelo utilizado por Giesecke *et al.* (2011), por exemplo, distingue 113 indústrias, seis tipos de qualificações (Sem qualificação, Qualificação de curta duração, Qualificação de longa duração, Ensino profissionalizante, Segundo grau e Ensino universitário), e 26 ocupações (Operadores de máquinas, Trabalhadores em vendas etc.). De fato, a dificuldade em se estender os modelos para esta maior desagregação dos mercados de trabalho reside mais em se conhecer os parâmetros relativos à evolução da oferta de cada ocupação no tempo do que na desagregação dos tipos de trabalho propriamente dita.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os modelos EGC podem ser muito úteis em análises prospectivas sobre a demanda por trabalho nas economias. Sua principal virtude neste campo está no fato de ser necessário, em sua estrutura, explicitar todas as hipóteses a serem utilizadas, como é o caso das equações estruturais e formas funcionais dos modelos. Os desenvolvimentos computacionais recentes tornam possível a solução de modelos muito grandes, com um nível elevado de desagregação do mercado de trabalho, em termos de empregos por setor de atividade, qualificações e ocupações, entre outros atributos.

A utilização deste tipo de modelos, contudo, não é isenta de dificuldades. Os modelos EGC são extremamente demandantes em relação aos dados, o que pode eventualmente elevar bastante o custo de sua elaboração e operacionalização, quanto ao tempo e à *expertise* envolvidos. Além disso, quanto maior o grau de detalhamento pretendido, maior será a exigência no que concerne aos parâmetros a serem utilizados, como, por exemplo, elasticidades de substituição entre qualificações, por indústria, informações que geralmente não estão prontamente disponíveis. Os benefícios decorrentes da sua utilização, entretanto, podem compensar grandemente o esforço a ser desenvolvido.

REFERÊNCIAS

- AHOKAS, J.; HONKATUKI, J.; MARTTILA, K. Forecasting demand for labour and skill with and AGE-model in Finland. GTAP Resource 3328, Government Institute for Economic Research, 2010.
- BOETERS, S.; SAVARD, L. The labor market in CGE Models. CPB Discussion Paper 201. CPB Netherlands Bureau for Economic Policy Analysis. 2011.
- BOETERS, S.; VAN LEUWEEN, N. A labor market extension for World Scan: modeling labor supply, wage bargaining and unemployment in a CGE framework. CPB document, 201, 2010.
- BURNS, M.; SHANAHAN, M. Labour market models and their use in projecting vocational education and training requirements. Adelaide: NCVR, 2000.
- CAMPANARIO, M.A. Tecnologia, inovação e sociedade. Organización de Estados Iberoamericanos. Sala de Lectura CTS+I. 2002. Disponível em: <<http://www.oei.es/salactsi/milton.htm>>.
- DERVIS, K; MELO, J; ROBINSON, S. General equilibrium models for development policy. Cambridge University Press, 1982.
- DIXON, P. B. et al. ORANI: a multisectoral model of the Australian economy. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1982.
- DIXON, B.P; RIMER, M. T. Forecasting with a CGE model: does it work? Centre of Policy Studies. Monash University, May 2009. (General Paper G-197).
- DOMINGUES, E; SOUZA, K. B. Mapeamento e projeção da demanda futura por engenheiros por especialidade, setor industrial e regiões. In: XI ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS E URBANOS – ENABER, Foz do Iguaçu, 2013.
- FERREIRA FILHO, J.B.S. Introdução aos modelos aplicados de equilíbrio geral: conceitos, teoria e aplicações. In: Cruz, B.C. et al. Economia regional e urbana: teorias e métodos com ênfase no Brasil. Brasília: Ipea, 2011.
- FERREIRA FILHO, J. B. S.; HORRIDGE, J. M. The world increase in ethanol demand and poverty in Brazil. In: PROCEEDINGS OF THE 12TH ANNUAL CONFERENCE ON GLOBAL TRADE ANALYSIS, Santiago, 2009.
- _____. Climate change impacts on agriculture and internal migrations in Brazil. In: PROCEEDINGS OF THE 13TH ANNUAL CONFERENCE ON GLOBAL TRADE ANALYSIS, Penang, Malaysia, 2010.
- _____. Ethanol expansion and indirect land use change in Brazil. Land Use Policy, 36 (2014), p. 595-604, 2014.
- GIESECKE, J. et al. Growth and change in the Vietnamese labour market: a decomposition and forecast trends in employment over 2010-2020. Centre of Policy Studies. Monash University, 2011. (General Paper G-216).
- GINSBURG, V.; ROBINSON, S. Equilibrium and prices in multisector models. In: SYRQUIN, M.; TAYLOR, L.; WESTPHAL, L. E. (Eds.). Economic structure and performance. New York: Academic, 1984.

HOECKEL, K. et al. Learning for jobs, Australia: OECD reviews of vocational education and training. Paris: OECD, 2008.

HORRIDGE, J. M. ORANI-G. A generic single-country computable general equilibrium model. Training document prepared for the Practical GE Modelling Course, June 23-27, 2003, Centre of Policy Studies, Monash University, Melbourne. 2003.

LEWIS, P. The labour market, skills demand and skills formation. Canberra: Academy of Social Sciences in Australia, 2008.

MEAGHER, G. A.; ADAMS, P. D.; HORRIDGE, J. M. Applied general equilibrium modelling and labour market forecasting. Centre or Policy Studies, Monash University, Dec. 2000. (Preliminary Working Paper n. IP-76).

MEAGHER, G. A.; PANG, F. Assessing the reliability of labour market forecasts. In: WARWICK INTERNATIONAL SYMPOSIUM OF EMPLOYMENT AND SKILLS FORECASTING, University of Warwick, 2011.

NANA, G. et al. Projections for a skilled and productive: New Zealand. Berl economics. Report to the Industry Training Federation, 2009.

NEW ZEALAND GOVERNMENT. Department of Labour. Skills Challenge Report. New Zealand's skills challenges over the next 10 years. Labour Market Information. 2011.

RICHARDSON, S.; TAN, Y. Forecasting future demands: what we can and cannot know. National Institute of Labour Studies. Flinders University, 2007.

