PRODUTIVIDADE NO BRASIL
DESEMPENHO E DETERMINANTES
Volume 2 – Determinantes

Organizadores
Fernanda De Negri e Luiz Ricardo Cavalcante

Autores
Alexandre Messa, Alfredo Eric Romminger, Bruno Auricchio Ledo, Bruno César Araújo, Calebe de Oliveira Figueiredo, Carlos Alvares da Silva Campos Neto, Carlos Azzoni, Carlos Pinkusfeld Bastos, Célio Hiratuka, Daniela Schettini, Danilo Coelho, Douglas A. Alencar, Eduardo Costa Pinto, Eduardo Pontual Ribeiro, Fernanda De Negri, Gílson Geraldino Silva Jr., Gustavo Britto, Ivette Luna, Jorge Arbache, José Maria da Silveira, Julia Paranhos, Júnia Cristina Peres R. da Conceição, Lia Hasenclever, Luis Claudio Kubota, Luiz A. Esteves, Luiz Ricardo Cavalcante, Manuel Ramón Souza Luz, Mario Sergio Salerno, Nahuel Guaita, Paulo de Andrade Jacinto, Paulo Sérgio Fracalanza, Pedro V. Amaral, Ricardo Bielschowsky, Rogério Boueri Miranda, Sergio Kannebley Júnior, Silvio Guaita e Victor Gomes

ipea

ABDI
Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

PRODUTIVIDADE NO BRASIL
DESEMPENHO E DETERMINANTES

Volume 2 – Determinantes

Governo Federal

Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
Ministro Armando Monteiro

ABDI
Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

Presidente
Alessandro Teixeira

Diretora de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação
Maria Luisa Campos Machado Leal

Diretor de Desenvolvimento Produtivo
Miguel Antônio Cedraz Nery

Chefe de Gabinete
Charles Capella de Abreu

Coordenador de Inteligência
Rogério Dias de Araújo

Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República
Ministro Roberto Mangabeira Unger

ipea **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**

Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea 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.

Presidente do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
Jessé José Freire de Souza

Diretor de Desenvolvimento Institucional
Alexandre dos Santos Cunha

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia
Roberto Dutra Torres Junior

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
Cláudio Hamilton Matos dos Santos

Diretor de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
Marco Aurélio Costa

Diretora de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura
Fernanda De Negri

Diretor de Estudos e Políticas Sociais
André Bojikian Calixtre

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais
Brand Arenari

Chefe de Gabinete
José Eduardo Elias Romão

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação
João Cláudio Garcia Rodrigues Lima

Ouvidoria: http://www.ipea.gov.br/ouvidoria
URL: http://www.ipea.gov.br

PRODUTIVIDADE NO BRASIL
DESEMPENHO E DETERMINANTES

Volume 2 – Determinantes

Organizadores
Fernanda De Negri
Luiz Ricardo Cavalcante

ipea ABDI
Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

Brasília, 2015

© Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (**ABDI**) – 2015
© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (**Ipea**) – 2015

Supervisão

Rogério Dias de Araújo
Coordenador de Inteligência

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)

Equipe Técnica

Evaristo Nunes de Andrade Júnior
Raphael Lennie Fernandes Ribeiro
Ricardo Luiz Chagas Amorim
Talita Daher
Victoria Echeverria
Especialistas

Coordenador Geral

Rogério Dias de Araújo
Coordenador de Inteligência

Coordenação de Comunicação

Bruna de Castro
Coordenadora de Comunicação

Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)

Organizadores

Fernanda De Negri
Luiz Ricardo Cavalcante

Análise Estatística

Glaucia Ferreira
Leandro Justino Pereira Veloso
Estatísticos

Produtividade no Brasil : desempenho e determinantes / organizadores: Fernanda De Negri, Luiz Ricardo Cavalcante. – Brasília : ABDI : IPEA, 2015.
563 p. : gráfs., mapas color.

Inclui Bibliografia.
Conteúdo: Volume 2. Determinantes
ISBN: 978-85-7811-253-0

1. Produtividade do Trabalho. 2. Produtividade Industrial. 3. Indústria de Transformação. 4. Mercado Internacional. 5. Investimentos. 6. Inovações Tecnológicas. 7. Crescimento Econômico. 8. Brasil. I. De Negri, Fernanda. II. Cavalcante, Luiz Ricardo. III. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial.IV. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 338.981

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada 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.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO **9**

AGRADECIMENTOS **11**

INTRODUÇÃO **13**

CAPÍTULO 1

DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA BRASILEIRA 23
Alexandre Messa

CAPÍTULO 2

P&D, INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA BRASILEIRA 43
Luiz Ricardo Cavalcante, Paulo de Andrade Jacinto e Fernanda De Negri

CAPÍTULO 3

ECONOMIAS DE ESCALA, ECONOMIAS DE ESCOPO E EFICIÊNCIA PRODUTIVA NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE TRANSFORMAÇÃO 69
Luiz A. Esteves

CAPÍTULO 4

PADRÕES TECNOLÓGICOS E APRENDIZADO DE EXPORTAÇÃO: O CASO DAS FIRMAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS, 2006-2008 119
Bruno César Araújo e Mario Sergio Salerno

CAPÍTULO 5

EFEITOS DE APRENDIZADO DE EXPORTAÇÃO: DIFERENÇAS QUANTO À PERMANÊNCIA, DESTINOS DE EXPORTAÇÃO, TAMANHO E INTENSIDADE TECNOLÓGICA 151
Bruno César Araújo

CAPÍTULO 6

O IMPACTO DA ADOÇÃO DE ERP NA PRODUTIVIDADE DAS FIRMAS INDUSTRIAIS NO BRASIL 171
Danilo Coelho, Luis Claudio Kubota e Calebe de Oliveira Figueiredo

CAPÍTULO 7

IMPACTO DOS INVESTIMENTOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DAS FIRMAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS 187
Alexandre Messa

CAPÍTULO 8

RENTABILIDADE, INVESTIMENTO E PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA: 2000-2009.....209
Carlos Pinkusfeld Bastos, Ricardo Bielschowsky, Eduardo Costa Pinto, Nahuel Guaita e Silvio Guaita

CAPÍTULO 9

PRODUTIVIDADE NAS EMPRESAS: UMA ANÁLISE A PARTIR DA ESCOLARIDADE E DA DISPERSÃO DA PRODUTIVIDADE 255
Paulo de Andrade Jacinto

CAPÍTULO 10

PRODUTIVIDADE NO SETOR DE SERVIÇOS.....277
Jorge Arbache

CAPÍTULO 11

INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE NOS SETORES DE SERVIÇOS DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO.....301
Sergio Kannebley Júnior e Bruno Auricchio Ledo

CAPÍTULO 12

PRODUTIVIDADE, INOVAÇÃO E PODER DE MERCADO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE TRANSFORMAÇÃO.....331
Gílson Geraldino Silva Jr., José Maria da Silveira, Julia Paranhos, Lia Hasenclever e Rogério Boueri Miranda

CAPÍTULO 13

IMPACTO DA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES SOBRE O DESENVOLVIMENTO E A PRODUTIVIDADE NO BRASIL.....361
Carlos Alvares da Silva Campos Neto, Júnia Cristina Peres R. da Conceição e Alfredo Eric Romminger

CAPÍTULO 14

DETERMINANTES REGIONAIS DA PRODUTIVIDADE INDUSTRIAL: O PAPEL DA INFRAESTRUTURA.....391
Daniela Schettini e Carlos Azzoni

CAPÍTULO 15

PRODUTIVIDADE INDUSTRIAL NAS MICRORREGIÕES BRASILEIRAS (1996-2011) 415
Gustavo Britto, Pedro V. Amaral e Douglas A. Alencar

CAPÍTULO 16

AMBIENTE DE NEGÓCIOS, INVESTIMENTOS E PRODUTIVIDADE.....441
Luiz Ricardo Cavalcante

CAPÍTULO 17

PRODUTIVIDADE E COMPETIÇÃO NO MERCADO DE PRODUTOS: UMA VISÃO GERAL DA MANUFATURA NO BRASIL 459
Victor Gomes e Eduardo Pontual Ribeiro

CAPÍTULO 18

DECOMPOSIÇÃO DA EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA E NOS SERVIÇOS NO BRASIL NO PERÍODO RECENTE A PARTIR DE UMA ÓTICA EVOLUCIONÁRIA.....495
Ivette Luna, Célio Hiratuka, Paulo Sérgio Fracalanza e Manuel Ramón Souza Luz

CAPÍTULO 19

CONSENSOS E DISSENSOS SOBRE A EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE NA ECONOMIA BRASILEIRA.....541
Luiz Ricardo Cavalcante e Fernanda De Negri

APRESENTAÇÃO

No final de 2012, a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) começaram a discutir a necessidade de elaborar estudos mais aprofundados sobre a produtividade brasileira, sua evolução e seus fatores determinantes.

Nesse momento, vários economistas já apontavam que os indicadores de produtividade tinham reduzido sua velocidade de expansão e que a retomada do crescimento econômico dependeria, cada vez mais, da evolução dessa variável. No governo brasileiro, por sua vez, ganhou força o entendimento de que a manutenção e o aprofundamento das conquistas sociais obtidas na década anterior, além de serem cruciais, dependeriam de maiores ganhos de eficiência e produtividade. O aumento da produtividade não seria, por suposto, um fim em si mesmo, mas o mecanismo primordial para garantir maior renda e mais qualidade de vida para a população.

A percepção da importância do tema foi se cristalizando ao longo do tempo, assim como a de que não bastava analisar o comportamento dessa variável. Mais do que elaborar um diagnóstico a respeito da evolução da produtividade, seria necessário avançar na identificação das causas de seu baixo crescimento. Além disso, seria preciso buscar as causas mais profundas e estruturais da baixa produtividade brasileira, cujo desempenho no país preocupa os economistas há mais de 30 anos. Sabemos que, apenas a partir da identificação mais precisa das causas que afetam a evolução dessa variável no curto e no longo prazo, será possível formular políticas públicas voltadas ao aumento da produtividade.

Para a realização deste trabalho foram convidados dezenas de pesquisadores do Ipea e de algumas das mais renomadas universidades e instituições de pesquisa do país. A riqueza presente na diversidade de visões e de abordagens desses pesquisadores foi captada tanto nos artigos deste livro quanto nos debates realizados ao longo dos últimos anos. Essa diversidade contribui, de forma significativa, para uma melhor compreensão do fenômeno da produtividade no Brasil e para o entendimento de seus fatores determinantes. O primeiro volume fez um diagnóstico bastante amplo sobre a evolução e sobre a situação atual da produtividade no Brasil, em vários setores e em comparação com diversos países.

Este segundo volume encerra o diagnóstico sobre a produtividade, com foco nos principais fatores que explicam por que a produtividade tem crescido pouco nas últimas décadas. Esse refinamento tornará possível elaborar políticas públicas focalizadas na resolução desses problemas.

Jessé Souza

Presidente do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea)

Alessandro Teixeira

Presidente da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)

AGRADECIMENTOS

Muitas foram as pessoas e instituições que colaboraram de forma significativa para que os dois volumes que compõem este livro se tornassem realidade. A parceria entre a Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), que já tem uma longa história, mais uma vez mostrou sua capacidade de articular a diversidade existente no debate econômico brasileiro a fim de discutir temas complexos como o da produtividade.

Este livro não seria possível sem as informações de alta qualidade produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e sem o acesso, em sua sala de sigilo, aos microdados dessas pesquisas. De fato, grande parte dos artigos deste livro (e uma parte significativa da pesquisa econômica brasileira) se beneficia da política de acesso não identificado aos microdados das pesquisas produzidas pelo órgão.

Não poderíamos deixar de agradecer, ainda, a todos os autores envolvidos diretamente na elaboração deste livro. Também gostaríamos de mencionar os pesquisadores que participaram de debates e *workshops* realizados durante o período em que os trabalhos foram desenvolvidos. A contribuição dessas pessoas foi fundamental para elevar a qualidade do material produzido e eliminar os equívocos iniciais presentes em qualquer projeto de grande porte como este. Assumindo o risco de deixar de mencionar pessoas importantes, nossos mais sinceros agradecimentos a David Kupfer; Esther Dweck; Glauco Arbix; Marcelo Cortes Neri; Mariano Laplane; Mauro Borges Lemos; Pedro Cavalcanti Ferreira; Ricardo Paes de Barros; Sergei Soares; Wasmália Bivar e Werner Baer.

A equipe de estatística do Ipea foi fundamental para dar suporte à elaboração de vários capítulos deste livro. Nossos agradecimentos especiais a Glaucia Ferreira e a Leandro Justino Pereira Veloso. A equipe da ABDI envolvida no projeto foi crucial no debate dos temas relevantes, bem como em todo o processo de coordenação institucional do projeto. Por meio de Rogério Dias de Araújo, agradecemos a toda essa equipe. Por fim, à equipe Editorial do Ipea, liderada por Claudio Passos de Oliveira, nosso sincero muito obrigado.

INTRODUÇÃO

A produtividade é um dos elementos fundamentais para a retomada do ciclo de crescimento e inclusão social que marcou a economia brasileira nos primeiros anos da década de 2000. Foi com base nessa percepção que o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) iniciaram, em 2012, um amplo projeto de pesquisa sobre a evolução e os determinantes da produtividade na economia brasileira.

O primeiro volume desta obra evidenciou, sob várias perspectivas e a partir de diversos indicadores, uma situação preocupante. A produtividade no Brasil, além de não ter crescido substantivamente desde o final da década de 1970, é muito inferior à dos países desenvolvidos e à de vários outros países em desenvolvimento. Ademais, o baixo crescimento da produtividade nas últimas décadas fez com que o Brasil se distanciasse dos países mais produtivos e ficasse atrás de países que, até há algum tempo, estavam em posição inferior à nossa.

Os diferentes indicadores de produtividade utilizados naquele volume não deixam dúvida sobre esses resultados. Foram analisados desde indicadores de produtividade total dos fatores até os de produtividade do trabalho, nos quais se utilizaram diversas variáveis no numerador (valor adicionado, produção física, receita) e no denominador (pessoal ocupado e horas trabalhadas, por exemplo). Também foram usadas diferentes metodologias para a estimação desses indicadores, e todos eles apontam para a mesma direção: a urgente necessidade de se ampliar a produtividade da economia brasileira.

Também ficou evidente, a partir desses indicadores, que o problema de produtividade da economia brasileira é horizontal e generalizado. Embora a estrutura produtiva seja uma variável crucial e sua transformação seja parte inerente do processo de desenvolvimento, não é esse o principal limitante da produtividade brasileira, tampouco fator relevante para explicar sua evolução no período recente. O primeiro volume mostrou que, mesmo que tivéssemos a estrutura produtiva de alguns países desenvolvidos, nossos níveis de produtividade cresceriam muito pouco em relação à distância que nos separa desses países. Todavia, se nossas empresas tivessem o nível de produtividade das empresas dos países centrais, mesmo com a estrutura produtiva brasileira atual, teríamos crescimento significativo em nossos indicadores de produtividade.

Esse diagnóstico mostra que a explicação da baixa produtividade da economia brasileira está mais relacionada a fatores empresariais e sistêmicos do que à distribuição setorial da produção. Nesse sentido, ambiente de negócios, infraestrutura, tecnologia, concorrência, qualificação da mão de obra, entre outros, adquirem maior relevância como fatores explicativos da produtividade no Brasil. Ganha relevo, a partir desse diagnóstico, a necessidade de analisar a produtividade do ponto de

vista microeconômico, ou seja, a partir do comportamento da firma individual. Essa abordagem é, provavelmente, a mais promissora quando o desafio deixa de ser apenas medir e documentar a produtividade, e passa a ser também descobrir os determinantes de seu crescimento.

Identificar os fatores que explicam as diferenças de produtividade entre firmas ou seu crescimento, ou, ainda, analisar como a dinâmica das firmas do mercado afeta a evolução da produtividade agregada, pode contribuir decisivamente para identificar os principais gargalos ao crescimento desse indicador no Brasil. Esse é o foco deste volume. Nele encontram-se artigos que analisam como determinadas características das empresas explicam as diferenças de produtividade entre elas ou seu crescimento ao longo do tempo. Entre essas características estão inovação, escolaridade da mão de obra, escala, utilização de tecnologias da informação e comunicação (TIC), investimento e inserção nos mercados internacionais. Também é possível encontrar uma série de artigos que analisam como determinados fatores sistêmicos afetam a produtividade das empresas. Entre esses fatores estão, principalmente, a infraestrutura, o ambiente de negócios e a concorrência.

No capítulo 1, Alexandre Messa investiga, no âmbito da indústria de transformação, os determinantes do comportamento da produtividade do trabalho no período compreendido entre 2002 e 2010. O autor mostra que, ao longo desse período, a indústria de transformação apresentou uma queda em sua produtividade do trabalho equivalente a 1,68% ao ano. Buscando identificar as razões para essa trajetória, Messa decompõe a variação da produtividade em quatro fatores (a eficiência com que a firma combina capital e trabalho para gerar produto, a relação capital-trabalho, a escala de produção e um termo cruzado entre os três outros fatores). Messa mostra que a queda na relação capital-trabalho da indústria se destacou entre esses fatores, tendo sido responsável por mais de 70% da redução da produtividade no período. O autor destaca que essa conclusão não é surpreendente porque, de uma forma geral, um instrumento importante de crescimento da produtividade é a absorção de tecnologia incorporada em novas máquinas e equipamentos. Isso o leva a sugerir a redução de barreiras à importação de máquinas e equipamentos para estimular o crescimento da produtividade na indústria de transformação no país.

Indiscutivelmente correlacionados com a produtividade do trabalho, os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e em inovação são o objeto do trabalho de Luiz Ricardo Cavalcante, Paulo de Andrade Jacinto e Fernanda De Negri. Em particular, os autores analisam a relação entre investimentos em P&D, inovação e produtividade do trabalho na indústria brasileira entre 2000 e 2008. A análise apoia-se em regressões *cross-section*, com dados relativos a 2008, e em painel, com dados relativos às quatro edições da Pesquisa de Inovação (Pintec) na década de 2000. Em ambos os casos, as regressões foram feitas usando dados do

conjunto da indústria de transformação e grupos formados pela agregação de setores de atividades de acordo com a classificação de intensidade tecnológica utilizada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Os resultados para o conjunto da indústria são consistentes com os fatos estilizados e a literatura sobre o tema e reafirmam a existência de relação entre investimentos em P&D, inovação e produtividade. As análises dos grupos formados pela agregação de setores de atividades de acordo com a classificação de intensidade tecnológica utilizada pela OCDE indicam que a relação entre investimentos em P&D e produtividade é tanto maior quanto mais intensivo em tecnologia é o setor. Os resultados mostram também que o inverso ocorre com o estoque de capital, cujos efeitos sobre a produtividade são maiores nos setores de menor intensidade tecnológica. Essas conclusões têm evidentes implicações de política, uma vez que podem orientar uma melhor alocação dos recursos destinados a promover ganhos de produtividade na indústria brasileira.

Luiz A. Esteves discute, no terceiro capítulo, as economias de escala e de escopo e a eficiência produtiva na indústria brasileira de transformação. O autor computa uma distribuição de índices de eficiência técnica de cada um dos bens industriais produzidos no Brasil e verifica como as economias de escala e de escopo cooperam para a obtenção de ganhos de produtividade na indústria brasileira. Os resultados obtidos sugerem que ganhos de produtividade poderiam ocorrer não somente por meio de realocação de recursos já utilizados, mas também por meio de medidas que reduzissem a dispersão dos índices de eficiência técnica, que estão mais relacionados a fatores como progresso técnico e a fatores institucionais. O autor sugere que fatores como *benchmarking* de melhores práticas corporativas e de administrações públicas locais podem ser tão relevantes na determinação e aumento da produtividade quanto fatores macroeconômicos.

Um dos fatos estilizados recorrentes nas análises de comércio internacional é que as firmas exportadoras apresentam indicadores de produtividade e de competitividade mais favoráveis do que as firmas não exportadoras. Bruno César Araújo e Mario Sergio Salerno exploram, no capítulo 4, essa proposição para o caso brasileiro e concluem que, de fato, há diferenciais significativos de produtividade em favor das empresas que passam a se envolver em atividades de exportação quando comparadas a empresas similares que se mantêm operando apenas no mercado doméstico. Com base em conclusões dessa natureza, os autores propõem, então, o fortalecimento das políticas de apoio à exportação.

No capítulo seguinte, Bruno César Araújo estende essa discussão ao buscar identificar eventuais diferenças com respeito ao efeito aprendizado de exportação (mensurado pelos ganhos de produtividade, receita líquida de vendas e número de empregados) no que tange ao padrão de permanência das firmas na atividade exportadora. Da mesma forma, o autor investiga se há diferenças com respeito ao

país de destino de exportação, ao tamanho da empresa e à intensidade tecnológica do setor ao qual pertence. Araújo conclui que o efeito aprendizado de exportação sobre a produtividade e o tamanho das empresas resulta do efeito específico daquelas que estreiam e permanecem no mercado internacional. Opostamente, aquelas que estreiam e desistem da exportação terminam por apresentar queda de produtividade e tamanho, ficando menores e menos produtivas do que antes da exportação. Isso o leva a propor uma seleção mais rigorosa das firmas apoiadas pelas políticas de promoção de exportação, bem como um acompanhamento mais próximo das firmas que estreiam nesse tipo de atividade.

A utilização de softwares que unificam o gerenciamento da informação de diferentes atividades da firma, tais como contabilidade, controle de pessoal, gerência de suprimentos e estoques, entre outros, pode, pelo menos em tese, ter impactos sobre os níveis de produtividade das empresas. Os efeitos da adoção desses softwares – conhecidos como *Enterprise Resource Planning* (*ERP*) – na produtividade do trabalhador das empresas industriais brasileiras são estimados, no sexto capítulo, por Danilo Coelho, Luis Claudio Kubota e Calebe de Oliveira Figueiredo. Os autores concluem que não é possível constatar que a adoção do *ERP* tenha um impacto positivo generalizado nas firmas industriais brasileiras. O efeito da adoção de *ERP* sobre a produtividade das empresas é bastante heterogêneo ao longo da distribuição de produtividade e o efeito médio é não significativo. Ele é positivo e significativo até o primeiro decil, vai decaindo até deixar de ser significativo em torno da mediana e volta a ser significativo em torno do terceiro quartil, para terminar não significativo a partir do percentil 90%.

O impacto do investimento sobre a produtividade no nível da firma é o objeto do capítulo 7, de Alexandre Messa. O pressuposto fundamental é que a trajetória dos investimentos da firma apresentaria um comportamento intermitente, levando à ocorrência de eventuais picos em determinados anos, representando a adoção de novas tecnologias. Corroborando a hipótese de *learning-by-doing*, o autor observa, após um desses picos de investimentos, uma queda imediata na produtividade total dos fatores (PTF) seguida de uma convergência gradual a níveis anteriores. Com relação à produtividade do trabalho, o autor observa o inverso: um aumento imediato, seguido de uma queda gradual.

Assumindo que a produtividade é o resultado do investimento, Carlos Pinkusfeld Bastos, Ricardo Bielschowsky, Eduardo Costa Pinto, Nahuel Guaita e Silvio Guaita buscam, no oitavo capítulo, dar uma contribuição ao entendimento da dinâmica do investimento produtivo na indústria de transformação. Os autores assumem um roteiro de causalidade definido da seguinte forma: "variação no valor das vendas recentes e das esperadas a médio e longo prazo → variação da capacidade ocupada e da rentabilidade, atual e esperada → variação do investimento → variação da produtividade". Bastos *et al.* concluem que a rentabilidade das grandes

empresas do setor industrial brasileiro foi elevada a partir de 2003 e durante todo o ciclo expansivo de 2004-2010, permanecendo elevada mesmo nos anos 2011-2012, de desaceleração econômica, apesar de sofrer algum declínio. Os autores indicam, então, que a expansão econômica e a elevada rentabilidade das grandes empresas tiveram efeitos favoráveis sobre os investimentos, que se elevaram em cerca de 10% ao ano no período 2004-2008. Contudo, apesar disso, observaram que a produtividade do setor industrial exibiu um desempenho "pouco virtuoso". Essas conclusões os levam a assinalar que

> a complexidade aludida anteriormente e que rejeita soluções simplistas e unidimensionais traz para o centro da discussão propostas de radicalização da política industrial, capazes de perseguir estratégias competitivas que compatibilizem o recente surto de crescimento com equidade a uma inserção internacional e a um desenvolvimento da indústria de transformação dinâmicos e que sejam sustentáveis no médio prazo. (p.237)

Paulo de Andrade Jacinto, no capítulo 9, reafirma a existência de uma correlação positiva entre escolaridade e produtividade usando dados relativos à indústria brasileira no período entre 1996 e 2010. O autor apresenta ainda evidências que vão além da relação entre escolaridade e produtividade do trabalho, estimando uma função de produção considerando *proxies* diferentes para o insumo trabalho a fim de analisar a dispersão da produtividade nas empresas. Jacinto mostra, por exemplo, que empresas com maior produtividade possuem maior dispersão da escolaridade.

No capítulo 10, Jorge Arbache destaca que, por sua relevância e por sua participação no produto interno bruto (PIB), o setor de serviços praticamente determina os contornos da economia brasileira. Assim, o autor analisa o padrão e a trajetória da produtividade nesse segmento no país. Ao tabular um conjunto de dados, o autor conclui, entre outras coisas, que a produtividade do setor de serviços é bastante baixa, o que sugere que ele opera com níveis baixos de capital e tecnologia e desenvolve poucas inovações. O autor mostra também que, ao contrário de outras atividades, empresas menores tendem a ter maiores níveis de produtividade, o que parece estar associado a fatores institucionais e à natureza nem sempre favorável a ganhos de escala de muitas das atividades de serviços. Além disso, indicadores de capital humano e integração econômica internacional estão entre as variáveis mais associadas à determinação da produtividade em serviços.

Sergio Kannebley Júnior e Bruno Auricchio Ledo buscam explicar, no capítulo 11, a evolução da produtividade dos setores de serviços de tecnologia de informação e comunicação (TIC), bem como avaliar os obstáculos decorrentes da restrição financeira enfrentada por estes setores. Os autores usam um sistema de equações simultâneas para estimar o efeito do financiamento público sobre a magnitude do investimento em atividades inovadoras. Em seguida, estimam o efeito desses investimentos sobre a inovação e, por fim, estimam o impacto da inovação sobre a produtividade no segmento. Os autores reúnem evidências de que a presença

de financiamento público aumenta a probabilidade de engajamento da firma em atividades inovadoras em 74%. Além disso, os resultados que obtiveram indicam que o financiamento público aumenta a intensidade do investimento em inovação em aproximadamente 198%. Por fim, Kannebley Júnior e Ledo evidenciam que a inovação (especialmente de produto) incrementa a produtividade do trabalho das empresas do setor em 20%.

No capítulo 12, Gílson Geraldino Silva Jr, José Maria da Silveira, Julia Paranhos, Lia Hasenclever e Rogério Boueri Miranda analisam a relação entre produtividade, inovação e estrutura de mercado nas empresas da indústria química brasileira. Os autores observam que a ausência de relação entre as várias dimensões da inovação e produtividade indica esforço inovativo meramente adaptativo para atender ao perfil do consumidor doméstico e às exigências regulatórias, mas insuficiente para aumentar a eficiência das empresas da indústria de transformação e da química em particular.

O papel da infraestrutura no desenvolvimento econômico é o objeto do décimo terceiro capítulo, elaborado por Carlos Alvares da Silva Campos Neto, Júnia Cristina Peres R. da Conceição e Alfredo Eric Romminger. Nesse capítulo, o foco recai especificamente no impacto do investimento público em transportes sobre o produto interno bruto (PIB). Os autores utilizam um modelo de Vetores Autorregressivos (VAR) formado por quatro variáveis: PIB, gasto público em infraestrutura de transportes, investimentos privados e salários. A principal conclusão do trabalho é que os investimentos em infraestrutura de transportes, de fato, têm uma importância significativa para o crescimento econômico do Brasil. Além disso, no modelo estimado, o impacto de investimentos públicos em transportes é crescente ao longo do tempo. Os autores mostram que, no primeiro ano, a elasticidade do investimento público em infraestrutura de transporte em relação ao PIB é de 0,012, ou seja, para cada 1% de aumento no investimento público em transporte, tem-se um aumento de 0,012% no PIB. No quarto ano, a elasticidade sobe para 0,023 e, no longo prazo, alcança 0,032. Além disso, os autores observam também que os investimentos públicos em transporte e os investimentos privados em transporte têm uma correlação elevada e positiva. Isso os leva a reafirmar a complementaridade entre os investimentos público e privado em transporte.

O debate sobre o papel da infraestrutura prossegue no capítulo elaborado por Daniela Schettini e por Carlos Azzoni. Os autores argumentam que os investimentos em infraestrutura geram acumulação de capital físico, determinando a condição e a capacidade de produção e, assim, a competitividade de uma firma, região e país. Schettini e Azzoni buscam, então, investigar como a oferta de infraestrutura local influencia a produtividade da indústria nas regiões do Brasil. Para tanto, analisam o comportamento da produtividade das empresas de acordo com a infraestrutura regional ofertada, buscando avaliar se a infraestrutura disponível na região afeta o

desempenho. Os autores usam um painel de dados considerando as informações da indústria de transformação nas mesorregiões brasileiras de 2000 a 2010 e concluem que um aumento de 1% na cobertura regional de rodovias leva a um aumento no indicador de eficiência produtiva regional (que varia entre zero e um) da ordem de 0,1289 pontos e de 0,121% no produto industrial regional. Aumento similar na infraestrutura urbana (composta de abastecimento de água, esgotamento sanitário e iluminação pública) leva a um aumento na eficiência da ordem de 0,2801 pontos e de 0,247% no produto. Para a telefonia, que se mostrou apenas marginalmente significante, o resultado é de aumento de 0,152 pontos no índice de eficiência e de 0,142% no produto. Assim, trata-se de impactos significativos, porém de pequena intensidade quantitativa no curto prazo. Essa conclusão os leva a ponderar que a análise dos impactos dos investimentos em infraestrutura sobre a produtividade e o crescimento talvez requeira uma perspectiva de mais longo prazo. Ainda assim, os autores reafirmam que a infraestrutura tem papel estatisticamente significante sobre a produtividade da indústria nas regiões brasileiras.

Gustavo Britto, Pedro V. Amaral e Douglas A. Alencar analisam, no capítulo 15, a produtividade industrial em escala subnacional. Utilizando informações da Pesquisa Industrial Anual (PIA), os autores apresentam dados relativos à evolução regional e aos padrões espaciais microrregionais de pessoal ocupado (PO), de valor da transformação industrial (VTI) e de produtividade do trabalho. Os resultados que obtiveram reafirmam a queda da produtividade na indústria de transformação e a concentração espacial da produção e da produtividade no Brasil. Porém, os resultados sugerem também uma aparente aleatoriedade espacial da produtividade e uma pequena associação espacial na evolução desse indicador. Os autores assinalam, no entanto, que essa aparente aleatoriedade durante o período analisado não deve ser entendida como um indício de que a produtividade do trabalho não possua transbordamentos territoriais no país. Ao concluírem, Britto, Amaral e Alencar sugerem uma reflexão sobre os padrões de distribuição regional dos investimentos, uma vez que a inércia espacial do capital é menor que a do fator trabalho.

Em seguida, Luiz Ricardo Cavalcante estima os coeficientes que relacionam ambiente de negócios, investimentos e produtividade do trabalho com base em um painel de dados referente a 81 países no período entre 2005 e 2011. Regressões em painel com efeitos fixos (que consideram o efeito das variáveis omitidas e, portanto, os aspectos idiossincráticos de cada país invariantes no tempo) são usadas para quantificar os impactos de melhorias no ambiente de negócios sobre os níveis de estoque de capital por trabalhador (e, portanto, sobre os investimentos). Em seguida, o autor estima também os impactos dos níveis de estoque de capital por trabalhador sobre a produtividade do trabalho. Com base nos coeficientes obtidos, Cavalcante projeta o estoque de capital por trabalhador no Brasil caso o ambiente de negócios em 2011 alcançasse os níveis de um conjunto de países de referência.

Em particular, se o Brasil alcançasse, naquele ano, o ambiente de negócios da China (medido de acordo com o *Doing Business* publicado pelo Banco Mundial), seus níveis de investimentos poderiam ser cerca de 15% maiores. A equiparação com países como a Polônia ou a Turquia poderia significar incrementos da ordem de 30% nos níveis de investimentos. Caso o ambiente de negócios no Brasil alcançasse os níveis do México ou do Chile, o incremento percentual dos investimentos alcançaria 45%, correspondente a três vezes a participação dos desembolsos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) na formação bruta de capital fixo (FBCF) em 2014. Os coeficientes estimados indicam ainda que uma elevação de 1,0% no estoque de capital por trabalhador leva a um aumento de cerca de 0,5% na produtividade do trabalho. Embora a manipulação desses números requeira cautela, os valores reafirmam que, ao lado de ações voltadas para o incentivo ao investimento por meio de renúncias fiscais e de créditos subsidiados, a melhoria do ambiente de negócios pode ter um impacto significativo nos níveis de investimentos e na produtividade do trabalho no país.

A relação entre produtividade e competição é discutida, no capítulo 17, por Victor Gomes e Eduardo Pontual Ribeiro. Esses autores ponderam que variações de produtividade frente a maiores níveis de competição podem advir tanto do mecanismo de seleção de empresas (saída de empresas menos produtivas e entrada de empresas mais produtivas) quanto da melhora da produtividade das empresas que continuam operando. Gomes e Ribeiro reúnem evidências relativas à indústria no período entre 1997 e 2010 e concluem que o mecanismo de seleção é bastante relevante para explicar a evolução da produtividade (medida aqui como valor adicionado por trabalhador), mas o crescimento da produtividade das empresas que se mantêm operando também exibe uma tendência de crescimento da produtividade agregada, seja para aumentos, seja para reduções ao longo do tempo.

Aspectos relacionados à estrutura produtiva são discutidos no trabalho de Ivette Luna, Célio Hiratuka, Paulo Sérgio Fracalanza e Manuel Ramón Souza Luz, que buscam analisar a evolução da produtividade a partir de uma ótica microeconômica com fundamentos evolucionários. Os autores decompõem as variações da produtividade do trabalho agregada nos setores industrial (entre 1996 e 2011) e de serviços (entre 1998 e 2011) para analisar os efeitos de seleção e aprendizado, assim como os efeitos de entrada e saída de firmas sobre essa variável. Os resultados obtidos os levam a destacar a importância dos efeitos de entrada e saída para a variação da produtividade e a assinalar a predominância dos efeitos negativos relacionados à entrada de novas firmas. Os autores ponderam que, no caso brasileiro, o resultado divergente do padrão internacional pode estar relacionado ao grande diferencial existente entre os níveis de produtividade associados geralmente ao tamanho da firma.

Os 18 capítulos brevemente descritos nesta introdução buscam discutir a relação entre um amplo conjunto de fatores – que envolvem, por exemplo, o capital físico, a inovação, a qualificação da mão de obra, a estrutura produtiva, as condições de infraestrutura, o ambiente de negócios e as condições de concorrência e regulação – e a produtividade da economia brasileira. Amplamente apoiados na análise de estatísticas, esses trabalhos refletem uma tradição da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (DISET) do Ipea e seguramente poderão contribuir para a calibração das ações voltadas para a promoção dos ganhos de produtividade. Isso, contudo, não quer dizer que as prescrições de políticas sejam consensuais, porque persistem, no âmbito do debate econômico, clivagens relativas, por exemplo, às relações de causalidade e à importância relativa desses fatores.

Buscando esclarecer os termos desse debate, Luiz Ricardo Cavalcante e Fernanda De Negri sistematizam, no último capítulo, os consensos e dissensos sobre a evolução da produtividade no Brasil e sobre os obstáculos que têm limitado seu crescimento nos últimos anos. Para isso, os autores recorrem à coleta e sistematização de referências bibliográficas e a um conjunto de entrevistas semiestruturadas envolvendo um total de dez especialistas no assunto. Cavalcante e De Negri segmentam os fatores relacionados à produtividade de uma economia em três níveis (empresarial, estrutural e sistêmico) que, de certa forma, serviram para ordenar os capítulos deste volume. Os autores concluem que, de maneira geral, os fatores associados ao nível empresarial (práticas gerenciais, inovação, qualificação da mão de obra, estoque de capital e investimentos), que afetam a produtividade de forma mais direta, são mais consensuais. Esses fatores, contudo, são diretamente afetados pelos fatores sistêmicos (infraestrutura, ambiente de negócios, regulação e concorrência), que não são objeto de convergência de opiniões. Nesse caso, com exceção da infraestrutura, os dissensos são mais evidentes e parecem decorrer das diferentes percepções sobre o papel do Estado e da concorrência. Os autores acreditam que a sistematização dos consensos e dissensos que formam o objeto central do último capítulo deste volume, ao sugerir, inclusive, eventuais conflitos e contradições, pode, ao lado das abordagens mais quantitativas, fornecer elementos para a formulação de políticas públicas capazes de contribuir para o aumento da produtividade da economia brasileira.

Os organizadores

CAPÍTULO 1

DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA BRASILEIRA

Alexandre Messa*

1 INTRODUÇÃO

A alta dos preços das *commodities* e a entrada de capitais estrangeiros no país viabilizaram, ao longo da década de 2000, um modelo econômico brasileiro baseado na expansão do consumo concomitante a reduzidas taxas de poupança. O esgotamento dos fatores que possibilitaram esse modelo alçou a produtividade a um tema central no debate econômico.

No âmbito deste debate, a indústria costuma ocupar um papel relevante. Em primeiro lugar, sua maior intensidade de capital – quando comparada a outros setores da economia – possibilita maior potencial de ganhos de produtividade por meio da absorção de tecnologia incorporada em novas máquinas e equipamentos.[1] Em segundo, o setor é visto como uma fonte de inovações relevantes para a produtividade de outros setores[2] – em que pese a crescente importância de determinados setores de serviços como fonte de inovações. Finalmente, a indústria é tradicionalmente percebida como uma fonte de empregos de maior qualidade e menor rotatividade, o que possibilita o desenvolvimento de um capital humano específico, com um impacto positivo sobre a produtividade.[3]

Em contraste, porém, com essas ideias, percebe-se recentemente baixo dinamismo da indústria de transformação brasileira. De fato, uma mudança estrutural em direção a um menor peso desse setor na economia é um fenômeno comum ao longo das economias, sendo que diversos fatores para tal podem ser apontados, tanto do lado da demanda quanto da oferta.[4] No entanto, de forma inusitada,

* Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura – Diset/Ipea.

1. Neste sentido, analisando firmas da indústria de transformação norte-americana entre 1975 e 1996, Sakellaris e Wilson (2004) estimam que máquinas e equipamentos adquiridos em determinado ano seriam cerca de 12% mais produtivos do que aqueles adquiridos no ano anterior. Ainda, Eaton e Kortum (2001) concluem que uma parte significativa da diferença de produtividade entre os países se deve a barreiras no comércio de máquinas e equipamentos.

2. Vide, por exemplo, AMNPO (2013).

3. Vide, por exemplo, Gonzaga (1998).

4. Para fatores do lado da de demanda, vide, por exemplo, Kongsamut, Rebelo e Xie (2001); para do lado da oferta, Ngai e Pissarides (2007).

o que se observa é uma significativa queda da produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira (conforme exposto adiante), o que contrasta com muito do entendimento tradicional deste setor como fonte para ganhos de produtividade da economia. Dessa forma, o estudo da produtividade no Brasil passa pela compreensão da dinâmica recente da produtividade na indústria de transformação.

Sob tal perspectiva, este trabalho tem como objetivo investigar, no âmbito da indústria de transformação, os determinantes do comportamento da produtividade do trabalho no período recente – mais precisamente, ao longo do período compreendido entre 2002 e 2010. Para tal, procede-se em dois passos. O primeiro deles consiste em estimar as funções de produção setoriais, utilizando dados no nível da firma – disponibilizados pela Pesquisa Industrial Anual (PIA), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Tais estimações permitem, então, a identificação dos determinantes da produtividade para a firma média de cada setor. O segundo passo consiste na agregação dos resultados setoriais com vistas a verificar a importância de cada determinante para a indústria agregada.

O artigo mostra que, ao longo de 2002 e 2010, a indústria de transformação apresentou queda em sua produtividade do trabalho equivalente a, em média, 1,68% ao ano (a.a).[5] Entre os dados da indústria nesse período, destacam-se ainda dois fenômenos. Em primeiro lugar, uma expansão da força de trabalho a um ritmo de 4,79% a.a. Em segundo, uma relativa estagnação nos investimentos, o que levaria à queda do estoque de capital de 0,38% a.a.[6] Estes dois fatos combinados fariam, então, com que a indústria de transformação apresentasse queda em sua relação capital-trabalho equivalente a 4,94% a.a.

Em seguida, foram estimadas as funções de produção para cada setor, a dois dígitos da Classificação Anual de Atividade Econômica (CNAE). Dados os problemas de endogeneidade intrínsecos a essa estimação, esta foi realizada a partir dos métodos desenvolvidos em Levinsohn e Petrin (2003) e Wooldridge (2009).

Uma vez estimadas as funções de produção, a variação de produtividade ao longo do período, para a firma média de cada setor, foi decomposta em quatro fatores. Em primeiro lugar, a chamada produtividade total dos fatores (PTF), medida que indica a eficiência com que a firma combina capital e trabalho para gerar produto. O segundo fator é a relação capital-trabalho: maior intensidade de capital por trabalhador tende a gerar um efeito positivo sobre a produtividade do trabalho. O terceiro fator consiste na escala de produção: caso a firma apresente

5. Todos os resultados apresentados neste trabalho, incluindo as estatísticas descritivas, referem-se apenas ao estrato censitário da PIA, composto pelas empresas com ao menos trinta funcionários.

6. A PIA não informa o estoque de capital das firmas. Esta variável foi estimada a partir da metodologia desenvolvida em Alves e Silva (2008).

retornos decrescentes de escala, um aumento desta levaria à queda na produtividade do trabalho, enquanto uma menor escala da firma implicaria maior produtividade. Naturalmente, o inverso ocorre, caso a firma apresente retornos crescentes de escala. Finalmente, o quarto determinante se refere a um termo cruzado entre os três outros fatores, correspondendo a um efeito de segunda ordem análogo a uma derivada parcial cruzada.

Mostrou-se que aqueles três fatores principais contribuíram para a queda da produtividade do trabalho da indústria ao longo do período. De fato, a queda na relação capital-trabalho da indústria se destacou entre esses fatores, sendo responsável por cerca de 71,8% a 77,9% da diminuição da produtividade, a depender do método de estimação e decomposição. Por sua vez, a PTF fora responsável por cerca de 14,0% a 19,9% da queda da produtividade, enquanto o aumento de escala, por algo entre 4,7% e 9,5%.

O artigo mostra ainda que esse comportamento observado na indústria agregada é comum ao longo dos setores. De fato, em todos eles a queda na relação capital-trabalho exerceu um efeito negativo sobre a produtividade do trabalho, enquanto em dois terços dos setores se observa também um efeito negativo da PTF.[7]

Para lograr os objetivos traçados, este artigo compreende cinco sessões, além desta introdução. A seção a seguir sintetizará as estatísticas pertinentes para as conclusões do artigo. A terceira seção abordará as funções de produção setoriais e os métodos de estimação adotados. A quarta seção introduzirá a decomposição utilizada, enquanto a quinta abordará o método de agregação dos resultados setoriais. Finalmente, a última seção discutirá as conclusões obtidas.

2 ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

Para a análise a seguir, foi utilizada a PIA referente ao período compreendido entre 2002 e 2010. Ao longo deste trabalho, a produção da firma e seu número de trabalhadores são dados, respectivamente, pelas variáveis referentes ao valor agregado e ao número médio de empregados no ano. Por sua vez, o estoque de capital das firmas é construído a partir da metodologia desenvolvida em Alves e Silva (2008).

A tabela 1 sintetiza as variações (em termos anuais) ocorridas em cada uma das variáveis apresentadas, ao longo do período analisado. Por exemplo, pela segunda coluna, nota-se que, entre 2002 e 2010, a indústria de transformação apresentou queda de 1,68% ao ano em sua produtividade do trabalho. Comparando a terceira e a quinta coluna, percebe-se que essa queda de produtividade se deu especialmente

7. Conforme será discutido ao longo do texto, este foi o caso após a extração de observações *outliers*. Ao considerar a totalidade das observações, há um efeito positivo sobre a produtividade a partir de maior relação capital-trabalho para o setor de fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool. Porém, neste caso, há, em contrapartida, um efeito negativo mais pronunciado exercido pela PTF.

em virtude de um crescimento do número de trabalhadores superior ao do valor agregado. O significativo crescimento do número de trabalhadores também levou a queda da relação capital-trabalho (última coluna), apesar de que, para esta, também contribuiu queda do estoque de capital de 0,38% ao ano, em média (quarta coluna).

As duas últimas linhas da tabela 1 sintetizam o número de setores que tiveram variações positivas e negativas ao longo das variáveis. Assim, percebe-se que o comportamento do agregado foi comum aos vários setores, apesar de alguns deles apresentarem um comportamento particular. Destes, destaca-se o setor de fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool, único a apresentar um crescimento positivo na relação capital-trabalho ao longo do período.

Para isolar eventuais problemas no registro das variáveis ou mesmo permitir a observação de um comportamento médio da indústria, procedeu-se também à extração de algumas observações *outliers*. O método de identificação de tais observações e os resultados obtidos são reportados no Apêndice. De forma geral, os resultados obtidos são semelhantes, à exceção justamente do setor de fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool, que passa também a apresentar uma queda na relação capital-trabalho. A extração dessas observações *outliers* também acentua a queda no estoque de capital agregado da indústria de transformação.

TABELA 1
Variações entre 2002 e 2010, para o setor agregado
(Em % a.a.)

Setores	Produtividade	Valor agregado	Estoque de capital	Pessoal ocupado	Relação capital-trabalho
Indústria de transformação	-1,68	3,04	-0,38	4,79	-4,94
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	-3,33	3,00	-0,35	6,54	-6,47
Fabricação de produtos do fumo	2,36	2,20	-6,41	-0,15	-6,27
Fabricação de produtos têxteis	-1,75	-0,29	-7,03	1,49	-8,39
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,31	5,96	-3,57	5,63	-8,71
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	-3,13	-1,06	-4,22	2,14	-6,22
Fabricação de produtos de madeira	1,25	-0,38	-4,46	-1,61	-2,90
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	-0,83	2,82	-1,70	3,68	-5,19
Impressão e reprodução de gravações	-2,27	-9,49	-12,55	-7,39	-5,57
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	-8,58	0,07	16,95	9,46	6,85
Fabricação de produtos químicos	-1,62	1,68	-5,02	3,36	-8,10

(Continua)

(Continuação)

Setores	Produtividade	Valor agregado	Estoque de capital	Pessoal ocupado	Relação capital-trabalho
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-2,39	2,74	1,35	5,26	-3,72
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-2,53	2,11	-2,73	4,76	-7,15
Metalurgia básica	-3,67	0,60	-3,91	4,43	-7,98
Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	-2,17	3,33	-3,45	5,62	-8,58
Fabricação de máquinas e equipamentos	-0,89	4,83	-3,17	5,77	-8,46
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	-4,87	7,94	-4,80	13,48	-16,11
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,14	8,15	-0,61	6,93	-7,05
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	-1,09	1,11	-6,53	2,22	-8,56
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalates, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	-2,00	3,27	2,08	5,37	-3,13
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	2,68	9,36	-0,46	6,51	-6,54
Fabricação de outros equipamentos de transporte	-6,64	4,45	5,97	11,88	-5,28
Fabricação de móveis e indústrias diversas	-0,64	2,59	-3,24	3,25	-6,28
Número de setores com variação positiva	5	18	4	19	1
Número de setores com variação negativa	17	4	18	3	21

Elaboração do autor, a partir da PIA.

A tabela 2 apresenta a expansão do número de firmas entre 2002 e 2010, e algumas das mesmas informações da tabela 1, porém em médias por firma (ou seja, a terceira coluna da tabela 2, por exemplo, reporta a expansão do valor agregado médio, por firma, ao longo do período). Pela tabela 2 nota-se que, por trás dos números agregados da tabela 1, há uma expansão do número de firmas de 4,27% a.a.[8] Assim, ao se observar a firma média, tem-se um quadro ligeiramente diferente do agregado: queda no valor agregado, expansão de trabalhadores não tão acentuada e queda no estoque de capital mais pronunciada. Dessa forma, observa-se que a expansão do trabalho na indústria ao longo do período analisado (reportado na tabela 1) foi consequência mais do aumento do número de firmas industriais do que propriamente de um aumento no tamanho dessas firmas.

8. Deve-se ter em conta que, conforme exposto na Introdução, o presente trabalho utiliza apenas o estrato censitário da PIA, composto pelas empresas com ao menos trinta funcionários. Portanto, essa expansão no número de firmas não se refere necessariamente ao surgimento de firmas novas, mas também ao crescimento de firmas do estrato aleatório que passariam então a compor o estrato censitário.

TABELA 2
Variações, entre 2002 e 2010, do número de firmas, e, das respectivas variáveis, por firma
(Em % a.a.)

Setores	Número de firmas	Valor agregado	Estoque de capital	Pessoal ocupado
Indústria de transformação	4,27	-1,18	-4,46	0,50
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	4,09	-1,05	-4,27	2,35
Fabricação de produtos do fumo	2,05	0,15	-8,29	-2,16
Fabricação de produtos têxteis	4,05	-4,17	-10,64	-2,46
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	6,48	-0,49	-9,43	-0,80
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	4,31	-5,15	-8,17	-2,08
Fabricação de produtos de madeira	-0,50	0,11	-3,99	-1,12
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	4,09	-1,23	-5,57	-0,40
Impressão e reprodução de gravações	-2,26	-7,40	-10,53	-5,25
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	3,60	-3,41	12,89	5,66
Fabricação de produtos químicos	3,22	-1,49	-7,98	0,13
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	5,00	-2,15	-3,48	0,25
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	4,73	-2,50	-7,13	0,02
Metalurgia básica	5,33	-4,49	-8,77	-0,85
Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	6,69	-3,16	-9,50	-1,01
Fabricação de máquinas e equipamentos	4,66	0,16	-7,48	1,06
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	5,09	2,71	-9,42	7,97
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	4,29	3,70	-4,70	2,53
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	3,26	-2,08	-9,47	-1,00
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalates, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	4,07	-0,78	-1,92	1,25
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	3,52	5,64	-3,84	2,89
Fabricação de outros equipamentos de transporte	5,84	-1,32	0,13	5,71
Fabricação de móveis e indústrias diversas	2,96	-0,36	-6,02	0,28
Número de setores com variação positiva	20	7	2	12
Número de setores com variação negativa	2	15	20	10

Elaboração do autor, a partir da PIA.

3 ESTIMAÇÃO DA FUNÇÃO DE PRODUÇÃO

Admita uma função de produção Cobb-Douglas, tal que, para determinada firma i,

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\beta_k} L_{it}^{\beta_l}, \quad (1)$$

em que Y_{it} representa o produto da firma i no ano t (no caso, o valor agregado da firma em questão); K_{it}, seu estoque de capital; L_{it}, seu pessoal ocupado; e A_{it}, um parâmetro tecnológico. Extraindo o logaritmo na equação acima,

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + v_{it} + u_{it}, \quad (2)$$

em que as variáveis em minúsculo representam o logaritmo natural das respectivas variáveis, e $\ln A_{it} = \beta_0 + v_{it} + u_{it}$. Sob esta especificação, a PTF da firma seria dada por $w_{it} = \beta_0 + v_{it}$, enquanto u_{it} seria um componente i.i.d. representando desvios inesperados. Com isso, uma vez dadas as estimativas $\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_k$ e $\hat{\beta}_l$, a PTF da firma poderia ser estimada como

$$\hat{w}_{it} = y_{it} - \hat{\beta}_k k_{it} + \hat{\beta}_l l_{it}. \quad (3)$$

De imediato, os parâmetros em questão podem ser estimados, a partir da equação (2), por mínimos quadrados ordinários (doravante *Ordinary Least Squares* – OLS). Porém, um problema de simultaneidade pode ocorrer caso haja correlação entre a variável omitida v_{it} e qualquer uma das variáveis dependentes. Neste caso, os pressupostos do modelo OLS seriam violados, podendo levar a estimadores viesados.

Para resolver esse problema de simultaneidade, foi desenvolvida uma extensa literatura – para uma revisão desta, vide Van Beveren (2012). Com base nessa literatura, o presente, trabalho utilizará dois métodos de estimação da função de produção: Levinsohn e Petrin (2003)[9] e Wooldridge (2009).[10]

A tabela 3 mostra os resultados encontrados para as estimações das funções de produções setoriais, de acordo com os métodos considerados, com dados anuais de 2002 a 2010. As estimações reportadas foram realizadas após a extração de observações *outliers*, conforme descrito no Apêndice.

9. Na realidade, Levinsohn e Petrin (2003) se refere à função de produção a partir de uma especificação do tipo $Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\beta_k} L_{it}^{\beta_l} M_{it}^{\beta_m}$, em que M_{it} representa os insumos intermediários utilizados pela firma em questão, e Y_{it}, sua receita bruta. O presente trabalho utiliza uma adaptação do método em questão, desenvolvida em Petrin, Poi e Levinsohn (2004), para a especificação descrita pela equação (1). De qualquer forma, a variável insumos intermediários é utilizada nesta estimação como variável instrumental, e, no presente trabalho, ela se refere à variável custo das operações industriais da PIA.

10. Nesta especificação, foram utilizadas como variáveis instrumentais: a primeira defasagem do número de trabalhadores, as três primeiras defasagens do estoque de capital e dos insumos intermediários, e o produto cruzado entre as defasagens contemporâneas dessas variáveis.

TABELA 3
Estimações das funções de produção setoriais, com dados de 2002 a 2010

	Levinsohn-Petrin (2003)			Wooldridge (2009)		
Setores	$\hat{\beta}_k$	$\hat{\beta}_l$	N	$\hat{\beta}_k$	$\hat{\beta}_l$	N
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	0,203***	0,461***	26.631	0,241***	0,476***	19.122
Fabricação de produtos do fumo	0,217	0,483***	310	0,215	0,547***	240
Fabricação de produtos têxteis	0,168**	0,480***	10.248	0,192***	0,474***	7.546
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	0,0114	0,491***	25.410	0,154***	0,527***	16.351
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	0,140***	0,498***	13.312	0,159***	0,525***	9.098
Fabricação de produtos de madeira	0,105	0,621***	10.213	0,153***	0,688***	6.752
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,222***	0,630***	5.958	0,198***	0,683***	4.550
Impressão e reprodução de gravações	0,199***	0,625***	5.383	0,203***	0,655***	3.586
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	0,0134	0,135***	1.399	0,0745	0,116***	1.084
Fabricação de produtos químicos	0,248***	0,495***	12.285	0,258***	0,511***	9.150
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,161***	0,536***	15.759	0,191***	0,557***	11.285
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,199***	0,587***	15.934	0,287***	0,585***	11.221
Metalurgia básica	0,187***	0,591***	5.207	0,204***	0,622***	3.874
Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	0,167***	0,674***	18.178	0,160***	0,738***	12.569
Fabricação de máquinas e equipamentos	0,226***	0,647***	16.623	0,209***	0,670***	12.218
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,261**	0,845***	702	0,146	0,950***	456
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,0463**	0,637***	6.038	0,144***	0,639***	4.496
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	0,117	0,704***	2.205	0,212***	0,801***	1.553
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	0,126*	0,715***	2.755	0,142***	0,727***	2.054
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	0,217***	0,834***	7.029	0,188***	0,860***	5.322
Fabricação de outros equipamentos de transporte	0,134	0,740***	2.032	0,209***	0,742***	1.432
Fabricação de móveis e indústrias diversas	0,139***	0,664***	14.378	0,200***	0,709***	10.016

Elaboração do autor, a partir da PIA.
Notas: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

4 DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE

Com base em (2) e (3), a partir das estimativas $\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_k$ e $\hat{\beta}_l$, obtém-se

$$y_{it} = \hat{\beta}_k k_{it} + \hat{\beta}_l l_{it} + \hat{w}_{it}. \tag{4}$$

Considere então a firma média do setor, e, para uma variável X qualquer, defina $\overline{x}_t = \ln \overline{X}_t = \ln\left(\sum_i X_{it} / n_t\right)$, em que n_t representa o número de firmas no setor em questão, no ano t. A partir de (4), sabe-se que, para a firma média, $\overline{y}_t = \hat{\beta}_k \overline{k}_t + \hat{\beta}_l \overline{l}_t + \widehat{\overline{w}}_t$. Subtraindo $\overline{l}_t$ em ambos os lados da equação, e adicionando $\hat{\beta}_k \overline{l}_t - \hat{\beta}_k \overline{l}_t$ ao lado direito, tem-se $\overline{y}_t - \overline{l}_t = \hat{\beta}_k \left(\overline{k}_t - \overline{l}_t\right) + \left(\hat{\beta}_l + \hat{\beta}_k - 1\right)\overline{l}_t + \widehat{\overline{w}}_t$. Definindo, para uma variável x qualquer,[11] $\Delta x_t = x_t - x_{t-s}$, a partir desta última equação obtém-se

$$\Delta\left(\overline{y}_t - \overline{l}_t\right) = \hat{\beta}_k \Delta\left(\overline{k}_t - \overline{l}_t\right) + \left(\hat{\beta}_k + \hat{\beta}_l - 1\right)\Delta\overline{l}_t + \Delta\widehat{\overline{w}}_t. \tag{5}$$

Em seguida, fazendo o exponencial em ambos os lados da equação (5), definindo $A_t = e^{\hat{\beta}_k \Delta\left(\overline{k}_t - \overline{l}_t\right)}$, $B_t = e^{\left(\hat{\beta}_k + \hat{\beta}_l - 1\right)\Delta\overline{l}_t}$ e $C_t = e^{\Delta\widehat{\overline{w}}_t}$, obtém-se, após subtrair a unidade em cada lado da equação resultante:

$$\begin{aligned} \frac{\overline{Y}_t / \overline{L}_t}{\overline{Y}_{t-s} / \overline{L}_{t-s}} - 1 &= A_t B_t C_t - 1 \\ &= \left(A_t B_t C_t + 2 - A_t - B_t - C_t\right) + \left(A_t - 1\right) + \left(B_t - 1\right) + \left(C_t - 1\right). \end{aligned} \tag{6}$$

A partir da equação acima, tem-se a taxa de crescimento da produtividade da firma média decomposta em quatro fatores: $\left(A_t - 1\right)$ representa o crescimento da produtividade decorrente da variação da relação capital-trabalho da firma, *caso os demais fatores permanecessem constantes*; $\left(B_t - 1\right)$ representa o crescimento da produtividade decorrente da variação de escala da firma, também caso os demais fatores permanecessem constantes; $\left(C_t - 1\right)$ representa o crescimento da produtividade decorrente da variação da PTF da firma, igualmente caso os demais fatores permanecessem constantes; finalmente, $\left(A_t B_t C_t + 2 - A_t - B_t - C_t\right)$ representa o crescimento da produtividade decorrente do efeito cruzado entre os fatores.

Obs.: Para compreender a intuição do efeito cruzado, deve-se notar a semelhança do termo com a fórmula da derivada cruzada. Por exemplo, para simplificar, faça $C_t = 1$, de tal forma que o termo do efeito cruzado se torne $\left(A_t B_t - A_t - B_t + 1\right)$.

11. Ao longo deste trabalho, $t = 2010$, $s = 9$ e $\left(t - s\right) = 2002$.

Entretanto, tome uma função contínua qualquer $f\left(x,y\right)$. Pelos princípios do cálculo, sabe-se que

$$\partial^2 f\left(x,y\right)/\partial x\partial y \approx \delta^{-1}\epsilon^{-1}\left[f\left(x+\delta,y+\epsilon\right)- f\left(x,y+\epsilon\right)- f\left(x+\delta,y\right)+ f\left(x,y\right)\right].$$

Fazendo $f\left(x,y\right)=e^{\hat{\beta}_k x}e^{\left(\hat{\beta}_k+\hat{\beta}_l-1\right)y}$, $x=y=0$, $\delta=\Delta\left(\overline{k}_{it}-\overline{l}_{it}\right)$ e $\epsilon=\Delta\overline{l}_{it}$, tem-se $\partial^2 f\left(x,y\right)/\partial x\partial y \approx \delta^{-1}\epsilon^{-1}\left(A_t B_t - A_t - B_t +1\right)$.

Portanto, a interpretação do efeito cruzado é a mesma da derivada parcial cruzada, e provê um efeito de segunda ordem das variações dos fatores. Suponha, por exemplo, um aumento da PTF. Em primeiro lugar, este aumento exerce um efeito de primeira ordem, resultando em maior produtividade do trabalho (efeito capturado pelo termo $\left(C_t-1\right)$). Porém, esta maior PTF também magnifica os efeitos da relação capital-trabalho, ou seja: por um lado, aumenta o impacto positivo de maior relação capital-trabalho sobre a produtividade; por outro, aumenta o impacto negativo de menor relação capital-trabalho. Esses efeitos cruzados, de segunda ordem, são capturados pelo termo $\left(A_t B_t C_t +2-A_t-B_t-C_t\right)$.

A tabela 4 mostra os resultados obtidos pela decomposição descrita pela equação (6), em termos percentuais, a partir de Levinsohn e Petrin (2003).[12] Para facilitar a visualização do sentido de influência de cada fator, esse percentual conservou o sinal do efeito – isto é, as colunas 2, 3 e 4 foram obtidas a partir dos respectivos efeitos (decomposição do lado direito da equação (6)), divididos por $\left|\left(\overline{Y}_t/\overline{L}_t\right)/\left(\overline{Y}_{t-s}/\overline{L}_{t-s}\right)-1\right|$.

As duas últimas linhas da tabela 4 sintetizam os números de setores que tiveram tais efeitos positivos ou negativos. Nota-se que a totalidade dos setores apresentou um efeito negativo a partir de uma menor relação capital-trabalho.[13] Com relação à PTF, há também uma preponderância de um efeito negativo – caso de dois terços dos setores. Por sua vez, com relação aos efeitos de escala e cruzado, as influências exercidas mostram-se mais ambíguas.

12. Os resultados análogos obtidos por meio de Wooldridge (2009) são reportados na tabela A.3.

13. Deve-se salientar que, conforme exposto, esses resultados foram obtidos a partir da extração de observações *outliers*. Assim, os cálculos reportados na tabela 4 correspondem aos dados sintetizados na tabela A.1. Por este motivo, há um efeito negativo da relação capital-trabalho para o setor de refino. Alternativamente, caso as estimações e os cálculos fossem realizados para a totalidade das observações, o efeito da relação capital-trabalho para o setor de refino seria positivo. Em contrapartida, o efeito PTF seria negativamente mais pronunciado.

TABELA 4
Efeitos por setores, a partir de Levinsohn e Petrin (2003), referentes às variações entre 2002 e 2010
(em % do total)

Setores	Efeito capital--trabalho	Efeito escala	Efeito PTF	Efeito cruzado
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	-55,2	-20,3	-29,6	5,1
Fabricação de produtos do fumo	-9,4	33,9	-112,9	-11,6
Fabricação de produtos têxteis	-69,0	42,0	-72,0	-1,0
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	-17,0	-35,5	-49,3	1,8
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	-40,5	6,3	-69,8	4,0
Fabricação de produtos de madeira	-19,9	9,6	-91,1	1,4
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	-86,0	9,8	-24,9	1,1
Impressão e reprodução de gravações	-1.202,4	1.156,3	15,4	-69,2
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	-1,8	-97,5	-2,3	1,6
Fabricação de produtos químicos	-115,7	-4,7	23,7	-3,3
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-29,4	-16,0	-60,0	5,4
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-39,9	-13,8	166,9	-13,1
Metalurgia básica	-44,1	7,7	-69,3	5,6
Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	-65,5	-1,5	-37,5	4,5
Fabricação de máquinas e equipamentos	-558,8	-71,7	591,6	-61,1
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	-79,3	14,8	-41,2	5,7
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-51,4	-107,8	282,3	-23,1
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	-34,9	9,8	-78,3	3,4
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalates, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	-17,8	-6,3	-79,1	3,2
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	-208,9	0,4	137,5	-28,9
Fabricação de outros equipamentos de transporte	-12,9	-10,5	-85,9	9,3
Fabricação de móveis e indústrias diversas	-300,6	3,2	210,7	-13,3
Número de setores com variação positiva	0	11	7	13
Número de setores com variação negativa	22	11	15	9

Elaboração do autor, a partir da PIA.

5 AGREGAÇÃO

Para uma variável X qualquer, seja X_{jt} seu valor para o setor j no instante t, e X_t, seu valor agregado, de tal forma que $X_t = \sum_j X_{jt}$. Então,

$$\frac{Y_t}{L_t} = \sum_j \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} \frac{L_{jt}}{L_t} = \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}}, \tag{7}$$

em que $\theta_{jt} = L_{jt} / L_t$ representa a participação do setor j no emprego agregado, no ano t. A variação da produtividade do trabalho entre t e $t-s$ é dada então por:[14]

$$\begin{aligned}
\frac{Y_t}{L_t} - \frac{Y_{t-s}}{L_{t-s}} &= \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} - \sum_j \theta_{jt-1} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} = \sum_j \left(\theta_{jt} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} - \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \right) \\
&= \sum_j \left(\theta_{jt} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} - \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} + \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} - \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \right) \\
&= \sum_j \left[\theta_{jt} \left(\frac{Y_{jt}}{L_{jt}} - \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \right) + (\theta_{jt} - \theta_{jt-s}) \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \right] \\
&= \sum_j \theta_{jt} \left(\frac{Y_{jt}}{L_{jt}} - \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \right) + \sum_j (\theta_{jt} - \theta_{jt-s}) \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}}.
\end{aligned} \tag{8}$$

O primeiro somatório da última linha representa a parte do crescimento da produtividade decorrente das variações de produtividade intrassetoriais. Por sua vez, o segundo somatório fornece a parte resultante da realocação de trabalhadores entre setores. Considerando então o argumento do primeiro somatório, obtém-se

$$\theta_{jt} \left(\frac{Y_{jt}}{L_{jt}} - \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \right) = \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(\frac{Y_{jt} / L_{jt}}{Y_{jt-s} / L_{jt-s}} - 1 \right) = \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(\frac{\overline{Y}_{jt} / \overline{L}_{jt}}{\overline{Y}_{jt-s} / \overline{L}_{jt-s}} - 1 \right). \tag{9}$$

Substituindo (6) em (9), e esta em (8), obtém-se

$$\begin{aligned}
\frac{Y_t}{L_t} - \frac{Y_{t-s}}{L_{t-s}} = &\left(\text{Efeito capital} - \text{trabalho}\right) + \left(\text{Efeito escala}\right) + \left(\text{Efeito PTF}\right) \\
&+ \left(\text{Efeito cruzado}\right) + \left(\text{Efeito } \textit{share}\right),
\end{aligned} \tag{10}$$

14. A decomposição em (7) pode ser feita, alternativamente, adicionando $\left(-\theta_{jt-s} Y_{jt} / L_{jt} + \theta_{jt-s} Y_{jt} / L_{jt}\right)$ à segunda linha. O resultado consequente será exposto em (12).

em que:

$$\begin{aligned}
&(\text{Efeito capital} - \text{trabalho}) = \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(A_{jt} - 1\right), \\
&(\text{Efeito escala}) = \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(B_{jt} - 1\right), \\
&(\text{Efeito PTF}) = \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(C_{jt} - 1\right), \\
&(\text{Efeito cruzado}) = \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(A_{jt}B_{jt}C_{jt} + 2 - A_{jt} - B_{jt} - C_{jt}\right), \\
&(\text{Efeito } share) = \sum_j \left(\theta_{jt} - \theta_{jt-s}\right) \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}}.
\end{aligned} \tag{11}$$

Alternativamente, a decomposição em (7) pode ser feita adicionando $\left(-\theta_{jt-s} Y_{jt} / L_{jt} + \theta_{jt-s} Y_{jt} / L_{jt}\right)$ à segunda linha. Como resultado, obter-se- ia:

$$\begin{aligned}
&(\text{Efeito capital} - \text{trabalho}) = \sum_j \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} \left(A_{jt} - 1\right), \\
&(\text{Efeito escala}) = \sum_j \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} \left(B_{jt} - 1\right), \\
&(\text{Efeito PTF}) = \sum_j \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} \left(C_{jt} - 1\right), \\
&(\text{Efeito cruzado}) = \sum_j \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} \left(A_{jt}B_{jt}C_{jt} + 2 - A_{jt} - B_{jt} - C_{jt}\right), \\
&(\text{Efeito } share) = \sum_j \left(\theta_{jt} - \theta_{jt-s}\right) \frac{Y_{jt}}{L_{jt}}.
\end{aligned} \tag{12}$$

A tabela 5 reporta os resultados obtidos a partir das decomposições em (11) e (12). Nota-se que entre 71,8% e 77,9%, a depender do método considerado, da queda da produtividade do trabalho entre 2002 e 2009 se deve ao efeito capital-trabalho. Em seguida, em ordem de relevância, vem o efeito PTF, responsável por entre 14,0% e 19,9% daquela queda. Finalmente, o efeito escala foi responsável por entre 4,7% e 9,5% da queda. Nota-se que os efeitos cruzados e *share* tiveram pouca relevância, inclusive com o sinal a depender do método em questão.

TABELA 5
Efeitos agregados, referentes às variações entre 2002 e 2010
(Em % do total)

	Efeitos dados por (11)		Efeitos dados por (12)	
	Levinsohn-Petrin (2003)	Wooldridge (2009)	Levinsohn-Petrin (2003)	Wooldridge (2009)
Efeito capital-trabalho	-71,8	-77,2	-72,8	-77,9
Efeito escala	-9,5	-7,9	-5,4	-4,7
Efeito PTF	-19,9	-16,5	-17,9	-14,0
Efeito cruzado	0,5	0,9	-0,6	-0,1
Efeito *share*	0,7	0,7	-3,4	-3,4

Elaboração do autor, a partir da PIA.

6 CONCLUSÕES

Este trabalho procurou investigar os determinantes da queda da produtividade do trabalho da indústria de transformação no período recente. Mostrou-se que o principal fator para tal foi a queda na relação capital-trabalho exibida por quase a totalidade dos setores da indústria. O segundo fator em ordem de importância se mostrou a queda na PTF apresentada por dois terços dos setores.

Neste ponto, deve-se notar que uma queda na relação capital-trabalho concomitante a uma queda na PTF não é algo propriamente surpreendente. Ao longo das várias economias, um instrumento importante de crescimento da produtividade é justamente a absorção de tecnologia incorporada em novas máquinas e equipamentos. Neste mesmo sentido, o trabalho anteriormente citado de Eaton e Kortum (2001) estima que cerca de 25% da diferença de produtividade entre os países se deve a diferenças nos preços de máquinas e equipamentos. Os autores mostram que a produção mundial desses bens é concentrada em poucos países intensivos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), e o comércio mundial de máquinas possibilita aos demais países a absorção desse esforço de P&D. Dessa forma, em termos de políticas públicas visando ao crescimento da produtividade na economia brasileira, conclui-se pela importância da diminuição de barreiras à importação de máquinas e equipamentos, atividade econômica esta que constitui um importante canal de atualização tecnológica da indústria brasileira.

REFERÊNCIAS

AMNPO – ADVANCED MANUFACTURING NATIONAL PROGRAM OFFICE. **National network for manufacturing innovation**: a preliminary design. Washington, 2013.

ALVES, P.; SILVA, A. **Estimativa do estoque de capital das empresas industriais brasileiras**. Rio de Janeiro: Ipea, 2008. (Texto para Discussão).

EATON, J.; KORTUM, S. Trade in Capital Goods. **European Economic Review**, v. 46, n. 7, p. 1195-1235, 2001.

GONZAGA, G. Rotatividade e qualidade do emprego no Brasil. **Revista de Economia Política**, v. 18, n. 1, p. 120-140, 1998.

KONGSAMUT, P.; REBELO, S.; XIE, D. Beyond balanced growth. **Review of Economic Studies**, v. 68, n. 4, p. 869-882, 2001.

LEVINSOHN, J.; PETRIN, A. Estimating production functions using inputs to control for unobservables. **Review of Economic Studies**, v. 70, n. 2, p. 317-341, 2003.

NGAI, L.R.; PISSARIDES, C.A. Structural change in a multisector model of growth. **American Economic Review**, v. 97, n 1, p. 429-443, 2007.

PETRIN, A.; POI, B.P.; LEVINSOHN, J. Production function estimation in Stata using inputs to control for unobservables. **The Stata Journal**, v. 4, n. 2, p. 113-123, 2004.

SAKELLARIS, P.; WILSON, D.J. Quantifying embodied technological change. **Review of Economic Dynamics**, v. 7, n. 1, p. 1-26, 2004.

VAN BEVEREN, I. Total factor productivity estimation: a practical review. **Journal of Economic Surveys**, v. 26, n. 1, p. 98-128, 2012.

WOOLDRIDGE, J. M. On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. **Economic Letters**, v. 104, n. 3, p. 112-114, 2009.

APÊNDICE

As observações identificadas como *outliers* foram aquelas tais que satisfazem ao menos uma das condições abaixo:

- ao retirá-las, algum dos parâmetros estimados da equação (2) (por OLS) se altera a um valor maior que $2/\sqrt{n}$, em que n representa o número de observações;
- apresentam, em algum ano, uma produtividade do trabalho superior a cinco ou inferior a um quinto do que sua própria média ao longo do período. Para tal finalidade, foram utilizadas as produtividades do trabalho calculadas por meio tanto da receita bruta quanto do valor agregado; e
- procedimento idêntico ao realizado acima, em relação à razão capital-trabalho.
- As tabelas A.1 e A.2 – análogas, respectivamente, às tabelas 1 e 2 – sintetizam as estatísticas resultantes.

TABELA A.1
Variações entre 2002 e 2010, para o setor agregado
(Em % a.a.)

Setores	Produtividade	Valor agregado	Estoque de capital	Pessoal ocupado	Relação capital-trabalho
Indústria de transformação	-2,07	2,29	-3,49	4,45	-7,60
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	-2,09	2,87	-0,59	5,06	-5,38
Fabricação de produtos do fumo	-6,05	-11,19	-7,50	-5,47	-2,15
Fabricação de produtos têxteis	-2,09	-0,68	-6,78	1,44	-8,11
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	-0,71	6,17	-3,66	6,93	-9,90
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	-2,52	0,89	-3,44	3,50	-6,71
Fabricação de produtos de madeira	-2,45	-4,65	-6,40	-2,25	-4,24
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	-1,37	1,57	-2,34	2,99	-5,17
Impressão e reprodução de gravações	-0,06	-6,73	-10,22	-6,67	-3,80
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	-6,11	3,25	2,88	9,96	-6,44
Fabricação de produtos químicos	-1,94	1,41	-5,75	3,42	-8,87
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-2,34	3,38	1,67	5,85	-3,95
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	1,85	7,91	1,70	5,95	-4,01
Metalurgia básica	-3,57	0,34	-3,83	4,05	-7,57
Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	-2,34	4,17	-2,50	6,67	-8,59

(Continua)

(Continuação)

Setores	Produtividade	Valor agregado	Estoque de capital	Pessoal ocupado	Relação capital--trabalho
Fabricação de máquinas e equipamentos	-0,23	5,98	-0,03	6,23	-5,89
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	-5,18	5,66	-4,46	11,43	-14,26
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,73	8,21	-1,30	7,42	-8,12
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	-2,77	-0,85	-5,64	1,97	-7,47
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalates, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	-2,14	2,32	1,62	4,55	-2,80
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	-1,32	1,71	-10,03	3,06	-12,70
Fabricação de outros equipamentos de transporte	-7,05	4,06	5,99	11,95	-5,33
Fabricação de móveis e indústrias diversas	-0,26	1,80	-3,70	2,07	-5,66
Número de setores com variação positiva	2	17	5	19	0
Número de setores com variação negativa	20	5	17	3	22

Elaboração do autor, a partir da PIA.

TABELA A.2
Variações, entre 2002 e 2010, do número de firmas, e, das respectivas variáveis, por firma
(Em % a.a.)

Setores	Número de firmas	Valor agregado	Estoque de capital	Pessoal ocupado
Indústria de transformação	4,00	-1,65	-7,21	0,43
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	3,82	-0,92	-4,24	1,20
Fabricação de produtos do fumo	-0,41	-10,83	-7,12	-5,08
Fabricação de produtos têxteis	3,75	-4,27	-10,15	-2,22
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	6,39	-0,21	-9,45	0,50
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	3,91	-2,91	-7,08	-0,40
Fabricação de produtos de madeira	-1,49	-3,21	-4,98	-0,78
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	3,87	-2,21	-5,98	-0,85
Impressão e reprodução de gravações	-2,89	-3,95	-7,55	-3,89
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	2,37	0,86	0,50	7,42
Fabricação de produtos químicos	3,08	-1,62	-8,57	0,33
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	4,64	-1,20	-2,83	1,16
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	4,59	3,17	-2,76	1,30
Metalurgia básica	5,19	-4,61	-8,57	-1,08

(Continua)

(Continuação)

Setores	Número de firmas	Valor agregado	Estoque de capital	Pessoal ocupado
Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	6,46	-2,15	-8,41	0,20
Fabricação de máquinas e equipamentos	4,83	1,09	-4,64	1,33
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	5,07	0,57	-9,07	6,06
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	4,62	3,43	-5,66	2,68
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	3,37	-4,08	-8,72	-1,35
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalates, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	3,73	-1,36	-2,03	0,79
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	2,97	-1,23	-12,63	0,09
Fabricação de outros equipamentos de transporte	6,79	-2,56	-0,76	4,83
Fabricação de móveis e indústrias diversas	2,11	-0,31	-5,70	-0,04
Número de setores com variação positiva	19	5	1	13
Número de setores com variação negativa	3	17	21	9

Elaboração do autor, a partir da PIA.

TABELA A.3
Efeitos por setores, a partir de Wooldridge (2009), referentes às variações entre 2002 e 2010
(Em % do total)

Setores	Efeito capital--trabalho	Efeito escala	Efeito PTF	Efeito cruzado
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	-65,0	-17,1	-22,4	4,5
Fabricação de produtos do fumo	-9,3	26,5	-109,3	-8,0
Fabricação de produtos têxteis	-78,2	39,7	-60,8	-0,7
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	-216,5	-22,8	157,3	-18,0
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	-45,7	5,5	-64,1	4,4
Fabricação de produtos de madeira	-28,7	5,5	-79,9	3,1
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	-77,1	7,8	-32,5	1,7
Impressão e reprodução de gravações	-1.225,8	927,8	259,1	-61,1
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	-9,8	-93,7	-0,2	3,7
Fabricação de produtos químicos	-120,0	-4,2	28,6	-4,4
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	-34,7	-13,4	-57,4	5,5
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	-56,8	-8,3	183,0	-17,9
Metalurgia básica	-47,8	6,0	-64,4	6,2
Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos	-62,9	-0,9	-40,7	4,6
Fabricação de máquinas e equipamentos	-518,9	-68,3	538,8	-51,6

(Continua)

(Continuação)

Setores	Efeito capital-trabalho	Efeito escala	Efeito PTF	Efeito cruzado
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	-47,5	13,3	-72,8	7,0
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	-154,7	-74,7	372,2	-42,8
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	-61,4	-0,7	-43,4	5,5
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalates, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	-20,0	-5,2	-78,0	3,3
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	-183,8	0,3	102,4	-19,0
Fabricação de outros equipamentos de transporte	-19,7	-4,1	-85,4	9,3
Fabricação de móveis e indústrias diversas	-426,5	1,5	356,7	-31,8
Número de setores com variação positiva	0	10	7	13
Número de setores com variação negativa	22	12	15	9

Elaboração do autor, a partir da PIA.

CAPÍTULO 2

P&D, INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA BRASILEIRA*

Luiz Ricardo Cavalcante**
Paulo de Andrade Jacinto***
Fernanda De Negri****

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, tem havido um crescente reconhecimento de que a retomada do ciclo de crescimento e inclusão que marcou a economia brasileira ao longo da década de 2000 requer a elevação de seus níveis de produtividade. Com efeito, Cavalcante e De Negri (2014) demonstram que algo entre 30% e 50% do crescimento do produto interno bruto (PIB) *per capita* no período entre 2000 e 2011 pode ser creditado ao aumento das taxas de ocupação e participação no mercado de trabalho. Isto explica por que este indicador se descola da produtividade do trabalho quando suas trajetórias são reveladas graficamente e os leva a argumentar que a preservação das maiores taxas de crescimento do PIB *per capita* somente pode ser alcançada se houver crescimento representativo da produtividade do trabalho ao longo dos próximos anos, uma vez que – de acordo com as projeções demográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – não se esperam índices elevados de crescimento das taxas de participação e ocupação no futuro próximo.

Ao lado desse reconhecimento, entretanto, há recorrentes evidências de reduzidos níveis de crescimento da produtividade no Brasil nos últimos anos. De acordo com dados sistematizados por Cavalcante e De Negri (2014), a produtividade do trabalho manteve, nas décadas de 1990 e 2000, uma trajetória de crescimento estável, porém reduzido. Ainda que os diferentes métodos utilizados para ajustar as séries de pessoal ocupado (PO) possam levar a resultados um pouco diferentes,

* Este trabalho corresponde a uma versão revisada e ampliada do artigo intitulado "Inovação, P&D e Produtividade na Indústria Brasileira" publicado no Boletim *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior*, v. 34, ago. 2014. A presente versão foi discutida na 8th Conference on Micro Evidence on Innovation and Development (MEIDE), que ocorreu em Nova Déli em fevereiro de 2015. Os autores agradecem a Glaucia Ferreira e a Leandro Justino Pereira Veloso pelo apoio na manipulação dos dados necessários para a elaboração deste trabalho. Os erros e omissões são de responsabilidade dos autores.

** Consultor legislativo do Senado Federal.
*** Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia do Desenvolvimento (PPGE) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).
**** Diretora da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Ipea.

a ordem de grandeza da taxa de crescimento da produtividade do trabalho medida com base no valor agregado no Brasil é de 1%, ao longo das duas últimas décadas.

Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e em inovação são, indiscutivelmente, fatores correlacionados com a produtividade do trabalho e podem contribuir para sua melhoria no futuro. Dessa forma, a análise da relação entre investimentos em P&D, inovação e produtividade na economia brasileira no período recente pode subsidiar a eventual focalização das políticas em segmentos em que a produtividade é mais sensível aos esforços de inovação nas empresas. Esses esforços envolvem não apenas as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), mas também aspectos como a aquisição de máquinas e equipamentos, por exemplo.

O objetivo deste trabalho é analisar a relação entre investimentos em P&D, inovação e produtividade do trabalho na indústria brasileira entre 2000 e 2008. O artigo é formado por mais quatro seções além desta introdução. Na seção 2, apresenta-se uma breve revisão bibliográfica sobre o tema. Essa revisão serve para a definição, na terceira seção, dos procedimentos metodológicos usados no trabalho. Na quarta seção, apresentam-se os resultados obtidos com a aplicação da metodologia descrita na seção precedente. Finalmente, as principais conclusões são destacadas na seção 5.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ainda que a existência de uma relação entre inovação e produtividade seja dificilmente contestada, o debate sobre esse tema na prática é complexo por duas razões principais. Em primeiro lugar, as dificuldades de mensuração tanto da inovação como da produtividade colocam severos obstáculos para a constatação empírica da relação entre essas duas variáveis. Em segundo lugar, a mera constatação de relação positiva entre essas duas dimensões tem reduzidas implicações práticas para a formulação de políticas que visem promover ganhos de produtividade, uma vez que os governos têm escassas possibilidades de manejar a inovação, cabendo-lhes, na maior parte dos casos, algum controle sobre os esforços empreendidos pelas empresas para essa finalidade por meio, por exemplo, de incentivos às atividades de P&D ou à aquisição de máquinas e equipamentos mais modernos. Assim, é preciso distinguir a relação entre inovação e produtividade da relação entre esforços de inovação (por exemplo, P&D) e produtividade. Nesse caso, as implicações não são tão evidentes porque os esforços para inovar podem fracassar e não resultar em ganhos de produtividade.

Griliches (1979, p. 17) assinala que os trabalhos que discutem a relação entre inovação e produtividade segmentam-se, de acordo com o método que adotam para explorar essa relação, em dois blocos principais: *i)* estudos de caso; e

ii) estimativas econométricas de funções de produção. Os estudos de caso podem capturar dimensões dessa relação dificilmente acessíveis em bases de dados coletadas de forma padronizada, mas requerem um tempo maior para sua elaboração e são sistematicamente sujeitos a questionamentos quanto às conclusões gerais que se podem extrair deles. Os estudos econométricos – que constituem o foco deste trabalho –, por sua vez, podem prover conclusões de caráter mais geral, mas, muitas vezes, deparam-se com aspectos como causalidade e endogeneidade. Nos termos de Griliches (1979, p. 19, tradução livre):

> Sérias dificuldades na análise econométrica resultam do fato de que a maioria das variáveis de interesse tende a mover-se conjuntamente no tempo e no espaço, tornando mais difícil o desembaraço de seus efeitos individuais. Além disso, não é fácil estabelecer relações de causalidade. Os próprios investimentos em pesquisa e desenvolvimento são afetados pelo nível de resultado e pelos lucros e produtividade passados. Isso exige que se formulem modelos de equações simultâneas e leva a técnicas de estimação muito mais complexas.[1]

De uma forma geral, os trabalhos que examinam econometricamente as relações entre inovação e produtividade e entre P&D e produtividade remetem ao artigo originalmente publicado por Griliches (1979), um *survey* no qual o autor discute a contribuição parcial das atividades de P&D para o crescimento da produtividade mantendo constantes os demais insumos (capital e trabalho). Trata-se, assim, de uma abordagem que Conte e Vivarelli (2005) denominam de "função de produção de conhecimento" e que parte da premissa de que os insumos de inovação (por exemplo, P&D) determinam os resultados do processo de inovação (inovações de produto e processo, por exemplo) que, por sua vez, influenciam a produtividade. Essencialmente, em um modelo dessa natureza, constrói-se uma função de produção na qual um dos insumos é o estoque de conhecimento técnico. Genericamente, $Y = f\left(X, C, u\right)$, onde Y é uma medida de produto, X é um vetor de insumos (tipicamente capital e trabalho), C é uma medida do estoque de conhecimento técnico e u é um termo de erro. Ortega-Argilés, Potters e Vivarelli (2011), por exemplo, trabalham uma especificação diretamente obtida de uma função de produção semelhante a uma Cobb-Douglas indicada na equação 1.

$$\ln\left(\frac{Y}{L}\right) = \alpha + \beta \ln\left(\frac{K}{L}\right) + \gamma \ln\left(\frac{C}{L}\right) + \lambda \ln\left(L\right) + \eta_i + \upsilon_{i,t} \qquad (1)$$

1. *Serious difficulties in econometric inference result from the fact that most of the variables of interest tend to move together over time and space, making it hard to untangle their separate effects. Moreover, it is not easy to establish causality. Research and development investments are themselves affected by the level of output and by past profits and productivity, forcing one to formulate simultaneous equations models and to turn towards much more complex estimation techniques* (Griliches, 1979, p. 19).

Na equação 1 (estimada para um painel das 532 empresas europeias que mais investem em P&D durante seis anos), Y é uma medida de produto como o valor agregado, K é uma medida de capital, C é uma medida de conhecimento e L é uma medida do pessoal ocupado (ou, mas genericamente, de trabalho). Pode-se perceber que o foco da equação 1 é a produtividade do trabalho (Y/L) e que os estoques de capital e de conhecimento são divididos pelo pessoal ocupado visando à padronização dos dados e a eliminação dos efeitos relativos ao tamanho da empresa. Além disso, o pessoal ocupado é usado como variável de controle (um coeficiente λ positivo indica retornos crescente de escala), η_i é um efeito individual idiossincrático e $\nu_{i,t}$ é um termo de erro. O modelo foi estimado usando *dummies* setoriais a dois dígitos e *dummies* de tempo e os estoques de capital e de conhecimento foram calculados usando o método do inventário perpétuo.

No modelo adotado por Ortega-Argilés, Potters e Vivarelli (2011), o estoque de conhecimento é calculado com base nos gastos presentes e passados em P&D. Um modelo mais geral poderia considerar variáveis adicionais (como os fluxos de conhecimento externos dirigidos à empresa) para estimar o estoque de conhecimento. Nesse caso, poderiam ser considerados, por exemplo, os gastos em P&D externo ou a aquisição de máquinas e equipamentos para a inovação.

Modelos que estimam os coeficientes para uma função de produção que incorpora alguma medida do estoque de conhecimento são relativamente simples e intuitivos. Além disso, as regressões apresentadas por Ortega-Argilés, Potters e Vivarelli (2009; 2011) reafirmam que o estoque de conhecimento tem um impacto positivo e significante na produtividade das empresas e demonstram que o coeficiente de elasticidade cresce monotonamente à medida que se passa dos setores de menor para os de maior intensidade tecnológica. Os autores argumentam então que "esse resultado sugere que as firmas em setores de alta intensidade tecnológica estão muito à frente em termos do impacto de seus investimentos em P&D na produtividade, pelo menos no que diz respeito aos maiores investidores em P&D europeus" (Ortega-Argilés; Potters; Vivarelli, 2011, p. 817, tradução livre).[2] Trata-se de uma conclusão que contrasta com a eventual prescrição de setores de baixa intensidade tecnológica como alvos preferenciais dos investimentos em P&D. Essa prescrição seria fundamentada na maior escassez de investimentos em P&D nos setores de menor intensidade tecnológica (o que, em tese, os levaria a exibir retornos maiores). Ao transcenderem as proposições de caráter mais geral e indicarem alvos preferenciais, Ortega-Argilés, Potters e Vivarelli (2009; 2011) proveem elementos para a formulação de políticas de inovação com ênfase nos ganhos de produtividade.

2. *This outcome suggests that firms in high-tech sectors are still far ahead in terms of the impact on productivity of their R&D investments, at least as regards top European R&D investors* (Ortega-Argilés; Potters; Vivarelli, 2011, p. 817).

Contudo, o modelo adotado por Ortega-Argilés, Potters e Vivarelli (2009; 2011) tem limitações ao não considerar o viés de seleção e por não levar em conta a decisão da empresa em se envolver nas atividades de P&D. Além disso, independentemente da forma funcional escolhida para o cálculo do estoque de conhecimento, modelos dessa natureza assumem que os esforços de inovação convertem-se em inovações de maneira homogênea no conjunto das empresas para, então, influenciarem seus níveis de produtividade. Com efeito, esses modelos associam os esforços de inovação aos ganhos de produtividade e não capturam de que forma esses esforços efetivamente convertem-se (ou não) em inovações antes de influenciarem a produtividade das empresas.

Foi esse tipo de limitação que levou Paker e Griliches (1980) a publicarem um *working paper* mais tarde convertido em um capítulo de livro (Paker; Griliches, 1984) no qual exploram econometricamente a relação entre esforços de P&D e patentes. Trata-se, assim de um ponto de partida para modelos estruturais que "explicitamente considera o fato de que não é o esforço para a inovação, mas seu resultado, que eleva a produtividade" (Crépon; Duguet; Mairesse, 1998, p. 116, tradução livre) e que passaram a empregar os *surveys* de inovação como suas principais fontes de dados.[3] Um modelo estrutural dessa natureza foi proposto por Crépon, Duguet e Mairesse (1998) e ficou conhecido como modelo CDM.

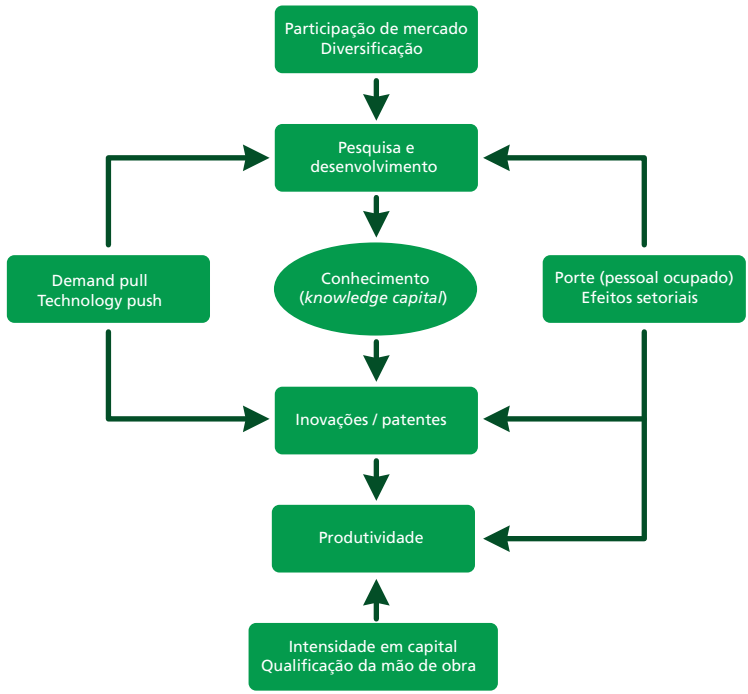
Conforme indicado no trabalho em que foi originalmente publicado, o modelo CDM é "um modelo estrutural que explica a produtividade com base no resultado da inovação e o resultado da inovação com base no investimento em pesquisa" (Crépon; Duguet; Mairesse, 1998, p. 115, tradução livre).[4] O modelo visa controlar a presença de possíveis vieses de seleção e simultaneidade entre as variáveis analisadas.

A figura 1 a seguir mostra esquematicamente a estrutura do modelo CDM.

3. *"Explicitly account for the fact that it is not innovation input (R&D) but innovation output that increases productivity"* (Crépon; Duguet; Mairesse, 1998, p. 116).

4. *"A structural model that explains productivity by innovation output, and innovation output by research investment"* (Crépon; Duguet; Mairesse, 1998, p. 115).

FIGURA 1
Estrutura do modelo CDM



Fonte: Crépon, Duguet e Mairesse (1998, p. 118).

Assim, o modelo é formado por três relações:

- a relação entre as atividades de P&D e seus determinantes;
- a relação entre os indicadores de resultado da inovação e as atividades de P&D; e
- a relação entre a produtividade e os indicadores de resultado da inovação.

Essas três relações, na prática, formam os três estágios descritos a seguir (Crépon; Duguet; Mairesse, 1998; Mohnen; Hall, 2013).

Estágio 1: relação entre as atividades de P&D e seus determinantes

Esse estágio é formado por duas equações. A primeira delas avalia a probabilidade da empresa engajar-se em atividades de P&D e na segunda estima-se a intensidade dessas atividades:

$$r_1 = 1\left[r_1^* = X_1\beta_1 + \varepsilon_1 > 0\right] \quad (2)$$

$$r_2 = r_2^* = X_2\beta_2 + \varepsilon_2 \;\; se \;\; r_1^* > 0$$
$$r_2 = r_2^* = 0 \; se \; r_1^* \leq 0 \tag{3}$$

onde r_1 é uma *dummy* que indica se a empresa faz ou não P&D, r_2 é a intensidade em P&D (por exemplo, a relação entre gastos em P&D e a receita operacional líquida), X_1 e X_2 são vetores de variáveis explicativas e ε_1 e ε_2 são termos de erro. No conjunto das variáveis explicativas incluídas em X_1 e X_2 podem figurar aspectos como pessoal ocupado, se a firma exporta, se a firma é de capital nacional, a proporção da receita líquida de vendas e os setores com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE).

Estágio 2: relação entre os indicadores de resultado da inovação e as atividades de P&D

Nesse estágio, relacionam-se os indicadores de resultado da inovação com as atividades de P&D estimadas no estágio precedente. Na versão apresentada por Mohnen e Hall (2013), esse estágio é formado pelas duas equações indicadas a seguir:

$$i_1 = 1\left[i_1^* = W_1\gamma_1 + \eta_1 > 0 \right] \tag{4}$$

$$i_2 = i_2^* = W_2\gamma_2 + \eta_2 \;\; se \;\; i_1^* > 0$$
$$i_2 = i_2^* = 0 \text{ se } i_1^* \leq 0 \tag{5}$$

onde i_1 é uma *dummy* que indica se a empresa inovou ou não (inovação de produto para o mercado nacional, por exemplo), i_2 é a intensidade de resultado da inovação (por exemplo, percentual da receita proveniente de produtos inovadores), W_1 e W_2 (formados, inclusive, por r_1^* ou r_2^*) são vetores de variáveis explicativas e η_1 e η_2 são termos de erro.

Estágio 3: relação entre a produtividade e os indicadores de resultado da inovação

Nesse estágio, a inovação *i* (que pode corresponder a i_1^*, i_2^*, i_1 ou i_2) é usada, ao lado de um vetor de variáveis explicativas, como determinante dos níveis de produtividade:

$$\frac{Q}{L} = Z\mu + i\phi + u \tag{6}$$

onde *Q/L* é uma medida de produtividade, *Z* é um vetor de variáveis explicativas e u é um termo de erro.

Essencialmente, o modelo CDM visa controlar a presença de possíveis vieses de seleção e simultaneidade entre as variáveis analisadas. Versões alternativas do modelo CMD podem incluir, ao lado dos determinantes da probabilidade de fazer atividades de P&D e intensidade de P&D (estágio 1), os determinantes da probabilidade de empreender outros esforços que podem resultar em inovações. Assim, pode-se prever, adicionalmente, o bloco 1a (determinantes da probabilidade de adquirir máquinas e equipamentos para inovação e magnitude desse investimento). Esse bloco é definido de maneira análoga ao bloco 1 e provê variáveis explicativas r_1^* e r_2^* adicionais para o bloco 2.

É evidente que o modelo CDM tem o mérito de lidar com o viés de seleção. Mas as especificações dos diferentes estágios precisam ser diferentes e na prática a escolha das variáveis usadas em cada estágio é feita de maneira *ad hoc*. Além disso, as conclusões extraídas dos trabalhos que adotam o modelo CDM são ainda bastante intuitivas e poderiam, em princípio, ser obtidas sem a necessidade do rigor metodológico do modelo. O trecho a seguir, extraído do resumo de trabalho original de Crépon, Duguet e Mairesse (1998, p. 115, tradução livre) reafirma essa percepção:

> Entretanto, nossos principais resultados são consistentes com muitos fatos estilizados da literatura empírica. A probabilidade de uma empresa se engajar em atividades de P&D aumenta com o porte, com a participação de mercado e a diversificação e com indicadores *demand pull* e *technology push*. O esforço de pesquisa (intensidade em capital de P&D) de uma empresa que faz atividades de pesquisa aumenta com as mesmas variáveis exceto o porte (o capital de P&D é estritamente proporcional ao porte). Os resultados de inovação da empresa medidos pelo número de patentes ao faturamento com produtos inovadores aumentam com seu esforço de pesquisa e com indicadores *demand pull* e *technology push* tanto direta como indiretamente através de seus esforços de pesquisa. Finalmente, a produtividade da empresa é positivamente correlacionada com os resultados de inovação, mesmo levando-se em conta a qualificação da mão de obra e a intensidade em capital físico.[5]

Assim, os resultados obtidos com o modelo CDM parecem até agora intuitivos, mas com reduzidas implicações de políticas. Por sua vez, a aplicação de métodos mais simples, mas que segmentam os setores de acordo com seus níveis de intensidade tecnológica, fornece subsídios para a focalização das políticas de P&D e inovação, ainda que esteja sujeita a críticas em virtude de seu cuidado reduzido com o viés de seleção.

---

5. *However our main results are consistent with many of the stylized facts of the empirical literature. The probability of engaging in research (R&D) for a firm increases with its size (number of employees), its market share and diversification, and with the demand pull and technology push indicators. The research effort (R&D capital intensity) of a firm engaged in research increases with the same variables, except for size (its research capital being strictly proportional to size). The firm innovation output, as measured by patent numbers or innovative sales, rises with its research effort and with the demand pull and technology indicators, either directly or indirectly through their effects on research. Finally, firm productivity correlates positively with a higher innovation output, even when controlling for the skill composition of labor as well as for physical capital intensity* (Crépon, Duguet e Mairesse, 1998, p. 115).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho amparam-se largamente na revisão bibliográfica apresentada na seção precedente. A análise apoia-se em regressões *cross-section*, com dados relativos a 2008, e em painel, com dados relativos às quatro edições da Pesquisa de Inovação (Pintec) na década de 2000.

O primeiro modelo, usando em regressões *cross section* com dados relativos a 2008, emprega a seguinte equação para a produtividade do trabalho:

$$\ln\left(\frac{Y_i}{L_i}\right) = \alpha + \beta \ln\left(\frac{K_i}{L_i}\right) + \gamma \ln\left(L_i\right) + \lambda \ln\left(P\&D_i/L_i\right) + \upsilon_i \qquad (7)$$

onde (Y_i/L_i) é a produtividade do trabalho, (K_i/L_i) é uma medida de capital por trabalhador, L_i é o pessoal ocupado e $(P\&D_i/L_i)$ corresponde aos gastos em P&D da empresa por trabalhador. Trata-se de um modelo análogo ao empregado por Ortega-Argilés, Potters e Vivarelli (2011). Essa equação é estendida com a inclusão de uma variável para captar os investimentos em máquinas e equipamentos, além de *dummies* setoriais e de controle adicionais que consideram o pessoal ocupado de terceiro grau, a atividade exportadora e a origem do capital.

O segundo modelo apoia-se em um conjunto de regressões em painel considerando informações sobre investimentos em P&D e produtividade para dados das edições da Pintec referentes aos náos de 2000, 2003, 2005 e 2008. Trata-se de um painel desbalanceado, uma vez que empresas com menos de 500 funcionários não estão necessariamente presentes em todas as edições da pesquisa. Assim, para ser considerada no modelo, considerou-se que a observação deveria aparecer no painel pelo menos em dois momentos do tempo. O modelo estimado emprega a seguinte equação para a produtividade do trabalho:

$$\ln\left(\frac{Y_{i,t}}{L_{i,t}}\right) = \alpha + \beta \ln\left(\frac{K_{i,t}}{L_{i,t}}\right) + \gamma \ln\left(L_{i,t}\right) + \lambda \ln\left(\text{Estoque } P\&D_{i,t}/L_{i,t}\right) + \upsilon_{i,t} \qquad (8)$$

onde $(Y_{i,t}/L_{i,t})$ é a produtividade do trabalho, $(K_{i,t}/L_{i,t})$ é uma medida de capital por trabalhador, $L_{i,t}$ é o pessoal ocupado e (estoque $P\&D_{i,t}/L_{i,t}$) é o estoque de P&D da empresa por trabalhador. Essa última variável registra uma primeira tentativa, dada a série limitada de edições da Pintec, de levar em conta não apenas o investimento presente em P&D, mas também o conhecimento acumulado em decorrência dos investimentos realizados no passado. A construção dessa variável é baseada na soma dos investimentos em P&D realizados ao longo das quatro edições da Pintec e sobre a qual se aplica uma taxa de depreciação convergente com o padrão

adotado na literatura.[6] Isso significa que, em 2000 (primeiro ano da Pintec), o estoque de P&D é exatamente igual ao fluxo de investimento em P&D naquele ano. Da mesma forma que no modelo anterior, a equação 8 é estendida com a inclusão de *dummies* setoriais, variáveis de controle adicionais que consideram o pessoal ocupado de terceiro grau, a atividade exportadora e a origem do capital. As equações foram estimadas em um modelo em painel com efeitos aleatórios.

Embora as equações 7 e 8 permitam identificar a existência ou não de uma relação entre investimentos em P&D e produtividade, um aspecto que não foi considerado em sua estimação está relacionado ao viés de seleção, uma vez que não se considerou a decisão da empresa em se envolver nas atividades de P&D. Para levar esse aspecto em consideração, relacionaram-se os investimentos em P&D e a produtividade seguindo uma estrutura de equações semelhante à proposta pelo modelo CDM, que visa controlar a presença de possíveis vieses de seleção e simultaneidade entre as variáveis analisadas, mas considerando uma estrutura com apenas dois blocos de equações. O sistema faz a correção para o problema de seletividade por meio da inclusão de um bloco de equações de determinantes da probabilidade de fazer atividades de P&D e da intensidade de P&D consistente com as equações 2 e 3 mostradas na seção 2. Em particular, a equação 2 (que indica se a empresa faz ou não atividade de P&D) é utilizada como uma regressão auxiliar para controlar a seletividade das empresas que fazem P&D no período considerado na análise. Por sua vez, a equação 3 (que estima os gastos em P&D da empresa) inclui a variável inversa de Mills para controle da seletividade. Finalmente, as equações 7 e 8 foram reestimadas considerando as variáveis calculadas para investimentos em P&D e estoque de investimentos em P&D. Conforme se pode observar, empregou-se, neste trabalho, uma versão simplificada do modelo CDM, uma vez que o segundo estágio descrito na seção 2 não foi estimado.

Uma novidade nas estimações em relação à literatura disponível para o Brasil é que esses modelos foram estimados tanto para a indústria como um todo quanto para grupos diferentes de setores de atividade. Dessa forma, os setores de atividade econômica foram agregados segundo a classificação de intensidade tecnológica utilizada pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) e foram estimados modelos para cada um desses grupos de setores.

Para a estimação dos modelos acima descritos foram utilizadas informações da Pintec e da Pesquisa Industrial Anual (PIA) para os anos de 2000, 2003, 2005 e 2008, ambas as pesquisas realizadas pelo IBGE. Também foi utiliza a base de dados da Relação Anual de Informação Social (Rais), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), além das informações públicas oriundas da Secretaria de Comércio Exterior (Secex), do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). O quadro 1 faz um sumário das variáveis utilizadas nas análises de regressão.

6. As taxas anuais de depreciação do estoque de P&D foram fixadas em 7,5% ao ano para os setores de baixa intensidade tecnológica, 10,0% para os setores de média-baixa, 12,5% para os setores de média-alta e 15,0% para os setores de alta.

QUADRO 1
Síntese das variáveis utilizadas

Variáveis	Descrição
Capital por pessoal ocupado	Razão entre o estoque de capital e o pessoal ocupado. Utilizou-se uma atualização do estoque de capital originalmente estimado por Silva e Alves (2008)
Investimento em P&D por pessoal ocupado	Razão entre o valor do investimento em P&D da empresa no ano e o pessoal ocupado
Pessoal ocupado	Pessoal ocupado
Proporção de pessoal ocupado com 3º grau completo	Proporção de pessoal ocupado com 3º grau completo
Empresa exportadora	Assume valor um se a empresa é uma empresa exportadora
Empresa de capital nacional	Assume valor 1 se a empresa é uma empresa de capital nacional na Pintec
Setor	*Dummies* para setores com base na CNAE
Estoque de conhecimento por pessoal ocupado	Estoque de P&D, estimado com base na série de gastos em P&D da empresa.
Máquinas e equipamentos por pessoal ocupado	Despesa com máquinas e equipamentos por pessoal ocupado
Idade da empresa	Idade da empresa em anos
Proporção da receita liquida de vendas	Razão da receita líquida de vendas da empresa pela soma da receita líquida por CNAE

Elaboração dos autores.

4 INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA BRASILEIRA: ANÁLISE DOS RESULTADOS

Uma breve análise das estatísticas descritivas extraídas da Pintec sugere a existência de uma relação positiva entre inovação e produtividade do trabalho. Com efeito, conforme mostrado na tabela 1, cujo foco é a indústria de transformação e cuja fonte é a edição da Pintec referente ao período 2006-2008, as empresas que implementaram algum tipo de inovação têm uma produtividade do trabalho superior à média (R$ 45,50 mil / trabalhador contra R$ 39,03 mil / trabalhador), ao passo que as empresas que não inovaram têm uma produtividade inferior à média (R$ 34,93 mil / trabalhador).

TABELA 1
Produtividade do trabalho da indústria de transformação, 2008
(R$ mil)

	Número de empresas	Prod. trab. (VTI/PO)
Total (indústria de transformação)	98.420	39,03
Inovação de produto ou de processo	37.808	45,50
Inovação de produto	22.749	46,82
Inovação de processo	31.793	42,86
Apenas inovação de produto	6.015	59,45
Apenas inovação de processo	15.059	43,50
Inovação de produto e de processo	16.734	42,29
Não inovadoras	60.612	34,93

Elaboração dos autores, com base nos dados da Pintec 2008.

Essas estatísticas sugerem, assim, a existência de uma relação positiva entre produtividade do trabalho e inovação. A tabela 1 sugere ainda que qualquer tipo de inovação (de produto, de processo ou as diferentes combinações dessas modalidades) está associado a maiores níveis de produtividade do trabalho. Em particular, as empresas que implementaram apenas inovações de produto têm níveis de produtividade do trabalho cerca de 30% maiores do que a média da indústria de transformação.

A tabela 2 mostra que os níveis de produtividade são crescentes à medida que as empresas inovam para o mercado nacional e para o mercado mundial. Assim, a produtividade das empresas que inovam para o mercado mundial corresponde a mais do que o dobro da produtividade média do setor. Mesmo as empresas que inovam para o mercado nacional já têm níveis de produtividade bastante superiores à média da indústria de transformação (R$ 67,30 mil / trabalhador contra R$ 39,03 mil / trabalhador).

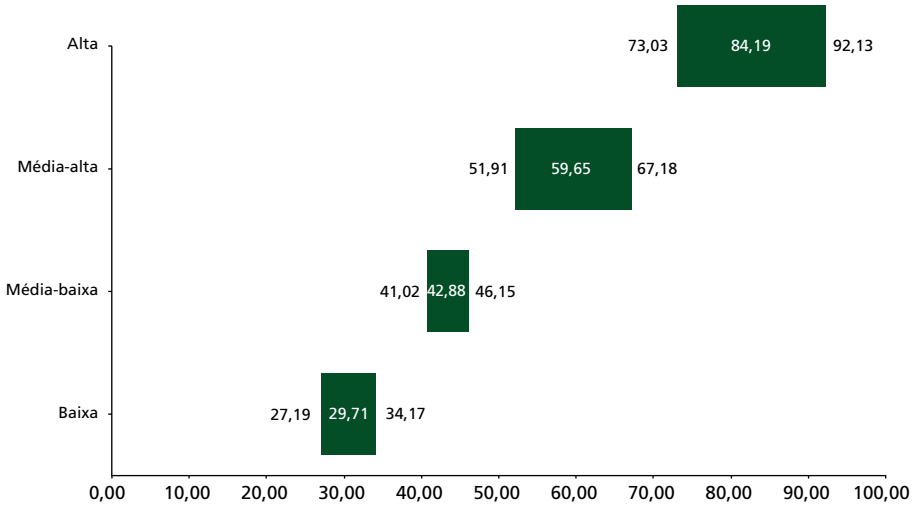
TABELA 2
Produtividade do trabalho da indústria de transformação, 2008
(R$ mil)

	Número de empresas	Prod. trab. (VTI/PO)
Total (indústria de transformação)	98.420	39,03
Inova (empresa, mercado nacional ou mundial)	37.808	45,50
Inovação para a empresa	35.435	43,91
Inovação para o mercado nacional	4.420	67,30
Inovação para o mercado mundial	309	96,38
Empresas que não implementaram inovação	60.612	34,93

Elaboração dos autores, com base nos dados da Pintec 2008.

A segmentação das empresas de acordo com sua intensidade tecnológica revela que, em média, os níveis de produtividade são ascendentes à medida que se passa dos setores de baixa para os setores de alta tecnologia. O gráfico 1 apresenta a produtividade do trabalho da indústria de transformação por intensidade tecnológica. No gráfico, no centro de cada barra indicam-se os valores médios da produtividade para os quatro grupos. À esquerda e à direita das barras indicam-se os valores médios para as empresas que não inovaram e que inovaram.

GRÁFICO 1
Produtividade do trabalho da indústria de transformação, 2008 (R$ mil) por intensidade tecnológica, 2008



Elaboração dos autores, com base nos dados da Pintec 2008.

Conforme se pode observar, a produtividade cresce à medida que se passa dos setores de baixa para os setores de alta intensidade tecnológica. Além disso, o valor médio da produtividade das empresas que inovaram em cada grupo é sempre inferior ao valor médio da produtividade das empresas que não inovaram no grupo imediatamente superior.[7]

O conjunto de estatísticas descritivas apresentadas até aqui efetivamente sugere a existência de uma relação entre inovação e produtividade. Essa análise é aprofundada nas duas próximas subseções, que mostram as estimativas obtidas a partir de regressões *cross-section* e em painel usando as equações 7 e 8 e enfatizando

7. Os resultados mostrados no gráfico 1 correspondem à média simples da produtividade das empresas em cada grupo. Um cálculo ponderado da produtividade (que resultaria do quociente do VTI e o PO do conjunto das empresas em cada grupo) leva a valores um pouco menos intuitivos porque, nesse caso, o setor de média-alta exibe resultados surpreendentemente altos. Acredita-se que isso seja consequência da inclusão, nesse grupo, das empresas de petróleo que, por sua intensidade em capital, apresentam níveis elevados de VTI, de pessoal ocupado e de produtividade do trabalho.

os investimentos em P&D, que são uma variável que as políticas públicas têm mais condições de influenciar (por meio de incentivos fiscais, por exemplo), do que a inovação. Na subseção 4.1, discutem-se os resultados obtidos sem considerar o viés de seleção. Em seguida, esse aspecto é considerado nas estimativas discutidas na subseção 4.2.

4.1 P&D e produtividade: estimativas sem controle de viés de seleção

No primeiro modelo, a produtividade foi regredida usando a especificação descrita na equação 7 estendida e sem controle para viés de seleção para uma *cross-section* considerando o conjunto da indústria e grupos de acordo com a intensidade tecnológica. As estimativas estão mostradas na tabela 3.

TABELA 3
Regressão *cross-section* para a produtividade do trabalho nas empresas industriais brasileiras, 2008

	Geral	Intensidade tecnológica			
		Baixa	Média-baixa	Média-alta	Alta
Log do estoque de capital por pessoal ocupado	0,122***	0,181***	0,151***	0,143***	0,0631***
Log do investimento em P&D por pessoal ocupado	0,104***	0,105***	0,0315	0,108***	0,211***
Log do pessoal ocupado	0,0554***	0,0835**	0,0424	0,0426	0,00697
Proporção de pessoal ocupado com 3º grau completo	7,45e-05***	5,06e-05	7,40e-05**	6,14e-05	0,000288*
Empresa exportadora	0,331***	0,206**	0,345***	0,393***	0,144
Empresa de capital nacional	-0,410***	-0,439***	-0,365***	-0,455***	-0,181
Constante	2,976***	2,191***	2,222***	2,436***	3,606***
Controles setoriais	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Observações	1.517	409	295	614	199
R^2	0,419	0,461	0,447	0,448	0,288
Estatística F	36,98	20,93	17,46	44,39	9,62

Elaboração dos autores, com base nos dados da Pintec 2008.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.
Obs.: Todas as variáveis explicativas, com exceção das *dummies* e da proporção de pessoal com terceiro grau, estão em logaritmos.

No modelo estimado para toda a indústria, todos os coeficientes foram positivos e significativos a 1% de confiança e com os sinais esperados (exceto para a maioria das *dummies* setoriais, que não foram reportadas por razões de espaço). O sinal positivo para os coeficientes é consistente com as expectativas e com os fatos estilizados sobre a relação entre as variáveis utilizadas e a produtividade do trabalho. A relação entre investimentos em P&D e produtividade do trabalho foi positiva e significativa no modelo geral e para os setores de baixa, média-alta e alta intensidade tecnológica. Nos setores de média-baixa intensidade tecnológica, o

coeficiente não foi significativo. Uma possível explicação para isso é o fato de que a Petrobras, que é uma das maiores investidoras em P&D na economia brasileira, esteja em um setor ("fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis") classificado como de média-baixa intensidade tecnológica, o que pode distorcer os resultados observados para esse grupo.

A magnitude dos coeficientes relativos aos gastos em P&D foi essencialmente a mesma para a regressão geral e os setores de baixa e média-alta intensidade tecnológica, ao passo que os setores de alta intensidade tecnológica apresentaram um coeficiente duas vezes maior para essa variável. Opostamente, nos setores de maior intensidade tecnológica, o impacto do estoque de capital sobre a produtividade do trabalho é menor do que nos setores de menor intensidade tecnológica. Além disso, nos setores de alta intensidade tecnológica, o investimento em P&D tem efeitos maiores sobre a produtividade do trabalho do que o estoque de capital físico.

Considerando o papel que a aquisição de máquinas e equipamentos desempenha na inovação, uma especificação alternativa inseriu essa variável para capturar o seu efeito sobre produtividade do trabalho. A hipótese é que a produtividade do trabalho nos setores de menor intensidade tecnológica seria mais sensível a essa variável do que aos investimentos em P&D. Os resultados obtidos são apresentados na tabela 4.

TABELA 4
Regressão *cross-section* para a produtividade do trabalho nas empresas industriais brasileiras incluindo gastos em máquinas e equipamentos, 2008

	Geral	Intensidade tecnológica			
		Baixa	Média-baixa	Média-alta	Alta
Log do estoque de capital por pessoal ocupado	0,139***	0,242***	0,151***	0,154***	0,0696**
Log do investimento em P&D por pessoal ocupado	0,0801***	0,0835***	-0,0315	0,0986***	0,230***
Log do número de pessoal ocupado	0,0685***	0,0533	0,0726	0,0619*	0,0617
Log gastos em máquinas e equipamentos por pessoal ocupado	0,0480***	0,0567**	0,0539**	0,0335	0,0598
Proporção de pessoal ocupado com 3º grau completo	6,35e-05**	9,14e-05	6,40e-05**	3,23e-05	0,000247
Empresa exportadora	0,319***	0,269**	0,410***	0,347***	-0,0543
Empresa de capital nacional	-0,418***	-0,356***	-0,342***	-0,498***	-0,230
Controles setoriais	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Observações	1.116	301	221	446	148
R^2	0,435	0,558	0,518	0,430	0,302
Estatística F	27,82	21,01	15,81	27,27	6,62

Elaboração dos autores, com base nos dados da Pintec 2008.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.
Obs.: Todas as variáveis explicativas, com exceção das *dummies* e da proporção de pessoal com terceiro grau, estão em logaritmos.

Novamente, no modelo estimado para toda a indústria, todos os coeficientes apresentaram significância estatística a 1% de confiança e possuem o sinal esperado. A relação entre gastos em máquinas e equipamentos e produtividade do trabalho é positiva e significativa. Na presença dessa variável, o coeficiente estimado para investimentos em P&D apresenta uma magnitude menor ao ser comparado com o resultado apresentado na tabela 3. A variável relativa aos investimentos em P&D apresenta um coeficiente estimado com significância estatística e sinal esperado exceto para os setores de média-baixa intensidade tecnológica. Além disso, os setores de alta intensidade apresentam um coeficiente com maior magnitude. Por sua vez, a variável gastos em máquinas e equipamentos se mostrou estatisticamente significativa e com sinal esperado apenas para os setores de baixa e média-baixa intensidade tecnológica. Assim, nos setores de média-alta e alta intensidade tecnológica, a produtividade do trabalho não mantém uma correlação com esses gastos. No setor de média-baixa intensidade tecnológica, o coeficiente estimado para investimentos em P&D não se mostrou com significância estatística na presença da variável gastos na aquisição de máquinas e equipamentos.

Em geral, os resultados gerados considerando as regressões *cross-section* permitiram identificar a relação entre os fluxos de investimento em P&D e de gastos na aquisição de máquinas e equipamentos e a produtividade do trabalho. No entanto, é razoável supor que as empresas são afetadas pelos estoques de investimentos em P&D e de capital acumulados. Nesse sentido, o segundo modelo a ser estimado (equação 8 estendida) explora a estrutura de um painel de dados não balanceado considerando os anos de 2000, 2003, 2005 e 2008.[8] Na estimação, ao invés do investimento em P&D, utilizou-se uma medida de estoque de P&D baseada na soma dos investimentos em P&D realizada pela empresa nesses quatro anos considerando as taxas de depreciação indicadas na seção 3. Usando os procedimentos adotados por Silva e Alves (2008), atualizaram-se as medidas de estoque de capital com base nos dados da PIA. Escolheu-se o estimador de efeitos aleatórios (ao invés dos efeitos fixos) em grande parte porque o teste de Hausman comparando modelos de efeitos fixos e aleatórios para a amostra total apresentou um resultado favorável ao segundo (*χ^2 = 1,08* com um *P-value = 0,9823*) para o conjunto da indústria de transformação. Assim, a tabela 5 apresenta os resultados para um painel de dados não balanceado com efeitos aleatórios para a produtividade do trabalho para uma especificação padrão em que se consideram o estoque de P&D, o estoque de capital, o número de funcionários e os controles setoriais.

8. Os dados da edição mais recente da Pintec – que alcança o ano de 2011 – não estavam ainda disponíveis quando as regressões foram estimadas.

TABELA 5
Regressão em painel não balanceado com efeitos aleatórios para a produtividade do trabalho nas empresas brasileiras, 2000, 2003, 2005, 2008

	Geral	Intensidade tecnológica			
		Baixa	Média-baixa	Média-alta	Alta
Log do estoque de capital por pessoal ocupado	0,0769***	0,0932***	0,0889***	0,0779***	0,0392***
Log do estoque de P&D por pessoal ocupado	0,0634***	0,0422***	0,00752	0,0854***	0,150***
Log do número de pessoal ocupado	0,105***	0,0725***	0,142***	0,0952***	0,129***
Empresa de capital nacional	-0,272***	-0,365***	-0,298***	-0,253***	-0,0149
Empresa exportadora	0,287***	0,259***	0,209***	0,306***	0,315***
Proporção de pessoal ocupado com 3º grau completo	1,682***	1,952***	2,412***	1,747***	0,685***
Controles setoriais	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Constante	2,088***	2,454***	1,603***	2,193***	2,685***
Observações	7.029	2.230	1.432	2.737	630
Número de firmas	4.369	1.480	995	1.657	386

Elaboração dos autores, com base nos dados da Pintec 2000, 2003, 2005 e 2008.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.
Obs.: Todas as variáveis explicativas, com exceção das *dummies* e da proporção de pessoal com terceiro grau, estão em logaritmos.

Em geral, para o conjunto da indústria, os coeficientes foram positivos e significativos a 1% de confiança e apresentaram os sinais esperados. O coeficiente estimado para o estoque de P&D é significativo para todos os grupos e ascendente ao se passar dos setores de mais baixa para os de mais alta intensidade tecnológica, exceto no setor de média-baixa intensidade tecnológica. O estoque de capital, por sua vez, tem seu impacto sobre a produtividade reduzido quando se passa de setores de mais baixa para os de mais alta intensidade tecnológica. Além disso, de modo geral, nos setores de maior intensidade tecnológica, existe uma associação maior entre produtividade do trabalho e investimentos em P&D do que entre produtividade do trabalho e estoque de capital. Assim, de uma forma geral, os resultados das regressões em painel reafirmam as conclusões a que se chegou nas regressões *cross section*.

Assim, em síntese, os resultados gerados pelas análises de regressão *cross-section* e em painel indicam a existência de uma relação positiva entre investimentos em P&D, inovação e produtividade do trabalho na indústria de transformação no Brasil. A magnitude das elasticidades para investimento em P&D por trabalhador para a *cross-section* variam de 0,08 a 0,11 para a indústria como um todo. Para o painel de dados, as elasticidades são um pouco menores, variando de 0,06 a 0,10. Essas elasticidades tendem a ser maiores nos setores de maior intensidade tecnológica. Esses resultados são consistentes com aqueles reportados na seção 2 deste trabalho.

4.2 P&D e produtividade: estimativas com controle de viés de seleção

A discussão sobre a relação entre inovação, investimento em P&D pode avançar em relação ao estudo de Ortega-Argilés, Potters e Vivarelli (2011) quando se considera na análise o viés de seleção, isto é, quando se leva em conta a decisão da empresa em envolver-se em atividade de P&D. Os procedimentos descritos na seção 3 deste trabalho consideram esse aspecto ao relacionarem os investimentos em P&D e a produtividade seguindo uma estrutura predefinida. Os resultados obtidos na estimação desse sistema de equações são reportados nesta subseção.

Na tabela 6 são reportados os resultados para o modelo *cross-section* considerando os determinantes da decisão da firma investir em P&D (equação de seleção do modelo de Heckmann) e a equação dos investimentos em P&D. Como as duas equações são não lineares, na estratégia de identificação optou-se pela exclusão da variável idade da empresa na estimação da equação dos determinantes da decisão de investir em P&D. Como se pode observar, os coeficientes estimados para ambas as equações apresentam os sinais esperados e são significativos estatisticamente ao nível de 1% de confiança.

TABELA 6
Determinantes da decisão da firma investir em P&D e intensidade em P&D (modelo *cross-section*)

Variáveis	Decisão de investir em P & D (modelo Probit)	Intensidade em P&D (modelo Tobit)
Log do número de pessoal ocupado	0,00019***	13,845***
Empresa exportadora	0,574***	15.702,40***
Empresa de capital nacional	-0,096***	-7.426,54***
Receita líquida de vendas	2,077***	137.935,90***
Idade da empresa	-	-46.450***
Lambda	-	302.351,60***
Constante	-2,160***	-237.614,30***
Controles setoriais	SIM	SIM
Observações	13.589	13.589
Pseudo R^2	0,18	0,02
Teste LR	1.882,77***	5.578,6***

Elaboração dos autores, com base nos dados da Pintec 2008.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.

Ao se estimar a equação para intensidade em P&D, foi empregada a informação por empresa. A partir do investimento em P&D estimado por empresa, procedeu-se à normalização para o pessoal ocupado para estimar as equações 7 e 8 da produtividade do trabalho. Na tabela 7, são reportados os resultados

gerados por regressões *cross-section* empregando a equação 7 estendida e os controles de viés de seleção descritos para a indústria como um todo e para grupos de intensidade tecnológica.

TABELA 7
Regressão *cross-section* para a produtividade do trabalho nas empresas brasileiras com correção do viés de seleção, 2008

	Geral	Intensidade tecnológica			
		Baixa	Média-baixa	Média-alta	Alta
Log do estoque de capital por pessoal ocupado	0,103***	0,148***	0,141***	0,0806***	0,0461**
Log do investimento em P&D por pessoal ocupado	0,0567***	0,0349	0,211***	0,0544	-0,107
Log do número de pessoal ocupado	0,0181	-0,0110	-0,0259	0,0750*	-0,221
Proporção de pessoal ocupado com 3º grau completo	0,000179***	0,000326***	0,000149***	0,000124*	0,000283
Empresa exportadora	0,357***	0,197***	0,336***	0,605***	0,545
Empresa de capital nacional	-0,553***	-0,500***	-0,247***	-0,488***	-0,919***
Constante	3,416***	2,994***	3,159***	2,936***	5,687***
Controles setoriais	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
R^2	0,280	0,287	0,359	0,294	0,093
Estatística F	64,29	49,37	55,40	46,72	3.551
Observações	4.814	1.983	1.299	1.247	285

Elaboração dos autores, com base nos dados da Pintec 2008.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.
Obs: Todas as variáveis explicativas, com exceção das *dummies* e da proporção de pessoal com terceiro grau, estão em logaritmos.

Nota-se que as estimativas para o conjunto da indústria apresentaram sinal esperado e foram estatisticamente significativas, com exceção do pessoal ocupado, que perdeu significância estatística. A relação entre os investimentos em P&D e produtividade manteve-se positiva e significativa. Os resultados encontrados para o modelo considerando a segmentação por intensidade tecnológica mostram que as estimativas apresentaram sinal esperado e significância estatística. Novamente, o pessoal ocupado perdeu significância estatística. Os coeficientes estimados dos investimentos em P&D apresentaram sinal positivo e significativo para os setores de média-baixa intensidade tecnológica. Para os setores de baixa, média-alta e alta intensidade tecnológica, os coeficientes não foram significativos.

A tabela 8 considera a relação entre a variável aquisição de máquinas e equipamentos e produtividade. Qualitativamente, os resultados são semelhantes aos apresentados na tabela 6, em que os coeficientes apresentam sinal esperado e são significativos estatisticamente, exceto para o pessoal ocupado, que, mais uma vez, perdeu significância estatística. Observa-se que a relação entre gastos em aquisição de máquinas e equipamentos e produtividade apresenta um coeficiente positivo

e significativo. Porém, na presença dessa variável, o coeficiente estimado para investimentos em P&D apresenta uma magnitude menor quando comparado com o resultado apresentado na tabela 6.

TABELA 8
Regressão *cross-section* para a produtividade do trabalho nas empresas brasileiras incluindo pessoal de terceiro grau, *dummy* para firma exportadora, *dummy* para capital nacional e gastos com máquinas e equipamentos com correção do viés de seleção, 2008

	Geral	Intensidade tecnológica			
		Baixa	Média-baixa	Média-alta	Alta
Log do estoque de capital por pessoal ocupado	0,126***	0,197***	0,171***	0,0983***	0,0654
Log do investimento em P&D por pessoal ocupado	0,0371*	0,0369	0,184***	0,0562	0,0380
Log do pessoal ocupado	0,0239	0,0130	-0,0209	0,0434	-0,134
Log gastos em máquinas e equipamentos por pessoal ocupado	0,0669***	0,0607***	0,0478***	0,0573**	0,134
Proporção de pessoal ocupado com 3º grau completo	0,000132***	0,000211***	0,000122***	8,32e-05	9,60e-05
Empresa exportadora	0,335***	0,0598	0,367***	0,714***	1,285
Empresa de capital nacional	-0,551***	-0,483***	-0,157	-0,525***	-0,856
Controles setoriais	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Observações	1.900	756	518	514	112
R^2	0,333	0,386	0,419	0,371	0,145
Estatística F	31,16	27,25	25,91	24,60	1,928

Elaboração dos autores, com base nos dados da Pintec 2008.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.
Obs: Todas as variáveis explicativas, com exceção das *dummies* e da proporção de pessoal com terceiro grau, estão em logaritmos.

Para as estimativas dos coeficientes do modelo considerando a intensidade tecnológica, nota-se que os investimentos em P&D apresentam significância estatística e sinal esperado apenas para o setor de média-baixa intensidade tecnológica. Para a variável gastos com aquisição de máquinas e equipamentos, o coeficiente estimado mostrou-se estatisticamente significativo e com sinal esperado para todos os setores, com exceção do setor classificado como de alta intensidade tecnológica. Assim, nos setores de alta intensidade tecnológica, não se observou correlação entre gastos na aquisição de máquinas e equipamentos e produtividade do trabalho. A magnitude dos coeficientes relativos aos gastos com aquisição de máquinas e equipamentos mostra que o impacto diminui à medida que passa de setores de baixa para os demais setores classificados de média baixa, média alta e alta intensidade tecnológica.

Os resultados para um painel de dados não balanceados com efeitos aleatórios são apresentados a partir da tabela 9, em que são reportados os resultados para a equação dos determinantes da decisão da firma investir em P&D e a equação dos investimentos em P&D. Da mesma forma que no modelo *cross-section*, na estratégia de identificação optou-se pela exclusão da variável idade da empresa na estimação da equação dos determinantes da decisão de investir em P&D. Novamente, os coeficientes estimados para ambas as equações apresentam os sinais esperados e são significativos estatisticamente ao nível de 1% de confiança.

TABELA 9
Determinantes da decisão da firma investir em P&D e intensidade em P&D (painel)

Variáveis	Decisão de investir em P&D (modelo Probit)	Intensidade em P&D (modelo Tobit)
Log do número de pessoal ocupado	0,0001***	12,938***
Empresa exportadora	0,598***	21.326,24***
Empresa de capital nacional	-0,134*	-10.216,58***
Receita líquida de vendas	4,187***	463.335,20***
Idade da empresa	-	-50.210***
Lambda	-	382.255,2***
Constante	-1,995***	-294.625,60***
Controles setoriais	SIM	SIM
Observações	13.088	13.005
Pseudo R^2	0,18	0,02
Teste LR	1.766,31***	7.581,18***

Elaboração dos autores, com base nos dados da Pintec 2008.
Nota: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.

De maneira idêntica ao procedimento adotado nas regressões *cross-section*, ao se estimar a equação para intensidade em P&D, foi empregada a informação por empresa. A partir do investimento em P&D estimado por empresa, procedeu-se à normalização para o pessoal ocupado para estimar as equações 7 e 8 da produtividade do trabalho. Na tabela 10, são indicados os resultados gerados por regressões *em painel* empregando a equação 7 estendida e os controles de viés de seleção descritos para a indústria como um todo e para grupos de intensidade tecnológica.

TABELA 10
Regressão em painel não balanceado com efeitos aleatórios para a produtividade do trabalho nas empresas brasileiras com correção do viés de seleção, 2000, 2003, 2005, 2008

	Geral	Intensidade tecnológica			
		Baixa	Média-baixa	Média-alta	Alta
Log do estoque de capital por pessoal ocupado	0,109***	0,137***	0,120***	0,0859***	0,0693***
Log do estoque de P&D por pessoal ocupado	0,0373***	0,0522***	0,0898***	-0,0242*	0,112***
Log do pessoal ocupado	0,0883***	-0,00849	0,0791***	0,213***	0,214***
Controles setoriais	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Constante	2,132***	1,868***	2,076***	1,604***	1,659***
Observações	14.928	6.362	4.125	3.785	656
Num. de firmas	9.457	3.651	2.801	2.754	467

Elaboração dos autores, com base nos dados da Pintec de 2000, 2003, 2005 e 2008.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.
Obs: Todas as variáveis explicativas, com exceção das *dummies* e da proporção de pessoal com terceiro grau, estão em logaritmos.

Como pode ser observado na tabela 10, novamente, para a indústria como um todo, os coeficientes estimados possuem o sinal esperado e são estatisticamente significativos a 1% de confiança. A estimativa do coeficiente para o estoque de P&D apresenta significância estatística para todos os grupos e é ascendente quando se considera a segmentação das empresas por intensidade tecnológica, passando dos setores de mais baixa para os setores de mais alta intensidade tecnológica, exceto nos setores de média-alta intensidade tecnológica. Nesse caso, o coeficiente tem sinal negativo e é significativo apenas a 10% de confiança. A variável de estoque de capital, por sua vez, apresenta um impacto sobre a produtividade menor à medida que passa de setores de menor para de maior intensidade tecnológica. De um modo geral, isso sugere que nos setores de maior intensidade tecnológica existe uma associação maior entre produtividade do trabalho e investimento em P&D do que entre produtividade do trabalho e estoque de capital.

Finalmente, uma especificação mais geral considerando a inclusão das variáveis que indicam se a empresa é de capital nacional, se a empresa é exportadora e a proporção de funcionários com terceiro grau é apresentada na tabela 11.

TABELA 11
Regressão em painel não balanceado com efeitos aleatórios para a produtividade do trabalho nas empresas brasileiras incluindo pessoal de terceiro grau, *dummy* para firma exportadora, *dummy* para capital nacional e gastos com máquinas e equipamentos com correção do viés de seleção, 2000, 2003, 2005, 2008

	Geral	Intensidade tecnológica			
		Baixa	Média-baixa	Média-alta	Alta
Log do estoque de capital por pessoal ocupado	0,0773***	0,101***	0,0896***	0,0625***	0,0486***
Log do estoque de P&D por pessoal ocupado	0,0225***	0,0206***	0,0498***	0,0100	0,169***
Log do pessoal ocupado	0,0561***	0,0104	0,0506***	0,120***	0,106**
Empresa de capital nacional	-0,321***	-0,259***	-0,311***	-0,259***	0,0544
Empresa exportadora	0,301***	0,175***	0,266***	0,496***	1,187***
Proporção de pessoal ocupado com 3º grau completo	2,526***	3,208***	2,482***	2,295***	1,621***
Controles setoriais	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Constante	2,413***	2,205***	2,342***	1,959***	1,457***
Observações	14.928	6.362	4.125	3.785	656
Número de firmas	9.457	3.651	2.801	2.754	467

Elaboração dos autores, com base nos dados da Pintec de 2000, 2003, 2005 e 2008.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.
Obs: Todas as variáveis explicativas, com exceção das *dummies* e da proporção de pessoal com terceiro grau, estão em logaritmos.

Mais uma vez, para o conjunto da indústria, observa-se que as estimativas dos coeficientes são significativas a 1% de confiança e apresentam sinal esperado. Ao se considerar a segmentação das empresas por intensidade tecnológica, os resultados assemelham-se àqueles reportados na tabela 8, exceto no caso do coeficiente estimado da variável estoque de P&D nos setores de média-alta intensidade tecnológica, que perdeu significância estatística. Assim, de forma geral, o coeficiente estimado para o estoque de P&D é ascendente ao se passar dos setores de mais baixa para os de mais alta intensidade tecnológica. Opostamente, o estoque de capital apresenta um impacto sobre a produtividade decrescente quando se passa de setores de menor para setores de maior intensidade tecnológica. Esses resultados reafirmam a percepção de que nos setores de maior intensidade tecnológica há uma maior associação entre produtividade do trabalho e investimentos em P&D do que entre produtividade do trabalho e estoque de capital.

Em síntese, os resultados apresentados para os modelos que levam em conta a decisão da empresa em envolver-se em atividades de P&D e que procuram controlar o viés de seleção mostram que há uma relação positiva entre investimento em P&D e produtividade do trabalho nas empresas industriais. Para os modelos estimados na regressão *cross-section,* as elasticidades variam no intervalo que vai de 0,03 a 0,22, ao passo que para o modelo estimado para o painel de dados considerando

a variável estoque de P&D, a magnitude das elasticidades varia de 0,2 a 0,17. São resultados que estão de acordo com os verificados na literatura internacional mencionada na seção 2 deste trabalho. Em termos comparativos, os resultados para o conjunto da indústria relativos às variáveis investimentos em P&D (no caso da regressão *cross-section*) e estoque de P&D (para o painel de dados) mostram que os coeficientes estimados após controlar o viés de seleção são menores do que aqueles obtidos quando esse controle não é feito. O mesmo ocorre para a maioria dos coeficientes estimados quando se considera a segmentação das empresas por intensidade tecnológica. Ainda assim, as conclusões gerais reportadas na seção 4.1 permanecem válidas mesmo após o controle pelo viés de seleção.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho, analisou-se a relação entre investimentos em P&D, inovação e produtividade do trabalho na indústria brasileira entre 2000 e 2008. O artigo amparou-se em uma breve revisão bibliográfica que subsidiou a definição dos procedimentos metodológicos adotados. A análise apoiou-se em regressões *cross-section*, com dados relativos a 2008, e em painel, com dados relativos às quatro edições da Pesquisa de Inovação (Pintec) na década de 2000. Em ambos os casos, as regressões foram feitas usando dados do conjunto da indústria de transformação e grupos formados pela agregação de setores de atividades de acordo com a classificação de intensidade tecnológica utilizada pela OCDE.

As estatísticas descritivas reunidas sugerem a existência uma relação positiva entre P&D, inovação e produtividade. Essa relação é percebida nos indicadores de produtividade das empresas, que mostram que empresas inovadoras possuem um nível de produtividade cerca de 30% superior ao das empresas não inovadoras. Esse diferencial é maior ao se levar em conta a abrangência da inovação realizada pela empresa: empresas que produziram inovações para o mercado mundial – ou seja, aquelas que além de inovadoras são fortemente inseridas nos mercados internacionais – possuem produtividade até três vezes superior à das empresas não inovadoras na indústria de transformação. Além disso, ao se segmentar as empresas segundo a sua intensidade tecnológica, verifica-se que os níveis de produtividade são ascendentes à medida que se passa dos setores de baixa para os setores de alta intensidade tecnológica.

Essa relação também é percebida na análise econométrica, que levou em consideração outras variáveis que afetam a produtividade das empresas, como estoque de capital, escolaridade dos funcionários, inserção externa e origem do capital. Inicialmente, analisou-se a relação da produtividade com um conjunto de variáveis explicativas sem considerar o viés de seleção. Em seguida, empregou-se uma versão simplificada do modelo originalmente proposto por Crépon, Du-

guet e Mairesse (1998) para levar em conta o viés de seleção. Os resultados para o conjunto da indústria são consistentes com os fatos estilizados e a literatura sobre o tema e reafirmam a existência de relação entre investimentos em P&D e produtividade. Esses resultados são consistentes com os resultados reportados na literatura sobre o tema.

Neste trabalho, procurou-se avançar, no entanto, na estimação dessa relação para diferentes grupos formados pela agregação de setores de atividades de acordo com a classificação de intensidade tecnológica utilizada pela OCDE. Os resultados indicam que a relação entre P&D e produtividade é tanto maior quanto mais intensivo em tecnologia é o setor. Assim, em setores nos quais a competição é mais dependente de tecnologia, que são os setores que mais investem em P&D, os efeitos da P&D sobre a produtividade das empresas são maiores do que em setores tradicionais. Além disso, resultados mostram também que o inverso ocorre com o estoque de capital, cujos efeitos sobre a produtividade são maiores nos setores de menor intensidade tecnológica. Essas conclusões têm evidentes implicações de política, uma vez que podem orientar uma melhor alocação dos recursos destinados a promover ganhos de produtividade na indústria brasileira.

REFERÊNCIAS

ALVES, P. F.; SILVA, A. M. **Estimativa do estoque de capital das empresas industriais brasileiras**. Brasília: Ipea, jan. 2008. (Texto para Discussão, n. 1.325).

CAVALCANTE, L. R.; DE NEGRI, F. Evolução recente dos indicadores de produtividade no Brasil. In: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2014.

CONTE, A.; VIVARELLI, M. **One or many knowledge production functions?** Mapping Innovative Activity Using Microdata. Institute for the Study of Labor (IZA), 2005. (IZA Discussion Papers 1878).

CRÉPON, B.; DUGUET, E.; MAIRESSE, J. Research, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level. **Econ. Innov. New Techn**., v. 7. p. 115-158, 1998.

GRILICHES, Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. **The Bell Journal of Economics**, v. 10, n. 1, p. 92-116, 1979.

MOHNEN, P.; HALL, B. H. Innovation and productivity: an update. **Eurasian Business Review**, v. 3, n. 1, p. 47-65, 2013.

ORTEGA-ARGILÉS, R.; POTTERS, L.; VIVARELLI, M. Is corporate R&D investment in high-tech sectors more effective? **Contemporary Economic Policy**, v. 28, n. 3, p. 353-365, Dec. 2009.

_____. R&D and productivity: testing sectoral peculiarities using micro data. **Empirical Economics**, v. 41, n. 3, p. 817-839, Dec. 2011.

PAKER, A.; GRILICHES, Z. Patents and R&D at the firm level: a first look. **NBER Working paper series**, Oct. 1980. (Working Paper n. 561).

PAKER, A.; GRILICHES, Z. Patents and R&D at the firm level: a first look. In: Griliches, Z. **R&D, Patents, and Productivity**. Chicago: University of Chicago Press, 1984.

CAPÍTULO 3

ECONOMIAS DE ESCALA, ECONOMIAS DE ESCOPO E EFICIÊNCIA PRODUTIVA NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE TRANSFORMAÇÃO*

Luiz A. Esteves**

1 INTRODUÇÃO

O principal objetivo do trabalho é computar os índices de eficiência técnica de cada um dos bens industriais produzidos no Brasil, para cada uma das plantas produtoras destes bens, de modo a obtermos informações acerca da sua distribuição, sua média e da sua variância. Tal informação possibilita-nos inferir o quão desigual pode ser a eficiência técnica entre produtores de um mesmo bem, revelando, assim, potenciais origens de ineficiência. Um segundo objetivo é verificar o papel que as economias de escala e de escopo exercem sobre a produção de tais unidades produtivas. Em suma, o trabalho busca decompor a análise da produtividade em duas partes: uma primeira parte diz respeito aos ganhos decorrentes de economias de escala e de escopo e uma segunda parte diz respeito à eficiência técnica proveniente de características não observáveis e invariantes no tempo de cada unidade produtiva. Em termos gerais, tais características não observáveis são comumente relacionadas a fatores como progresso técnico, estratégia corporativa, aspectos institucionais da firma e de suas respectivas unidades produtivas etc.

Os potenciais ganhos de produtividade decorrentes de economias de escala e de escopo são capturados por meio da estimativa de funções de produção aumentadas, que incluem controles para o caso de empresas multiplantas e unidades produtivas multiprodutos. A partir das estimativas das funções de produção, podemos também obter os índices de eficiência técnica. Como será observado em detalhe nas próximas seções, este índice de eficiência técnica – que repousa dentro do intervalo entre zero e um, representando máxima eficiência quando igual à unidade e implicando maiores graus de ineficiência à medida que se distanciam da

* O autor é grato ao suporte fornecido pelos estatísticos e programadores do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), Leandro Justino Pereira Veloso e Glaucia Ferreira. O autor também é grato aos comentários e sugestões de Fernanda De Negri, Luiz Ricardo Cavalcante e Lucas Mation. As opiniões expressas aqui não representam a opinião formal do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade), da Universidade Federal do Paraná (UFPR), ou do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

** Economista-chefe do Conselho Administrativo de Defesa Econômica (Cade). Professor da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

unidade em direção a zero – varia consideravelmente entre as diversas plantas que produzem um mesmo bem. Na realidade, tais índices variam consideravelmente até mesmo entre as diversas plantas de uma mesma empresa, ou seja, há uma grande heterogeneidade produtiva intrassetorial e até mesmo intrafirma para a produção de um mesmo bem manufaturado.

Algum grau de heterogeneidade entre as plantas produtivas é esperado, até mesmo para unidades produtivas de uma mesma empresa, uma vez que tais plantas são alocadas muitas vezes em diferentes localidades por motivos logísticos, fiscais, mercadológicos, sindicais etc. (Bartik, 1985; Greenhut, 1992; Hoover, 1937). É também sabido que nem sempre as unidades de uma mesma empresa utilizam o mesmo tipo de equipamento, de maquinário e de capital humano. As plantas industriais mais novas tendem a utilizar equipamentos mais modernos, enquanto as plantas mais antigas tendem a operar com maquinário menos eficiente, mas que ainda não atingiu o grau de obsolescência técnica e econômica que justifique sua substituição imediata (Chand; Sethi, 1982; Goldstein; Ladany; Mehrez, 1986; Sethi; Chand, 1979). Contudo, nosso desejo é dar um passo além da consideração de tais fatores. Nosso objetivo é computar as heterogeneidades potencialmente decorrentes de fatores tecnológicos e institucionais das plantas e das firmas.

Sabe-se também que as dimensões dos mercados relevantes variam consideravelmente para os diferentes produtos industriais. Alguns produtos apresentam características de *commodities* internacionais, ou seja, seus preços são determinados internacionalmente, a rivalidade dos importados é considerável e, nestes casos, não haveria muito espaço para grandes variações de eficiência técnica de produção, principalmente variações muito distantes da fronteira eficiente de produção (ponto no qual nossos índices de eficiência técnica são próximas da unidade). Por sua vez, mercados relevantes de menor dimensão geográfica, com baixa contestabilidade de bens substitutos, por exemplo, possibilitam a obtenção de *quase-rendas* por parte das firmas (Tirole, 1988; Buccirossi, 2007). A ausência de rivalidade e a garantia de lucros supracompetitivos abrem, então, espaço para o exercício de comportamentos indolentes e ineficientes por parte das firmas. Este comportamento é conhecido na literatura econômica como ineficiência-X (Leibenstein, 1966), que pode ser uma fonte de heterogeneidade e acúmulo de índices de eficiências técnicas distantes da unidade, ou seja, da fronteira eficiente de produção.

As questões centrais a serem endereçadas no presente trabalho são: *i*) a produção de determinado bem em diferentes plantas industriais de uma mesma empresa é justificada por economias de escala na produção?; e *ii*) a produção de um portfólio de bens dentro de uma mesma unidade produtiva é justificada por

economias de escopo e de diversificação na produção?[1] Qual o grau de eficiência técnica da indústria brasileira? A dispersão de índices de eficiência técnica entre setores e entre plantas produtivas de um mesmo bem é elevada? Quais os setores industriais mais ou menos promissores em termos de eficiência técnica?

Cabe, de antemão, alertar o leitor que o presente artigo não é capaz de responder de forma exaustiva e minuciosa todas as questões endereçadas, o que envolveria um projeto de pesquisa de maior fôlego e envergadura, inclusive com a adoção de recortes amostrais e metodologias empíricas alternativas, principalmente aqueles baseados em recortes setoriais com aplicação de métodos de identificação contrafactuais, grupos de tratamento e controle, *event study* etc.[2]

O presente artigo é dividido em cinco seções, incluindo a presente introdução. A segunda seção é dedicada à revisão da literatura econômica no que diz respeito às economias de escala e às economias de escopo. A terceira seção é dedicada à apresentação dos aspectos metodológicos que norteiam o estudo empírico aqui desenvolvido, mais especificamente a estratégia econométrica do estudo. A quarta seção é dedicada à apresentação e discussão dos resultados. A quinta e última seção é dedicada às conclusões e considerações finais.

2 ECONOMIAS DE ESCALA E ECONOMIAS DE ESCOPO

O objetivo da presente seção é apresentar uma breve discussão acerca dos fatores determinantes das economias de escala e economias de escopo nos processos produtivos, com especial destaque para os processos de produção na indústria de transformação.

2.1 Origens de economias de escala

A primeira aproximação que qualquer aluno de um curso introdutório de economia tem com o tema economias de escala é por meio do bem conhecido gráfico da curva de custo envelope, ou seja, a curva de custo médio de longo prazo, que serve como um envelope para as curvas de custo médio de curto prazo, para diferentes plantas ótimas com diferentes tamanhos de escalas. Portanto, é usual atribuirmos as economias de escala principalmente à questão da indivisibilidade dos ativos (Moore, 1959).

1. Devemos esclarecer que serão analisadas especificamente as economias de escala e de escopo na produção. Devemos esclarecer também que a decisão de uma empresa tornar-se multiplanta ou de uma unidade produtiva tornar-se multiproduto não é exclusivamente determinada por fatores produtivos. Tal decisão inclui fatores logísticos, mercadológicos e trabalhistas, entre outros.

2. Gopal *et al*. (2013), por exemplo, providenciam um estudo (*event study*) bem interessante acerca do impacto da introdução da produção de um novo modelo de veículo sobre a produtividade das plantas automobilísticas nos Estados Unidos (EUA). Os autores encontram um efeito negativo sobre a produtividade da ordem de US$ 42-US$ 53 milhões por lançamento. Os autores também discutem mecanismos para mitigar tais decréscimos de produtividade.

A noção de economias de escala decorrentes das curvas de custo envelope tende a negligenciar outras maneiras pelas quais as plantas industriais podem expandir. As expansões de capacidade podem decorrer da construção de novas plantas em novas localidades; da separação da unidade de serviços de apoio (financeiros, administrativos, laboratórios etc.) que atendam a múltiplas unidades fabris; introdução de novas instalações produtivas que sejam entremeadas com as antigas ("*scrambled" facilities*); conversões de plantas ou processos na produção de um bem para outro; e eliminação de áreas de gargalos nas plantas (*Op. cit.*).

Um segundo ponto a ser destacado quando da análise da origem de economias de escala é que o número de combinações de insumos considerados factíveis para a engenharia (conjunto de possibilidades tecnológicas) é muito maior que o número de combinações observadas em operação (conjunto de possibilidades economicamente viáveis) pelos economistas. O fato é que até mesmo pequenas mudanças no vetor de preços dos insumos são capazes de modificar preços relativos e, por sua vez, modificar o rol de possibilidades economicamente viáveis (Chenery, 1949).

As mudanças de preços relativos dos insumos são capazes de alterar o rol de possibilidades economicamente viáveis, bem como o montante de insumos utilizados, ou seja, à medida que uma unidade produtiva se expande, os insumos podem mudar não apenas quantitativamente, mas também qualitativamente. Isso significa dizer que diferentes tipos de insumos podem ser empregados para diferentes níveis de escala e tais mudanças de qualidade se manifestam como mudanças de eficiência produtiva. Portanto, tudo o mais constante, a dimensão da utilização de insumos, que está estritamente relacionada com a dimensão da própria planta, pode ser uma origem de eficiência de escala por motivos qualitativos (Chamberlin, 1948).

2.2 Origens de economias de escopo

As economias de escopo são também conhecidas como economias de diversificação. Conforme Panzar e Willig (1977), as economias de diversificação surgem quando o custo da produção conjunta de dois ou mais bens é menor que a soma dos custos individuais de produção para cada um deles. Suponhamos bens y_1 e y_2 a produção destes bens envolveria economias de escopo se:

$$c\left(y_1, y_2\right) < c\left(y_1, 0\right) + c\left(0, y_2\right) \quad (1)$$

onde c é o custo de produção. Outra conclusão que pode ser obtida da equação (1) é que na presença de economias de escala na produção de y_1 e y_2, uma empresa produzindo os dois bens seria mais eficiente que duas empresas especializadas em um único produto (Willig, 1979).

Uma segunda fonte de economias de diversificação é a transferência de *know how* entre diferentes aplicações. A transferência de informações entre aplicações produtivas alternativas dentro de uma mesma organização poderá gerar economias de escopo caso os custos de tal transferência sejam relativamente baixos. Nestes casos, as economias de escopo decorrem do fato de o *know how* apresentar as características de um bem público, ou seja, ser utilizado em diferentes aplicações (não concorrentes entre si) sem que seu valor em qualquer uma destas aplicações seja substancialmente reduzido (Teece, 1980).

Uma terceira fonte de economias de escopo está, assim como no caso das economias de escala, relacionada à indivisibilidade dos ativos. Williamson (1975) sugere que tais indivisibilidades podem ser divididas em dois tipos. O primeiro tipo está relacionado à utilização de ativos físicos e este caso é o mais parecido àquele já apresentado na discussão sobre economias de escala, ou seja, se a produção conjunta de dois ou mais bens trauxer como implicação a redução do custo médio, a economia de escopo será interpretada da mesma maneira que a economia de escala representada em um gráfico da curva de custo envelope para uma cesta de bens produzidos.

O segundo tipo de indivisibilidade está associado com a aquisição de informação (Radner, 1970). Gastos com pesquisa e desenvolvimento (P&D), por exemplo, são comumente modelados na literatura econômica como *fixed setup costs*, ou seja, demandam volumes de recursos que não necessariamente guardam relação com o volume de recursos despendidos no processo de produção na qual a informação adquirida será utilizada. Nestes casos, a diversificação poderá trazer eficiências. Tais ganhos podem ser facilmente visualizados quando buscamos compreender a motivação da constituição de *Research Joint Ventures* (RJV) (Caloghirou; Ioannides; Vonortas, 2003) por empresas de diferentes segmentos, em que todos os participantes da RJV contribuem com uma parcela do *fixed setup costs* que poderá gerar informação relevante para aplicação em cada um dos segmentos.

3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

O objetivo da presente seção é apresentar os aspectos metodológicos da pesquisa empírica conduzida neste trabalho. Como já mencionado na introdução, o principal objetivo do trabalho é computar os índices de eficiência técnica de cada um dos bens industriais produzidos no Brasil, para cada uma das plantas produtoras destes bens, de modo a obtermos informações acerca da sua média e da sua variância. Um segundo objetivo é verificar o papel que as economias de escala e de escopo exercem sobre a produtividade de tais unidades fabris. Neste sentido, computamos os índices de eficiência técnica a partir de um modelo de fronteira estocástica com dados de painel. Para tanto, são especificadas funções de produção aumentadas

(que incluem controles para o caso de empresas multiplantas e unidades produtivas multiprodutos) para cada um dos bens industriais, sendo que em cada uma das funções são utilizadas informações de todas as plantas industriais brasileiras que produzem aquele bem em questão.

De forma a capturar heterogeneidades produtivas decorrentes de economias de escala e de economias de escopo, são introduzidas variáveis *dummy na especificação das funções de produção,* reportando situações nas quais as unidades produtivas são multiproduto ou não e quando a unidade produtiva analisada partilha produção com outra unidade produtiva da mesma empresa (empresa multiplanta). O objetivo é verificar se os coeficientes destas *dummies* são estatisticamente significativos, podendo ser positivos ou negativos. Desta forma, obteremos índices de eficiência com controle para algum grau de heterogeneidade decorrente de economias de escala e de escopo, possibilitando, assim, decompor a análise conforme mencionado na introdução do texto.

3.1 Fronteira estocástica

Até o presente momento, não apresentamos uma definição formal do que são, nem como são computados os índices de eficiência técnica. Nesta seção, estes pontos serão esclarecidos. Para computarmos os índices de eficiência técnica, é utilizado um modelo de fronteira estocástica, originalmente desenvolvido por Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meusen e Van Den Broeck (1977). O método parte da hipótese de que as empresas produzem a partir de uma determinada especificação de função de produção, em que cada firma potencialmente apresenta algum grau de ineficiência técnica e tais níveis de produção também estariam sujeitos a choques aleatórios. Nestes termos e sob tais hipóteses, o processo de produção apresentaria a seguinte especificação algébrica:

$$q_{it} = f\left(\mathbf{z}_{it}, \beta\right)\xi_{it} e^{v_{it}} \tag{2}$$

onde q_{it} é a quantidade produzida pelo estabelecimento produtivo *i* no período *t*, $\mathbf{z}_{it}$ é um vetor de insumos de produção, β é um vetor de coeficientes de produção, ξ_{it} é o nível de eficiência do estabelecimento produtivo *i* no período *t* e $e^{v_{it}}$ é um termo de erro estocástico. O índice de eficiência técnica ξ_{it} deve estar dentro do intervalo (0,1), ou seja, deve ser estritamente maior que zero, o que significa que a produção é não negativa e não nula e no limite superior igual a um, o que significa que a produção está sendo conduzida da forma mais eficiente possível, ou seja, dentro da fronteira das possibilidades de produção com aquele conjunto de insumos, $\mathbf{z}_{it}$.

Tomando o logaritmo natural de ambos os lados da equação (2) , temos que:

$$\ln\left(q_{it}\right) = ln\left[\ f\left(\mathbf{z}_{it}, \beta\right)\right] + ln\left(\xi_{it}\right) + v_{it} \tag{3}$$

Assumindo que a função de produção $f\left(\mathbf{z}_{it}, \beta\right)$ seja linear em *logs* e assumindo que existam *k* fatores de produção, podemos especificar a expressão (3) da seguinte maneira:

$$\ln\left(q_{it}\right) = \beta_0 + \sum_{j=1}^{k} \beta_j ln\left(z_{jit}\right) + v_{it} - u_{it} \tag{4}$$

sendo que $u_{it} = -\ ln\left(\xi_{it}\right)$. Como u_{it} é subtraído de $\ln\left(q_{it}\right)$, restringir $u_{it} > 0$ implica que $0 < \xi_{it} \leq 1$, como já mencionado anteriormente. A equação (4) é uma variante da especificação de fronteiras estocásticas para dados de painel, onde v_{it} é o termo de erro aleatório e u_{it} é o efeito variante no tempo (*time-varying panel-level effect*). Outra forma de especificar a equação (3) é por meio do modelo de efeito não variante no tempo (*time-invariant panel-level effect*). Neste segundo caso, assume-se que $u_{it} = u_i$, $u_i \sim_{iid} N^+\left(\mu, \sigma_u^2\right)$, $v_{it} \sim_{iid} N\left(0, \sigma_v^2\right)$, e u_i e v_{it} são independentemente distribuídos entre si e entre as demais variáveis explicativas do modelo (Battese; Coelli, 1992, 1995).[3]

Em termos práticos, a diferença entre os dois modelos repousa sobre a hipótese de o índice de eficiência técnica de determinado estabelecimento variar ou não durante o período especificado no painel de dados. Caso não varie, o índice de eficiência técnica será único para cada planta, sendo $\xi_i = \exp(-u_i)$, independentemente do tempo. Caso varie no tempo, haverá um índice de eficiência igual a $\xi_{it} = \exp(-u_{it})$ para cada um dos períodos *t*.

Cabe destacar que em nosso procedimento é computada uma fronteira estocástica para cada um dos bens produzidos pela indústria de transformação no Brasil, ou seja, são necessárias estimativas para algumas centenas de produtos. Evidentemente que aqueles bens produzidos por um número muito pequeno de estabelecimentos são retirados do exercício, seja por motivo de um número muito reduzido de graus de liberdade, seja por motivo de integridade da confidencialidade dos dados.

3. A escolha do melhor modelo depende da maior aderência aos dados analisados. No caso do presente estudo, o segundo modelo (*time-invariant panel-level effect*) apresenta maior aderência.

4 RESULTADOS

4.1 Dados

Em nosso exercício empírico foi construído um painel de dados com informações de produção de bens agregadas por unidades locais (plantas) e por empresas (produção da soma das unidades locais). As informações foram coletadas de quatro diferentes bases de dados: *i*) Pesquisa Industrial Anual (PIA) Produto; *ii*) PIA Unidade Local; *iii*) PIA Empresa; e *iv*) Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho e Emprego (Rais/MTE). As várias bases de dados são interligadas por meio de identificadores únicos (Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica – CNPJ). Trata-se de painéis não balanceados de unidades locais e de empresas para o período de 2005 a 2011.

Faz-se necessário mencionar que nenhum controle acerca da entrada e da saída de estabelecimentos ou de empresas foi considerado durante o tratamento dos dados, de modo que tal fator pode gerar potenciais vieses de seleção nas estimativas, pois não é possível afirmar que tais entradas e saídas sejam distribuídas aleatoriamente e que não guardem nenhuma relação com seus respectivos índices de eficiência técnica de produção. Por sua vez, a utilização de painéis balanceados, ou seja, eliminando da amostra as entradas e saídas no período, também implicariam vieses de seleção e estimativa, mais especificamente por conta do viés de empresas ou estabelecimentos sobreviventes.

4.2 Funções de produção

O apêndice 1 reporta os coeficientes estimados para cada uma das variáveis explicativas das funções de produção. Na especificação estocástica do modelo da função de produção foi utilizado o *log* do valor da produção do bem pela unidade produtiva como variável dependente e os *logs* dos valores de estoque de capital (*lnCapital*), da mão de obra (*lnTrabalho*) e dos custos de operações industriais (*lnCOI*) como regressores, além da *dummy* de empresa multiplanta (*multi_planta*) e da *dummy* de unidade produtiva multiproduto (*multi_produto*).

Foram estimadas 261 funções de produção, sendo uma para cada produto industrial, especificados no apêndice 1 em termos de código Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) – primeira coluna – e descrição de produto – segunda coluna. Além dos coeficientes dos parâmetros, o apêndice 1 também reporta os seus respectivos erros-padrão.

Em termos gerais os coeficientes das variáveis *lnCapital*, *lnTrabalho* e *lnCOI* apresentam os sinais esperados e, em sua grande maioria, apresentam nível de significância superior a 99% (ou p-valor<0,01). Já no caso dos coeficientes da variável *Dummy multi_plata*, podemos observar um grande número de funções de produção com coeficientes negativos e estatisticamente significativos. Isso sugere que em muitos casos a concentração da produção de um bem em um número menor de unidades produtivas de uma mesma empresa poderia implicar ganhos de produtividade, provavelmente associados a ganhos decorrentes de escala de produção. Contudo, deve-se esclarecer que a utilização de várias unidades produtivas não é justificada apenas por fatores relacionados à escala, mas também a fatores relacionados à logística e tributação, ou seja, as economias de custos com logística e tributos com a produção adicional em uma nova unidade pode mais do que compensar eventuais perdas de escala na produção. Na prática, tal resultado sugere que melhor infraestrutura logística, associada à redução na assimetria de incentivos fiscais entre regiões, tenderia a concentrar a produção industrial brasileira em um número menor de plantas industriais.

Um número grande de funções de produção com coeficientes negativos e significativos também é observado para a variável *dummy multi_produto*. Isso sugere que um número grande de plantas industriais brasileiras produzem um portfólio de produtos industriais por outros motivos que não a obtenção de ganhos de escopo e de diversificação na produção. Isso não significa dizer que operar com um rol de produtos não traga outros ganhos de diversificação para a firma, tais como vantagens competitivas em barganha de contratos, comercialização e distribuição de produtos complementares. Parece claro que tais ineficiências produtivas são mais prováveis em um ambiente com elevados custos de transação, informação assimétrica e demais imperfeições de mercado, tais como mercados oligopolizados e expostos a pouca competição internacional. Na prática, tal resultado sugere que uma potencial elevação da competição tenderia a reduzir o portfólio de produção de algumas plantas industriais brasileiras.

4.3 Índices de eficiência técnica

O apêndice 2 reporta os índices de eficiência técnica obtidos em cada uma das funções de produção apresentados no apêndice 1. Alguns índices foram descartados: alguns por não terem sido efetivamente computados, implicando informações perdidas (*missings*); outros foram computados com valores iguais a zero, o que é completamente contraintuitivo, considerados, assim, como *outliers*. Desconsiderando as informações *missings* e *outliers*, chegamos a um total de 198 índices de eficiência técnica, ou seja, distribuições de índices para cada um dos 198 produtos manufaturados analisados.

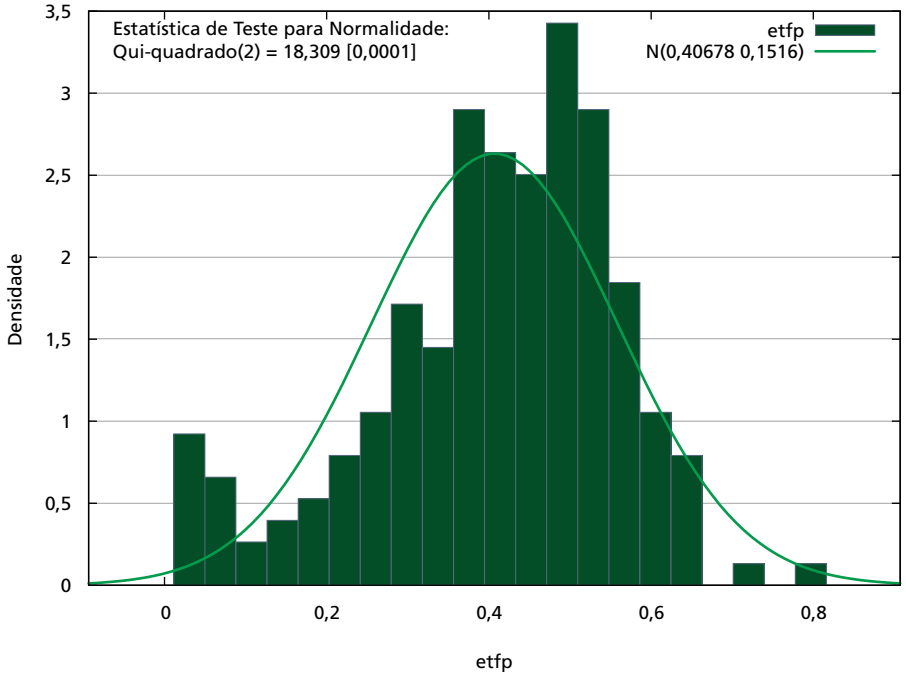
Segundo as estimativas do presente trabalho, o produto manufaturado produzido com maior eficiência técnica no Brasil é o ferro-gusa, com um índice de eficiência técnica médio de 0,7969. Outro ponto a ser destacado é que, além de apresentar uma média elevada para os índices de eficiência técnica, seu desvio padrão é relativamente pequeno, 0,1043. Em termos práticos, isso significa que a maioria das 479 unidades produtoras de ferro-gusa do Brasil é altamente eficiente.

Outro ponto a merecer destaque é que, entre os dez bens manufaturados produzidos com maior eficiência técnica no Brasil, quatro são da indústria de fabricação de produtos minerais não metálicos (CNAE 23). São eles: *i*) ladrilhos, placas e azulejos de cerâmica para pavimentação ou revestimento e esmaltados, com um índice de eficiência técnica igual a 0,7260; *ii*) elementos pré-fabricados para construção civil de cimento ou concreto (estacas, postes, caixas de água etc.), com um índice de eficiência técnica igual a 0,6586; *iii*) granito talhado, serrado ou trabalhado de outro modo, inclusive chapas de granito para pias, com um índice de eficiência técnica igual a 0,6466; e *iv*) telhas de cerâmica, com um índice de eficiência técnica igual a 0,6128.

Já na outra cauda da distribuição, temos o segmento produtor de ventiladores ou coifas (exaustores) para uso industrial como o segmento com a menor média de índice de coeficiente técnico, cujo valor é igual a 0,0307. Adicionalmente, entre os dez bens manufaturados produzidos com menor eficiência técnica no Brasil, três são da indústria de fabricação de móveis (CNAE 31). São eles: *i*) balcões ou vitrines de madeira, com um índice de eficiência técnica igual a 0,0722; *ii*) bancos de madeira, com um índice de eficiência técnica igual a 0,0537; e *iii*) mesinhas de cabeceira de madeira, com um índice de eficiência técnica igual a 0,0426.

O gráfico 1 mostra a distribuição dos índices de eficiência médios para os 198 produtos manufaturados. O gráfico apresenta um polígono de frequências e uma curva de distribuição normal. A curva serve de referência para compararmos a distribuição real com uma distribuição normal. Como pode ser visto, temos uma distribuição levemente assimétrica com concentração à direita e cauda à esquerda. A média desta distribuição é de 0,40679, com mediana de 0,42873 e desvio padrão de 0,15160.

GRÁFICO 1
Distribuição dos índices de eficiência técnica médios



Elaboração do autor, a partir de dados obtidos da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho e Emprego (Rais/MTE), período de 2005 a 2011.

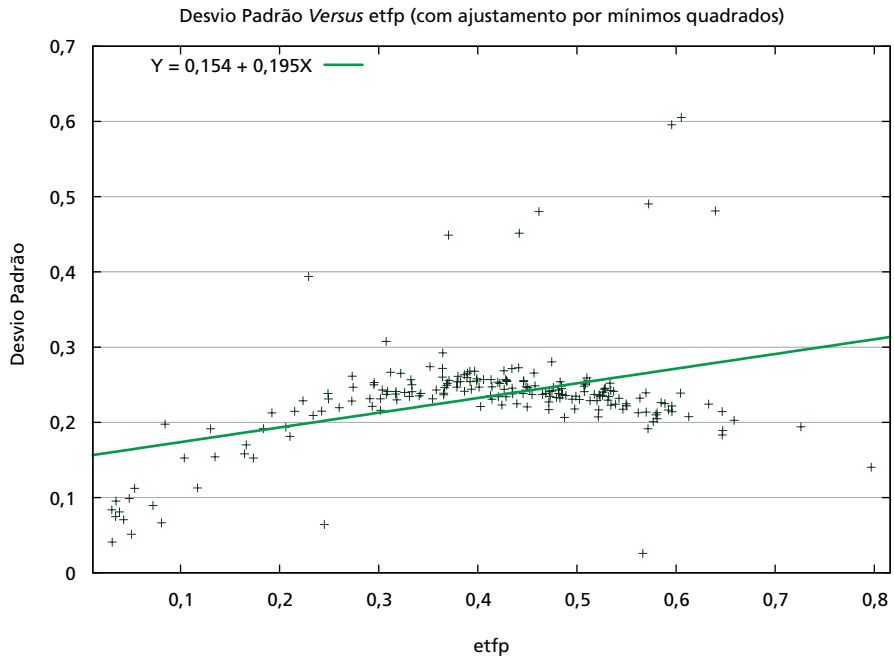
Em termos práticos, isso significa que o desempenho produtivo da indústria brasileira de transformação poderia ser majorado significativamente com a alocação mais eficiente dos recursos já utilizados. Na realidade, podemos inferir que a eficiência produtiva poderia ser até mesmo duplicada em muitos casos.

Os resultados apresentados no presente artigo sugerem que ganhos de produtividade poderiam ocorrer não somente por meio de realocação de recursos já utilizados – tais como desativar plantas e realocar produção em outras unidades que propiciassem ganhos de escala na produção; ou redução de portfólio, desativando a produção de bens que não tragam economias de escopo na produção – mas também por meio de medidas que reduzissem a dispersão dos índices de eficiência técnica, que, como já mencionamos, estão mais comumente relacionados a fatores como progresso técnico e fatores institucionais. Contudo, não estamos falando somente de fatores institucionais no âmbito macroeconômico, que a princípio afetariam todas as unidades produtivas de forma supostamente simétrica, mas de fatores institucionais em nível da firma e em nível local. Em suma, estamos querendo dizer que fatores como *benchmarking* de melhores práticas corporativas

e de administrações públicas locais podem ser tão relevantes na determinação da produtividade quanto fatores macroeconômicos.

Também não restam dúvidas de que algumas imperfeições de mercado sejam responsáveis por parte da ineficiência produtiva de alguns setores e unidades produtivas, principalmente aquelas imperfeições relacionadas ao baixo grau de rivalidade e competição dos mercados. Uma primeira evidência já foi discutida nas seções anteriores, quando abordamos o fato de unidades produtivas operarem com multiprodutos sem que obtivessem daí economias de escopo na produção.

GRÁFICO 2
Relação "média vs. desvio padrão" dos índices de eficiência técnica



Elaboração do autor, a partir de dados obtidos da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho e Emprego (Rais/MTE), período de 2005 a 2011.

Finalmente, podemos verificar a partir do gráfico 2 que um grande número de produtos industriais apresenta desvio padrão de índice de eficiência técnica consideravelmente elevado. Isto significa que empresas altamente produtivas compartilham o mesmo mercado com empresas altamente ineficientes. A pergunta óbvia é: como as empresas menos eficientes não são expelidas do mercado pelas mais eficientes? Ou substituídas por entrantes mais eficientes? A ausência de competição e rivalidade é, sem dúvida, uma hipótese a ser levantada para justificar tal comportamento. Neste sentido, poderíamos inferir que um aumento do nível

de competição tenderia a reduzir os desvios padrões da distribuição de índices de eficiência técnica, bem como reduzir o número de unidades produtivas multiproduto que não apresentem economias de escopo na produção.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo computar uma distribuição de índices de eficiência técnica de cada um dos bens industriais produzidos no Brasil. Um segundo objetivo foi verificar como as economias de escala e de escopo cooperam para a obtenção de ganhos de produtividade na indústria brasileira. Os índices de eficiência técnica foram computados a partir de um modelo de fronteira estocástica com dados de painel. Neste sentido, foram especificadas funções de produção aumentadas para cada um dos bens industriais, sendo que em cada uma das funções foram utilizadas informações de todas as plantas industriais brasileiras que produzem aquele bem em análise.

Os principais resultados obtidos em nosso exercício empírico são listados a seguir.

1) Muitas empresas produzem um mesmo bem em diversas plantas, mas ganhos de escala seriam obtidos caso houvesse concentração da produção em um número menor de unidades produtivas.

2) Muitas unidades produtivas operam com a produção de múltiplos bens (multiproduto) sem que sejam obtidos ganhos decorrentes de economias de escopo e de diversificação na produção.

3) Segundo as estimativas do presente trabalho, o bem manufaturado produzido com maior eficiência técnica no Brasil é o ferro-gusa, com um índice de eficiência técnica médio de 0,7969.

4) Entre os dez bens manufaturados produzidos com maior eficiência técnica no Brasil, quatro são da indústria de fabricação de produtos minerais não metálicos (CNAE 23).

5) Entre os dez bens manufaturados produzidos com menor eficiência técnica no Brasil, três são da indústria de fabricação de móveis (CNAE 31).

6) A distribuição dos índices médios de eficiência técnica é levemente assimétrica, com concentração à direita e cauda à esquerda. A média desta distribuição é de 0,40679, com mediana de 0,42873 e desvio padrão de 0,15160.

7) O desempenho produtivo da indústria brasileira de transformação poderia ser majorado significativamente com a alocação mais eficiente dos recursos já disponíveis. Na realidade, podemos inferir que a eficiência produtiva poderia ser até mesmo duplicada em alguns casos.

8) Um grande número de produtos industriais apresenta desvio padrão de índice de eficiência técnica consideravelmente elevados. Isso significa que empresas altamente produtivas compartilham o mesmo mercado com empresas altamente ineficientes.

Os resultados apresentados no presente artigo sugerem que ganhos de produtividade poderiam ocorrer não somente por meio de realocação de recursos já utilizados, mas também por meio de medidas que reduzissem a dispersão dos índices de eficiência técnica, que estão mais relacionados a fatores como progresso técnico e a fatores institucionais.

Em termos de políticas públicas, acreditamos que não devemos nos limitar a considerar somente fatores institucionais no âmbito macroeconômico, que a princípio afetariam todas as unidades produtivas de forma supostamente simétrica, mas também a fatores institucionais em nível da firma e em nível local. Estamos querendo dizer que fatores como *benchmarking* de melhores práticas corporativas e de administrações públicas locais podem ser tão relevantes na determinação e aumento da produtividade quanto fatores macroeconômicos.

REFERÊNCIAS

AIGNER, D. J.; LOVELL, C. A. K.; SCHMIDT, P. Formulation and estimation of stochastic frontier production function models. **Journal of Econometrics**, v. 6, p. 21-37, 1977.

BARTIK, T. J. Business location decisions in the United States: estimates of the effects of unionization, taxes, and other characteristics of states. **Journal of Business and Economic Statistics**, v. 3, n. 1, p.14-22, 1985.

BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. Frontier production functions, technical efficiency and panel data: with application to paddy farmers in India. **Journal of Productivity Analysis**, v. 3, p.153-169, 1992.

BATTESE, G. E.; COELLI, T. J. A model for technical inefficiency effects in a stochastic frontier production function for panel data. **Empirical Economics**, v. 20, p. 325-332, 1995.

BUTIROSSI, P. **Handbook of antitrust economics**. Cambridge, MA: MIT Press, 2007.

CALOGHIROU, Y.; IOANNIDES, S.; VONORTAS, N. Research joint ventures. **Journal of Economic Surveys**, v. 17, p. 541-570, 2003.

CHAMBERLAIN, E. H. Proportionality, divisibility and economies of scale. **Quarterly Journal of Economics**, v. 63, n. 1, p. 128-131, 1948.

CHAND, S.; SETHI, S. Planning horizon procedures for machine replacement models with several possible replacement alternatives. **Naval Research Logistics**, v. 29, p. 483-493, 1982.

CHENERY, H. B. Engineering production functions. **Quarterly Journal of Economics**, v. 63, n. 4, p. 507-531, 1949.

GOLDSTEIN, T.; LADANY, S.; MEHREZ, A. A dual machine replacement model: a note on planning horizon procedures for machine replacement. **Operations Research**, v. 34, p. 938-941, 1986.

GOPAL, A. *et al*. The impact of new product introduction on plant productivity in the north american automotive industry. **Management Science**, v. 59, p. 2217-2236, 2013.

GREENHUT, M. L. Location theory. *In*: GREENWALD, D. (Ed.). **Encyclopedia of Economics**. 2. ed. New York: McGraw Hill 1993.

HOOVER, E. M. ***Location* theory and the shoe and leather industries**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1937.

LEIBENSTEIN, H. Allocative efficiency vs. X-efficiency. **American Economic Review**, v. 56, n. 3, p. 392-415, 1966.

MEEUSEN, W.; VAN DEN BROECK, J. Efficiency estimation from Cobb-Douglas production functions with composed error. **International Economic Review**, v. 18, p. 435-444, 1977.

MOORE, F. T. Economies of scale: some statistical evidence. **Quarterly Journal of Economics**, v. 73, n. 2, p. 232-245, 1959.

PANZAR, J.; WILLIG, R. Economies of scale and economies of scope in multi-output production. **Quarterly Journal of Economics**, v. 91, n. 3, p. 481-493, 1977.

RADNER, R. Problems in the theory of markets under uncertainty. **American Economic Review**, v. 60, n. 2, p. 454-460, 1970.

SETHI, S.; CHAND, S. Planning horizon procedures for machine replacement models. **Management Science**, v. 25, p. 140-151, 1979.

TEECE, D. J. Economies of scope and the scope of the enterprise. **Journal of Economic Behavior & Organization**, v. 1, n. 3, p. 223-247, 1980.

TIROLE, J. **The theory of industrial organization**. Cambridge, MA: MIT Press, 1988.

WILLIAMSON, O. E. **Markets and hierarchies**: analysis and antitrust implications, New York, NY: Free Press, 1975.

WILLIG, R. Multiproduct technology and market structure. **American Economic Reviews**, v. 69, n. 2, p. 346-351, 1979.

APÊNDICE 1
Estimativas das funções de produção

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
0810.2140	Castinas; pedras calcárias (calcários) utilizadas na fabricação de cal ou de cimento, inclusive pó para corretivo do solo	634	0,0752***	(0,0107)	0,465***	(0,0270)	0,368***	(0,0259)	-0,441***	(0,0811)	-0,106	(0,0987)
0810.2215	Granito em bruto, desbastado, serrado em blocos ou placas	1.024	0,0138	(0,00891)	0,421***	(0,0279)	0,482***	(0,0237)	-1,042***	(0,119)	-0,0664	(0,0897)
0810.2250	Pedras britadas	1.916	0,0587***	(0,00634)	0,342***	(0,0193)	0,547***	(0,0192)	-0,838***	(0,0528)	-0,141**	(0,0580)
0810.9020	Serviço de extração de pedra, areia ou argila	312	-8.716	(0)	1.735	(0)	17,52	(0)	79,72***	(1,26e-05)	-67,18***	(5,21e-05)
0910.9010	Serviços relacionados à extração de petróleo e gás (perfuração, reperfuração, desmantelamento de torres, etc.), exceto a prospecção	616	0,00863	(0,0104)	0,525***	(0,0239)	0,398***	(0,0206)	-1.249***	(0,191)	-0,336***	(0,106)
1011.2050	Despojos em bruto, não comestíveis, de animais (pelos e cerdas, glândulas, ossos, etc.) - exceto suínos	310	0,266***	(0,0300)	0,140	(0,118)	0,425***	(0,0982)	-3.908***	(1.057)	-0,679**	(0,283)
1012.2030	Carnes ou miudezas de aves congeladas	857	0,0661***	(0,00955)	0,401***	(0,0265)	0,493***	(0,0247)	-0,408***	(0,0709)	0,164*	(0,0871)
1012.2040	Carnes ou miudezas de aves, frescas ou refrigeradas	646	0,0919***	(0,0107)	0,529***	(0,0389)	0,317***	(0,0369)	-0,916***	(0,0935)	0,407***	(0,156)
1013.2020	Carnes ou miudezas comestíveis de bovinos, secas, salgadas ou defumadas	347	0,0150	(0,0142)	0,430***	(0,0419)	0,548***	(0,0365)	-0,658***	(0,119)	-0,160	(0,278)
1013.2045	Farinhas, pós e pellets de carnes e miudezas de animais, impróprios para alimentação humana	624	0,193***	(0,0181)	0,495***	(0,0533)	0,278***	(0,0505)	-1.204***	(0,184)	-1.329***	(0,203)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
1031.2110	Doce de frutas em massa ou em pasta, não especificadas	298	0,0743***	(0,0178)	0,365***	(0,0649)	0,556***	(0,0639)	-1.085***	(0,193)	0,461	(0,399)
1051.2020	Leite pasteurizado, inclusive desnatado	1.146	0,0881***	(0,0104)	0,420***	(0,0302)	0,424***	(0,0288)	-0,772***	(0,118)	0,317***	(0,121)
1051.2030	Leite resfriado e/ou pré-aquecido	945	0,143***	(0,0133)	0,356***	(0,0408)	0,376***	(0,0349)	-1.118***	(0,144)	0,0249	(0,125)
1052.2080	Doce de leite	912	0,202***	(0,0171)	0,480***	(0,0506)	0,293***	(0,0509)	-1.307***	(0,326)	0,444**	(0,197)
1052.2110	Iogurte	590	0,105***	(0,0138)	0,503***	(0,0518)	0,338***	(0,0486)	-1.042***	(0,203)	0,0263	(0,210)
1052.2190	Manteiga	1.145	0,211***	(0,0149)	0,221***	(0,0420)	0,520***	(0,0422)	-2.865***	(0,975)	-0,539***	(0,138)
1052.2230	Queijo minas (frescal ou padrão)	1.025	0,133***	(0,0116)	0,509***	(0,0478)	0,326***	(0,0461)	-0,959***	(0,217)	-0,336**	(0,156)
1052.2320	Requeijão (cremoso, light, duro ou do norte), inclusive especialidades lácteas à base de requeijão	867	0,257***	(0,0143)	0,308***	(0,0570)	0,409***	(0,0557)	-0,291	(0,496)	0,412**	(0,163)
1052.2330	Soro de leite modificado ou não	296	0,246***	(0,0302)	0,245	(0,180)	0,410**	(0,174)	-3.090**	(1,414)	-0,377	(0,375)
1061.2020	Arroz descascado, exceto semibranqueado ou branqueado, parboilizado ou não	317	0,0759***	(0,0159)	0,136*	(0,0723)	0,753***	(0,0634)	-0,545***	(0,141)	-0,0394	(0,189)
1061.2030	Arroz quebrado (trinca de arroz)	373	0,244***	(0,0289)	0,193*	(0,109)	0,526***	(0,102)	-2.878***	(0,741)	-0,294	(0,243)
1061.2040	Arroz semibranqueado ou branqueado, polido, brunido, parboilizado ou não	915	0,0297***	(0,00753)	0,205***	(0,0328)	0,731***	(0,0310)	-0,264***	(0,0558)	-0,00115	(0,0704)
1061.2050	Farelos e outros resíduos do arroz	556	0,121***	(0,0172)	0,227**	(0,101)	0,616***	(0,0921)	-0,815	(1.273)	-0,284	(0,200)
1062.2060	Misturas ou pastas para produtos de padaria, pastelaria, etc.	281	0,160***	(0,0186)	0,110	(0,0834)	0,622***	(0,0730)	-1.187***	(0,352)	-0,753***	(0,233)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
1066.2040	Rações e outras preparações utilizadas na alimentação de animais	1.925	0,0697***	(0,00786)	0,360***	(0,0184)	0,506***	(0,0168)	-0,613***	(0,0781)	0,134*	(0,0747)
1071.2060	Bagaços de cana-de-açúcar, polpas de beterraba ou outros resíduos da fabricação do açúcar, inclusive óleo fusel	418	0,541***	(0,0348)	0,117	(0,0814)	0,238***	(0,0837)	-9.148***	(1.319)	-0,326*	(0,194)
1091.2010	Bolos industrializados	611	0,0688***	(0,00952)	0,530***	(0,0478)	0,386***	(0,0442)	-1.616***	(0,189)	-0,244*	(0,141)
1091.2020	Pães de especiarias (pão de gengibre, etc.)	369	0,0463***	(0,0124)	0,488***	(0,0549)	0,444***	(0,0506)	-1.046***	(0,129)	0,186	(0,244)
1091.2030	Pães e pães de forma industrializados, inclusive congelados	729	0,0364***	(0,00625)	0,329***	(0,0321)	0,600***	(0,0303)	-0,527***	(0,0661)	0,435***	(0,0985)
1091.2060	Produtos de panificação industrial não especificados	561	0,0500***	(0,00907)	0,448***	(0,0477)	0,450***	(0,0449)	-1.585***	(0,102)	-0,244	(0,167)
1092.2010	Biscoitos e bolachas	1.532	0,0599***	(0,00605)	0,468***	(0,0235)	0,477***	(0,0240)	-0,725***	(0,0605)	0,186**	(0,0784)
1093.2010	Achocolatados em pó	242	0,402***	(0,0394)	0,106	(0,0885)	0,412***	(0,0928)	-1.095*	(0,613)	0,711***	(0,274)
1093.2020	Balas, pastilhas, chocolate branco e outros confeitos, sem cacau, inclusive sem açúcar	540	0,0987***	(0,0135)	0,333***	(0,0531)	0,524***	(0,0508)	-0,763***	(0,125)	0,527***	(0,165)
1094.2015	Massas alimentícias cozidas ou semicozidas, mesmo recheadas ou preparadas de outro modo, exceto pratos prontos congelados	811	0,0417***	(0,00660)	0,404***	(0,0341)	0,523***	(0,0313)	-1.164***	(0,0743)	-0,185	(0,146)
1094.2030	Massas alimentícias frescas ou resfriadas, não cozidas nem recheadas (macarrão, espaguete, etc.)	275	0,0257*	(0,0135)	0,448***	(0,0598)	0,535***	(0,0585)	-0,831***	(0,133)	-0,0248	(0,261)
1094.2040	Massas alimentícias secas (macarrão, espaguete, etc.)	712	0,0806***	(0,00996)	0,470***	(0,0323)	0,423***	(0,0313)	-0,662***	(0,0822)	0,353***	(0,111)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
1099.2040	Chá mate beneficiado (chá mate tostado)	245	0,106***	(0,0276)	0,165***	(0,0547)	0,613***	(0,0673)	-0,966***	(0,198)	0,251	(0,205)
1099.2245	Preparações alimentícias, não especificadas	394	0,0936***	(0,0160)	0,535***	(0,0625)	0,322***	(0,0561)	-1.423***	(0,155)	-0,317	(0,296)
1121.2010	Águas minerais naturais, sem adoçantes ou aromatizantes, inclusive gaseificadas	1.043	0,0414***	(0,00837)	0,447***	(0,0284)	0,472***	(0,0264)	-0,942***	(0,116)	0,416***	(0,134)
1321.2035	Roupas de cama (exceto colchas, cobertores e mantas), de tecidos de algodão, quando integradas à tecelagem	292	0,0898***	(0,0211)	0,507***	(0,0612)	0,389***	(0,0647)	-0,723***	(0,231)	0,192	(0,274)
1321.9010	Serviço de tecelagem de algodão e serviços relacionados	246	0,0290***	(0,0102)	0,676***	(0,0326)	0,300***	(0,0291)	-1.151***	(0,133)	-0,809***	(0,279)
1340.9020	Acabamentos (branqueamento, tingimento, torção, etc.) em fibras e fios têxteis, produzidos por terceiros	311	0,00697	(0,0109)	0,632***	(0,0299)	0,303***	(0,0233)	-0,801***	(0,171)	0,810*	(0,431)
1340.9050	Serviço de bordados em artefatos têxteis, não especificados	325	0,00905	(0)	0,819	(0)	0,167	(0)	-0,968***	(0,360)	0,174	(0,516)
1351.2020	Cortinas e acessórios de tecidos de qualquer matéria têxtil	333	0,0516***	(0,0145)	0,445***	(0,0455)	0,435***	(0,0415)	-0,932***	(0,158)	-0,142	(0,413)
1351.2050	Roupas de cama (colchas, cobertores, lençóis, etc.), de tecidos, quando não integradas à tecelagem	678	0,0542***	(0,0113)	0,436***	(0,0389)	0,441***	(0,0328)	-0,921***	(0,106)	-0,0244	(0,189)
1351.9010	Serviço de confecção de artefatos têxteis para uso doméstico, quando não integrados à tecelagem	296	0,0204**	(0,0103)	0,684***	(0,0295)	0,283***	(0,0188)	-0,518***	(0,175)	-0,0697	(0,306)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
1354.2130	Tecidos revestidos ou impregnados, inclusive as entretelas	299	0,252***	(0,0343)	0,394***	(0,0969)	0,276**	(0,110)	-1,363***	(0,224)	-0,112	(0,276)
1359.2010	Artefatos têxteis confeccionados, não especificados	293	0,0479***	(0,0147)	0,383***	(0,0467)	0,315***	(0,0342)	-0,750***	(0,164)	0,115	(0,286)
1411.2020	Calcinhas, exceto de malha	786	-44,15	(0)	-98,44	(0)	38,58	(0)	477,1	(0)	-24,08***	(1,09e-05)
1411.2050	Cuecas e semelhantes, de malha	965	0,0348***	(0,00649)	0,506***	(0,0328)	0,419***	(0,0291)	-0,879***	(0,0943)	0,0475	(0,172)
1411.2080	Roupas de dormir ou de banho (camisolas, pijamas, roupões e semelhantes), de malha, de uso feminino	640	0,0567***	(0,00937)	0,489***	(0,0445)	0,354***	(0,0392)	-1.218***	(0,130)	-0,199	(0,404)
1411.2090	Roupas de dormir ou de banho (camisolas, pijamas, roupões e semelhantes), exceto de malha, de uso feminino	261	-0,0122***	(4,87e-07)	1.311***	(3,34e-06)	0,247***	(2,97e-06)	7.978***	(1,06e-05)	-3.985***	(1,70e-05)
1411.2140	Sutiãs de malha	705	0,0306***	(0,00705)	0,549***	(0,0348)	0,421***	(0,0317)	-0,802***	(0,285)	0,384**	(0,161)
1411.9010	Serviço de confecção de roupas íntimas, facção ou outros serviços relacionados	1.022	0,0169***	(0,00547)	0,768***	(0,0180)	0,174***	(0,0141)	-0,703***	(0,0996)	-0,198	(0,143)
1412.2020	Artigos do vestuário confeccionados com tecidos, exceto de malha, impregnados (com plástico, borracha ou outros materiais)	685	0,00809	(0,00581)	0,532***	(0,0218)	0,428***	(0,0146)	-1.046***	(0,0817)	-0,0849	(0,181)
1412.2065	Blazers, paletós, casacos, mantôs jaquetas e semelhantes, exceto de malha, de uso feminino	1.309	0,0523***	(0,00698)	0,413***	(0,0281)	0,440***	(0,0226)	-1,638***	(0,206)	-0,0239	(0,178)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
1412.2140	Camisas, blusas e semelhantes, exceto de malha, de uso feminino	1.848	0,0305***	(0,00522)	0,500***	(0,0226)	0,399***	(0,0187)	-1.159***	(0,0994)	0,618***	(0,143)
1412.2150	Camisas, de malha, de uso masculino	1.633	0,0360***	(0,00474)	0,536***	(0,0226)	0,389***	(0,0185)	-1.154***	(0,0840)	0,305	(0,188)
1412.2160	Camisas, exceto de malha, de uso masculino	1.559	0,0534***	(0,00651)	0,447***	(0,0203)	0,408***	(0,0182)	-1.050***	(0,0904)	-0,0150	(0,180)
1412.2170	Camisetas (T-Shirts) e camisetas interiores, de malha	2.122	0,0554***	(0,00530)	0,426***	(0,0195)	0,468***	(0,0160)	-1.307***	(0,0796)	0,340***	(0,116)
1412.2180	Conjuntos, de malha, de uso feminino	787	0,0510***	(0,00825)	0,427***	(0,0416)	0,436***	(0,0366)	-1.236***	(0,208)	0,174	(0,168)
1412.2190	Conjuntos, de malha, de uso masculino	301	0,0645***	(0,0138)	0,438***	(0,0536)	0,427***	(0,0494)	-0,865*	(0,496)	-0,946***	(0,223)
1412.2220	Conjuntos, exceto de malha, de uso feminino	451	0,0236**	(0,0101)	0,420***	(0,0579)	0,482***	(0,0479)	-0,896***	(0,315)	-0,0467	(0,223)
1412.2240	Macacões, agasalhos e conjuntos para esporte, de malha	374	0,0586***	(0,0154)	0,572***	(0,0575)	0,351***	(0,0443)	-2.105***	(0,294)	0,271	(0,265)
1412.2285	Paletós, blazers, casacos, sobretudos, japonas, capas e semelhantes, de malha, de uso masculino	330	0,0818***	(0,0241)	0,571***	(0,0674)	0,346***	(0,0730)	-1.692***	(0,633)	0,340	(0,381)
1412.2315	Paletós, blazers, casacos, sobretudos, japonas, capas e semelhantes, exceto de malha, de uso masculino	439	0,0750***	(0,0169)	0,497***	(0,0590)	0,368***	(0,0496)	-1.318*	(0,679)	-1.007**	(0,398)
1412.2420	Vestidos, exceto de malha	1.511	0,0365***	(0,00615)	0,426***	(0,0261)	0,434***	(0,0232)	-1.127***	(0,123)	0,579***	(0,127)
1412.2425	Vestuário de outros tipos, de malha, de uso feminino ou masculino	696	0,0160**	(0,00702)	0,512***	(0,0314)	0,396***	(0,0255)	-1.395***	(0,0967)	0,283	(0,205)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
1412.2435	Vestuário de outros tipos, exceto de malha, de uso feminino ou masculino	491	0,0170**	(0,00742)	0,633***	(0,0294)	0,314***	(0,0223)	-1.417***	(0,0964)	0,605**	(0,297)
1412.2450	Vestuário e seus acessórios, de malha, para bebês	479	0,0409***	(0,00869)	0,481***	(0,0325)	0,407***	(0,0239)	-0,821***	(0,0967)	-0,193	(0,158)
1413.2030	Calças, bermudas, jardineiras, shorts e semelhantes para uso profissional, de tecido inclusive de malha, de uso feminino	337	-0,430***	(4,43e-07)	4.816***	(2,60e-06)	1,004***	(2,01e-06)	-17,96***	(9,40e-06)	-7.080***	(1,90e-05)
1413.2040	Calças, bermudas, jardineiras, shorts e semelhantes para uso profissional, de tecido inclusive de malha, de uso masculino	296	0,0469***	(0,0111)	0,439***	(0,0456)	0,406***	(0,0365)	-1.530***	(0,203)	0,0432	(0,502)
1413.2080	Macacões, jalecos, batinas, togas, fardas e semelhantes para uso profissional	615	0,0563***	(0,00953)	0,373***	(0,0310)	0,496***	(0,0269)	-1.336***	(0,0863)	0,142	(0,229)
1413.9010	Serviço de confecção de roupas profissionais, facção ou outros serviços relacionados	364	0,0220***	(0,00754)	0,723***	(0,0244)	0,226***	(0,0224)	-1.110***	(0,144)	0,0930	(0,304)
1414.2050	Chapéus, bonés, boinas e outros artefatos de uso semelhante (inclusive esboços) de qualquer material	699	0,0387***	(0,00815)	0,556***	(0,0329)	0,368***	(0,0288)	-0,825***	(0,100)	0,0572	(0,326)
1510.2030	Couros ou peles de bovinos curtidos ao cromo (wet blue/box call) ou secos (crust)	813	0,0884***	(0,0122)	0,218***	(0,0405)	0,635***	(0,0368)	-0,697***	(0,0983)	-0,195	(0,124)
1510.9010	Serviço de curtimento ou outras preparações do couro	622	0,0562***	(0,0103)	0,667***	(0,0331)	0,267***	(0,0300)	-0,775***	(0,0912)	-0,633***	(0,162)
1521.2050	Malas, maletas, bolsas ou valises para viagem, de qualquer material	469	0,0378***	(0,0117)	0,459***	(0,0455)	0,415***	(0,0389)	-1.217***	(0,104)	0,657**	(0,334)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
1531.2030	Calçados de couro (sapatos, botas, sandálias, chinelos, etc.), masculino - exceto tênis e para uso profissional	1.118	0,0287***	(0,00514)	0,601***	(0,0172)	0,321***	(0,0142)	-0,692***	(0,0643)	0,126	(0,122)
1531.2050	Calçados de couro masculino, para uso profissional	273	0,0354***	(0,0128)	0,194***	(0,0331)	0,622***	(0,0341)	-0,804***	(0,151)	0,315	(0,260)
1531.9010	Serviços relacionados à confecção de calçados de couro	2.685	0,00985***	(0,00245)	0,813***	(0,00892)	0,147***	(0,00692)	-0,782***	(0,0700)	-0,579***	(0,0766)
1539.9020	Serviços relacionados à confecção de calçados de outros materiais	238	0,0161*	(0,00842)	0,830***	(0,0314)	0,133***	(0,0241)	-0,942***	(0,191)	-0,194	(0,297)
1540.2090	Solas, solados ou saltos de borracha para calçados	482	0,0379***	(0,00878)	0,436***	(0,0399)	0,452***	(0,0299)	-0,993***	(0,0993)	-0,0241	(0,149)
1540.2110	Solas, solados ou saltos de plástico para calçados	593	0,00921	(0,00802)	0,727***	(0,0264)	0,236***	(0,0190)	-0,877***	(0,0921)	0,354*	(0,183)
1540.9010	Serviços relacionados à confecção de cortes, viras, contrafortes e outros acessórios de couro para calçados	428	0,00533	(0,00457)	0,805***	(0,0198)	0,132***	(0,0141)	-0,495***	(0,0997)	0,304	(0,246)
1610.2090	Serragem, desperdícios e resíduos de madeira, mesmo aglomerados em bolas, briquetes e semelhantes	839	0,0880***	(0,0132)	0,589***	(0,0564)	0,267***	(0,0504)	-2.271***	(0,226)	0,173	(0,153)
1610.9010	Serviço de desdobramento de madeira	602	0,0260***	(0,00860)	0,639***	(0,0322)	0,333***	(0,0226)	-1.131***	(0,132)	-0,0943	(0,151)
1621.2020	Madeira compensada (contraplacada), madeira folheada e madeiras estratificadas semelhantes	1.301	0,0115**	(0,00578)	0,290***	(0,0213)	0,618***	(0,0198)	-0,542***	(0,0572)	0,0747	(0,0883)
1621.2030	Madeira densificada (MDF), em blocos, pranchas, lâminas ou perfis	305	0,0443***	(0,0132)	0,246***	(0,0789)	0,649***	(0,0642)	-1.314***	(0,150)	-0,639***	(0,238)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
1623.2040	Paletes simples, paletes-caixas ou outros estrados para cargas	647	1.417***	(3,94e-07)	0,112***	(1,83e-06)	1.409***	(1,55e-06)	-1.585***	(3,70e-06)	1.876***	(4,97e-06)
1629.2025	Artigos diversos de madeira não especificados em outras classes	524	2.782***	(4,31e-07)	0,329***	(1,66e-06)	1.645***	(1,59e-06)	17,12***	(4,24e-06)	15.06***	(6,64e-06)
1629.2120	Molduras de madeira para quadros, fotografias, espelhos ou objetos semelhantes	285	0,0952***	(0,0168)	0,410***	(0,0938)	0,452***	(0,0856)	-1.169***	(0,202)	0,118	(0,468)
1721.2010	Desperdícios ou aparas de papel ou de papel-cartão	247	0,268***	(0,0320)	0,602***	(0,147)	0,137	(0,138)	-4.442***	(0,861)	0,224	(0,300)
1731.2010	Embalagens diversas de papel (exceto sacos, sacolas e bolsas), impressas	507	0,317***	(4,35e-07)	-1.778***	(1,84e-06)	0,0682***	(1,80e-06)	-2.194***	(4,10e-06)	-3.176***	(7,91e-06)
1733.2010	Caixas de papelão ondulado ou corrugado, impressas ou não	1.326	0,0369***	(0,00459)	0,519***	(0,0213)	0,417***	(0,0196)	-0,305***	(0,0428)	0,350***	(0,0633)
1733.2020	Embalagens diversas de papelão ondulado ou corrugado (exceto caixas), impressas ou não	282	0,0159	(0,0105)	0,503***	(0,0563)	0,453***	(0,0447)	-1.361***	(0,121)	0,224	(0,201)
1733.2030	Chapas de papelão ondulado ou corrugado	498	0,0709***	(0,0149)	0,387***	(0,0582)	0,478***	(0,0544)	-1.130***	(0,145)	0,288*	(0,171)
1742.2060	Papel higiênico	370	0,0435***	(0,0123)	0,416***	(0,0464)	0,534***	(0,0459)	-0,393***	(0,0945)	0,236*	(0,137)
1811.9010	Serviços de impressão de jornais, revistas, livros, lista telefônicas e produtos semelhantes	630	0,0232***	(0,00719)	0,409***	(0,0256)	0,486***	(0,0247)	-1.224***	(0,0774)	0,266	(0,266)
1813.2025	Cartões de visitas, felicitações, cartões postais impressos ou ilustrados e semelhantes	265	0,0703***	(0,0196)	0,535***	(0,0691)	0,352***	(0,0673)	-1.064***	(0,221)	0,140	(0,479)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
1813.2070	Impressos padronizados para uso comercial (formulários em bloco, blocos de encomendas, de recibos, de apontamentos, etc., não fiscais)	402	0,0712***	(0,0136)	0,713***	(0,0590)	0,179***	(0,0434)	-1.327***	(0,149)	0,439	(0,407)
1813.2090	Impressos para fins publicitários ou promocionais em filmes, lona vinílica, polipropileno, vinil adesivo, etc. (banners, backlit, frontlit, etc.)	262	0,0598***	(0,0164)	0,681***	(0,0760)	0,297***	(0,0678)	-1.594***	(0,195)	1,316*	(0,678)
1813.2100	Impressos para fins publicitários ou promocionais em papel ou suporte celulósico (catálogos, cartazes, folhetos, encartes, outdoors, mala direta, etc.)	629	0,0510***	(0,00956)	0,568***	(0,0443)	0,351***	(0,0393)	-0,997***	(0,111)	-0,0999	(0,442)
1821.9020	Serviço de pré-impressão como: editoração eletrônica, digitalização, tratamento de imagens e/ou geração de fotolitos e semelhantes	629	0,0422***	(0,00759)	0,710***	(0,0189)	0,211***	(0,0163)	-0,716***	(0,110)	0,0129	(0,125)
2029.2880	Produtos orgânicos, não especificados	459	20,71***	(4,94e-07)	-55,31***	(2,00e-06)	43,03***	(1,34e-06)	105,3***	(5,79e-06)	-28,85***	(6,32e-06)
2031.2170	Polímeros acrílicos em formas primárias, não especificados	309	0,329***	(0,0455)	-0,146	(0,119)	0,715***	(0,121)	-1.304	(0,805)	-1.089***	(0,387)
2032.2120	Silicones em formas primárias, exceto óleos hidrolisados de dimetildiclorosilano	248	0,135***	(0,0412)	0,423***	(0,134)	0,467***	(0,135)	-0,640	(0,521)	0,695	(0,528)
2061.2010	Agentes orgânicos de superfície, exceto sabões	299	0,554***	(0,0341)	0,00532	(0,0700)	0,456***	(0,0717)	0,270	(0,466)	-0,359*	(0,212)
2061.2050	Detergentes ou sabões líquidos, inclusive produtos para lavagem de pisos, vidros, etc.	688	0,0800***	(0,0113)	0,227***	(0,0536)	0,629***	(0,0518)	-1.083***	(0,176)	-0,401	(0,318)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2061.2075	Preparações tensoativas para lavagem e limpeza, para uso doméstico ou industrial, inclusive as preparações multiuso	298	0,125***	(0,0333)	0,204	(0,130)	0,688***	(0,116)	-2.574*	(1.442)	0,560	(0,352)
2061.2095	Sabões ou detergentes para uso doméstico ou industrial, em barras, pedaços, figuras moldadas, etc.	376	0,0908***	(0,0177)	0,125	(0,0797)	0,692***	(0,0713)	-0,492***	(0,170)	-0,482	(0,450)
2061.2100	Sabões ou detergentes em pó, flocos, palhetas, grânulos ou outras formas semelhantes	271	0,101***	(0,0202)	0,0372	(0,0679)	0,811***	(0,0684)	-1.104***	(0,231)	0,681***	(0,252)
2062.2030	Desinfetantes para usos doméstico, institucional e/ou industrial (alvejantes, água sanitária, etc.)	737	0,0476***	(0,00885)	0,348***	(0,0431)	0,585***	(0,0426)	-0,780***	(0,111)	-0,115	(0,166)
2063.2020	Condicionador e creme rinse para cabelos	467	0,116***	(0,0276)	0,566***	(0,0840)	0,270***	(0,0836)	-1.602**	(0,746)	-0,645	(0,461)
2063.2070	Desodorantes corporais ou antiperspirantes, líquidos	296	0,250***	(0,0271)	0,128	(0,107)	0,563***	(0,0992)	-0,721	(0,836)	0,0563	(0,421)
2063.2230	Sabonetes (em barras, pedaços, figuras moldadas, líquido, etc., não especificados), exceto medicinais	533	0,124***	(0,0186)	0,440***	(0,0710)	0,390***	(0,0690)	-0,984***	(0,251)	0,318	(0,302)
2063.2260	Xampus para os cabelos	671	0,0784***	(0,0204)	0,490***	(0,0642)	0,418***	(0,0675)	-1.725***	(0,326)	-0,120	(0,340)
2071.2060	Tintas ou vernizes dissolvidos em meio aquoso, para construção	479	0,0452***	(0,0100)	0,375***	(0,0469)	0,590***	(0,0445)	-0,724***	(0,0978)	-0,187	(0,130)
2071.2120	Tintas e vernizes dissolvidos em meio não aquoso, para usos em geral - exceto para fins automotivos e construção	384	0,0500***	(0,0145)	0,366***	(0,0661)	0,540***	(0,0630)	-0,700***	(0,148)	0,0501	(0,153)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2072.2020	Tintas e vernizes para impressão	317	0,151***	(0,0247)	0,0233	(0,0754)	0,844***	(0,0670)	-0,496***	(0,129)	0,156	(0,143)
2073.2030	Mástiques de vidraceiro (massa), ceras de calafate, indutos utilizados em pintura, impermeabilizantes ou semelhantes	366	0,118***	(0,0192)	0,291***	(0,0922)	0,530***	(0,0927)	-1.084***	(0,311)	-0,319	(0,222)
2073.2060	Solventes ou diluentes orgânicos compostos, não especificados; preparações para remover tintas	516	0,212***	(0,0222)	0,316***	(0,0876)	0,460***	(0,0818)	-0,896***	(0,341)	-0,180	(0,242)
2091.2060	Colas ou outros adesivos, não especificados	408	0,341***	(0,0271)	-0,0874	(0,0905)	0,722***	(0,0848)	-1.141***	(0,409)	0,124	(0,238)
2093.2370	Produtos químicos, utilizados nas indústrias têxtil, papel, couro ou semelhantes (aceleradores, fixadores, aglutinantes, agente de apresto, etc.)	503	0,129***	(0,0168)	-0,00517	(0,0699)	0,770***	(0,0672)	-1.178***	(0,138)	-0,463***	(0,177)
2099.2170	Produtos químicos, não especificados	620	0,132***	(0,0182)	0,293***	(0,0558)	0,498***	(0,0556)	-1.216***	(0,147)	-0,450**	(0,193)
2121.2305	Medicamentos contendo produtos misturados ou não misturados, não especificados	736	0,465***	(0,0207)	0,0810*	(0,0463)	0,410***	(0,0451)	-0,718***	(0,139)	-0,178	(0,179)
2121.2350	Medicamentos não especificados à base de outras vitaminas (exceto vitamina A, ácido ascórbico e tocoferol)	264	0,676***	(0,0288)	-0,125*	(0,0762)	0,407***	(0,0744)	-1.761	(1.358)	-0,968***	(0,175)
2121.9010	Serviço de produção de medicamentos para uso humano ou serviços relacionados	314	0,0268**	(0,0117)	0,500***	(0,0425)	0,452***	(0,0424)	-0,795***	(0,120)	-0,345***	(0,131)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2122.2170	Medicamentos contendo produtos misturados ou não misturados, não especificados (uso veterinário)	254	0,419***	(0,0329)	0,192**	(0,0761)	0,290***	(0,0732)	-0,532*	(0,323)	-0,564**	(0,282)
2219.2080	Blocos, chapas, folhas ou tiras de borracha vulcanizada não endurecida	262	0,103***	(0,0221)	0,494***	(0,0879)	0,354***	(0,0854)	-0,793**	(0,328)	-2.483***	(0,430)
2219.2130	Juntas, gaxetas ou semelhantes de borracha vulcanizada não endurecida (para veículos, máquinas, etc.)	787	0,118***	(0,0125)	0,526***	(0,0511)	0,313***	(0,0487)	-1.101***	(0,124)	-0,274	(0,223)
2221.2040	Chapas, folhas, tiras ou fitas de plásticos, não alveolares, não reforçadas nem estratificadas, sem suporte	527	0,123***	(0,0181)	0,390***	(0,0519)	0,417***	(0,0509)	-0,851***	(0,179)	0,411	(0,394)
2221.2050	Espumas de poliuretano	321	0,142***	(0,0250)	0,453***	(0,1000)	0,373***	(0,0901)	-0,697***	(0,226)	-0,490	(0,321)
2221.2060	Filmes de material plástico (exceto BOPP) para embalagem, inclusive em bobinas ou rolos	816	0,237***	(0,000340)	0,0451***	(0,000832)	0,453***	(0,000895)	-1.482***	(0,00219)	-0,374***	(0,00258)
2222.2010	Artigos de plástico para embalagem, não especificados	1.192	0,0489***	(0,00600)	0,532***	(0,0248)	0,397***	(0,0211)	-1.014***	(0,0646)	0,146	(0,110)
2222.2050	Carretéis, fusos, bobinas e suportes semelhantes de plástico	249	0,0850***	(0,0138)	0,270***	(0,0861)	0,662***	(0,0771)	-1.888***	(0,406)	0,839	(0,746)
2222.2100	Embalagens de plástico não impressas para produtos alimentícios ou bebidas (bisnagas, copos e semelhantes)	358	0,0397***	(0,0122)	0,602***	(0,0485)	0,340***	(0,0394)	-1.128***	(0,127)	0,641*	(0,382)
2222.2140	Garrafas, garrafões, frascos e artigos semelhantes de plástico	1.313	0,0593***	(0,00682)	0,437***	(0,0237)	0,474***	(0,0202)	-0,543***	(0,0604)	0,237***	(0,0790)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2222.2150	Rolhas, tampas, cápsulas ou outros dispositivos de plástico para fechar recipientes	767	0,308***	(4,40e-07)	1,164***	(2,32e-06)	-0,567***	(2,14e-06)	-1.608***	(4,07e-06)	3.044***	(6,06e-06)
2222.2160	Sacos de plástico para lixo	347	0,0157	(0,0119)	0,343***	(0,0681)	0,553***	(0,0545)	-1.002***	(0,166)	1.115	(0,678)
2222.2170	Sacos, sacolas ou bolsas de plástico de qualquer dimensão, não impressos, para embalagem ou transporte, inclusive em bobinas	1.380	0,0268***	(0,00456)	0,443***	(0,0255)	0,504***	(0,0220)	-0,733***	(0,0498)	0,0902	(0,124)
2222.2180	Sacos, sacolas e bolsas de plástico de qualquer dimensão, impressos, para embalagem ou transporte, inclusive em bobinas	691	0,0449	(0)	0,245	(0)	0,652	(0)	-0,858	(0)	-0,0149	(0,261)
2222.9020	Serviço de produção de embalagens de material plástico não impressas e serviços relacionados	394	0,0150*	(0,00819)	0,662***	(0,0298)	0,299***	(0,0212)	-1.211***	(0,111)	0,116	(0,295)
2229.2020	Artigos de plástico para higiene ou toucador, não especificados	357	0,107***	(0,0161)	0,547***	(0,101)	0,332***	(0,108)	-1.251***	(0,333)	-5.188***	(1,035)
2229.2030	Artigos de plástico para uso doméstico	930	0,110***	(0,0140)	0,414***	(0,0510)	0,413***	(0,0495)	-1.438***	(0,116)	-0,311	(0,291)
2229.2060	Artigos de plástico, não especificados	1.409	0,0626***	(0,00692)	0,494***	(0,0346)	0,386***	(0,0300)	-1.264***	(0,0874)	0,728***	(0,210)
2229.2170	Desperdícios, resíduos ou aparas de material plástico	403	0,412***	(0,0284)	0,498***	(0,0925)	0,0366	(0,0889)	-3.629***	(0,421)	-1.216***	(0,290)
2229.2210	Monofilamentos (monofios), varas, bastões ou perfis de matérias plásticas, não reforçados com fibras	294	0,101***	(0,0196)	0,396***	(0,108)	0,484***	(0,107)	-1.041***	(0,200)	-0,557**	(0,280)
2229.2240	Peças ou acessórios de plástico, reforçados ou não, para a indústria eletroeletrônica	428	0,0999***	(0,0158)	0,417***	(0,0611)	0,403***	(0,0546)	-1.282***	(0,132)	-0,279	(0,232)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2229.2270	Peças, componentes ou acessórios de plástico, reforçados ou não, para usos não especificados	616	0,239***	(0,0208)	0,382***	(0,0802)	0,325***	(0,0755)	-1.153***	(0,173)	-0,477	(0,314)
2229.2280	Peças ou acessórios de plástico, reforçados ou não, para veículos automotores, motocicletas, bicicletas e similares	976	0,0750***	(0,00856)	0,417***	(0,0348)	0,469***	(0,0331)	-0,843***	(0,0705)	-0,130	(0,102)
2229.2305	Peças e acessórios de plástico, reforçados ou não, para uso na construção civil, não especificado	446	0,0946***	(0,0167)	0,455***	(0,0750)	0,392***	(0,0728)	-1.698***	(0,167)	-0,409	(0,347)
2229.2330	Reservatórios, caixas-d'água (caixas de água), cisternas, piscinas e artefatos semelhantes, de plástico	362	0,0775***	(0,0165)	0,214***	(0,0687)	0,669***	(0,0652)	-1.471***	(0,215)	-0,527**	(0,224)
2229.9020	Serviço de produção de peças e acessórios de material plástico ou serviços relacionados	678	0,0181**	(0,00717)	0,743***	(0,0210)	0,221***	(0,0167)	-1.167***	(0,0887)	0,283	(0,206)
2311.2040	Vidros de segurança laminados ou temperados, exceto para veículos	397	0,0373***	(0,0102)	0,267***	(0,0382)	0,645***	(0,0375)	-0,701***	(0,0862)	0,145	(0,153)
2319.2120	Espelhos de vidro para usos não especificados, emoldurados ou não	240	0,0683***	(0,0188)	0,347***	(0,0722)	0,527***	(0,0738)	-1.384***	(0,354)	-0,284	(0,259)
2330.2010	Argamassas ou outros aglomerantes não refratários	531	0,0904***	(0,0119)	0,636***	(0,0331)	0,236***	(0,0284)	-1.128***	(0,117)	-0,318**	(0,137)
2330.2040	Blocos ou tijolos para construção de cimento ou concreto	760	0,0278***	(0,00940)	0,327***	(0,0403)	0,628***	(0,0387)	-1.013***	(0,0927)	0,0481	(0,192)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2330.2050	Canos ou tubos de cimento ou concreto	613	0,0187**	(0,00899)	0,331***	(0,0350)	0,617***	(0,0314)	-1.167***	(0,0917)	0,484***	(0,178)
2330.2080	Construções pré-fabricadas de cimento ou concreto	380	0,0264**	(0,0120)	0,526***	(0,0533)	0,395***	(0,0495)	-1.206***	(0,123)	0,130	(0,189)
2330.2090	Elementos pré-fabricados para construção civil de cimento ou concreto (estacas, postes, caixas de água, etc.)	1.453	0,0283***	(0,00536)	0,257***	(0,0218)	0,635***	(0,0197)	-0,998***	(0,0539)	0,00617	(0,0666)
2330.2100	Massa de concreto preparada para construção; concreto usinado	3.448	0,0289***	(0,00302)	0,350***	(0,0105)	0,592***	(0,00992)	-0,782***	(0,0513)	0,0561	(0,0489)
2330.2130	Telhas, ladrilhos, lajes ou artefatos semelhantes de cimento ou concreto	578	0,0419***	(0,00969)	0,458***	(0,0499)	0,419***	(0,0446)	-1.256***	(0,106)	0,0443	(0,181)
2330.9010	Serviço de produção de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes e serviços industriais relacionados	606	0,0263***	(0,00868)	0,561***	(0,0323)	0,352***	(0,0268)	-1.443***	(0,122)	0,0271	(0,139)
2342.2030	Ladrilhos, placas e azulejos de cerâmica para pavimentação ou revestimento, esmaltados (lado superior ou igual a 7cm)	587	0,0169**	(0,00684)	0,229***	(0,0221)	0,719***	(0,0216)	-0,404***	(0,0710)	-0,0107	(0,0563)
2342.2050	Telhas de cerâmica	2.953	0,0260***	(0,00324)	0,602***	(0,0147)	0,334***	(0,0137)	-0,505***	(0,0328)	0,134	(0,158)
2342.2065	Tijolos perfurados, tapa-vigas e outros tijolos de cerâmica para construção, exceto refratários	5.800	0,0218***	(0,00289)	0,559***	(0,0136)	0,400***	(0,0129)	-0,893***	(0,0320)	0,336***	(0,102)
2391.2020	Granito talhado, serrado ou trabalhado de outro modo, inclusive chapas de granito para pias	1.022	0,0316***	(0,00594)	0,415***	(0,0234)	0,535***	(0,0203)	-0,434***	(0,0571)	0,0469	(0,0912)
2392.2010	Cal hidratada ou apagada	281	0,0685***	(0,0156)	0,198***	(0,0445)	0,695***	(0,0498)	-0,723***	(0,157)	-0,173	(0,234)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2392.2030	Cal virgem (cal viva)	326	0,104***	(0,0167)	0,210***	(0,0377)	0,616***	(0,0385)	-0,537***	(0,129)	0,490**	(0,201)
2399.2190	Mós, rebolos e artefatos semelhantes, para moer, desfibrar, triturar, amolar, retificar ou cortar	273	0,0690***	(0,0253)	0,485***	(0,0542)	0,355***	(0,0631)	-0,700***	(0,161)	-0,147	(0,274)
2411.2010	Ferro-gusa	479	0,0310***	(0,00661)	0,415***	(0,0253)	0,553***	(0,0219)	-0,392***	(0,0645)	0,0304	(0,0570)
2424.2070	Chapas, bobinas, fitas e tiras de aço, relaminadas	856	0,0783***	(0,0114)	0,405***	(0,0349)	0,531***	(0,0319)	-0,656***	(0,101)	0,350***	(0,118)
2451.2020	Peças diversas de ferro fundido, não especificadas	1.365	0,0468***	(0,00684)	0,440***	(0,0286)	0,486***	(0,0266)	-0,959***	(0,0681)	-0,0182	(0,158)
2452.2010	Artefatos de alumínio fundido	380	0,0376***	(0,0140)	0,483***	(0,0462)	0,498***	(0,0460)	-1.000***	(0,138)	-0,363	(0,275)
2511.2025	Construções pré-fabricadas de metal	344	0,0696***	(0,0189)	0,488***	(0,0635)	0,408***	(0,0529)	-0,818***	(0,145)	0,608**	(0,246)
2511.2055	Estruturas de ferro e aço, em chapas ou em outras formas (1)	1.544	0,0583***	(0,00619)	0,350***	(0,0244)	0,553***	(0,0214)	-1.022***	(0,0602)	0,246**	(0,117)
2511.9010	Serviço de instalação e montagem, no local, de estruturas metálicas quando executados pelo próprio fabricante	685	0,0348***	(0,00748)	0,658***	(0,0267)	0,230***	(0,0197)	-1.149***	(0,0795)	-0,153	(0,171)
2511.9020	Serviços de produção de estruturas metálicas	704	0,0269***	(0,00604)	0,595***	(0,0230)	0,348***	(0,0192)	-1.036***	(0,0704)	-0,175	(0,134)
2512.2040	Esquadrias de ferro e aço (portas, janelas, seus caixilhos, alizares, soleiras, etc.)	634	0,0983***	(0,0131)	-0,344***	(0,0514)	0,564***	(0,0511)	-1.314***	(0,123)	-0,538**	(0,220)
2513.2040	Obras de caldeiraria pesada, não especificado e suas partes	411	0,0519***	(0,0155)	0,442***	(0,0508)	0,411***	(0,0424)	-1.108***	(0,136)	0,576	(0,469)
2531.2010	Ferro e aço forjados em formas ou peças	269	0,0496***	(0,0140)	0,311***	(0,0638)	0,658***	(0,0573)	-0,825***	(0,175)	0,247	(0,643)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2532.2050	Peças estampadas de ferro ou aço para a indústria automobilística	375	0,0558***	(0,0126)	0,519***	(0,0452)	0,415***	(0,0439)	-0,964***	(0,124)	0,000521	(0,217)
2532.9010	Serviço de estamparia, repuxamento e outros tipos de conformação de metais, exceto utensílios domésticos	365	0,00895	(0,0106)	0,602***	(0,0264)	0,354***	(0,0217)	-1.014***	(0,108)	0,280	(0,179)
2539.9040	Serviços de galvanoplastia (cobreagem, cromagem, zincagem, anodização, decapagem ou serviços afins)	934	-2.682***	(3,43e-07)	1.492***	(1,56e-06)	6,275***	(1,35e-06)	-22,76***	(4,20e-06)	-57,10***	(5,01e-06)
2539.9060	Serviços de têmpera, cementação de aço, recozimento de arames, tratamento térmico	650	0,0308***	(0,00758)	0,611***	(0,0233)	0,274***	(0,0183)	-1.019***	(0,0974)	0,0353	(0,109)
2539.9070	Serviços de tratamento de metais por usinagem, tornearia, fresagem e solda	2.568	0,0309***	(0,00396)	0,667***	(0,0131)	0,263***	(0,0110)	-1.045***	(0,0465)	0,177*	(0,0954)
2542.2010	Artefatos diversos de serralheria, exceto esquadrias	383	0,0256**	(0,0118)	0,461***	(0,0535)	0,457***	(0,0453)	-1.401***	(0,128)	0,0604	(0,234)
2543.2110	Ferramentas intercambiáveis de embutir, estampar ou puncionar para ferramentas manuais ou para máquinas-ferramenta	409	0,382***	(0,0271)	0,295***	(0,0718)	0,285***	(0,0588)	-0,647***	(0,180)	-0,287	(0,314)
2591.2040	Latas de ferro e aço para embalagem de produtos diversos com capacidade inferior a 50l, inclusive aerossol	356	0,104***	(0,0157)	0,370***	(0,0390)	0,434***	(0,0337)	-0,192	(0,135)	-0,0386	(0,147)
2592.2010	Arruelas, rebites, cavilhas, contrapinos ou outros artefatos não roscados de ferro e aço	875	0,305***	(0,0221)	0,247***	(0,0679)	0,386***	(0,0626)	-1.203***	(0,203)	-0,596**	(0,303)
2592.2060	Artefatos diversos de ferro e aço trefilados	481	0,0347**	(0,0145)	0,630***	(0,0430)	0,308***	(0,0348)	-1.221***	(0,134)	0,463	(0,666)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2592.2200	Molas ou folhas de molas de ferro e aço, de qualquer espécie, exceto para veículos	315	0,106***	(0,0178)	0,631***	(0,0643)	0,275***	(0,0613)	-1.104***	(0,159)	0,149	(0,407)
2592.2220	Parafusos, ganchos, pinos, pernos, porcas ou outros artefatos roscados de ferro e aço	1.390	0,0874***	(0,0101)	0,434***	(0,0337)	0,427***	(0,0315)	-0,982***	(0,0938)	0,284	(0,224)
2592.2280	Telas metálicas tecidas, de fios de ferro e aço, inclusive revestidas	294	0,184***	(0,0258)	0,548***	(0,105)	0,164*	(0,0931)	-0,853***	(0,170)	0,107	(0,321)
2592.9010	Serviços de produção de artefatos de trefilados e serviços industriais relacionados	290	0,00112	(0,00884)	0,622***	(0,0282)	0,338***	(0,0225)	-1.384***	(0,131)	0,550**	(0,221)
2599.2020	Artefatos diversos de alumínio	416	0,0918***	(0,0154)	0,498***	(0,0724)	0,368***	(0,0674)	-1.171***	(0,171)	-0,656	(0,581)
2599.2030	Artefatos diversos de ferro e aço	1.761	0,0688***	(0,00713)	0,454***	(0,0234)	0,449***	(0,0209)	-1.102***	(0,0678)	0,529***	(0,101)
2599.2200	Sucatas metálicas, não especificadas	682	0,264***	(0,0202)	0,201***	(0,0679)	0,483***	(0,0619)	-3.534***	(0,392)	-0,450**	(0,185)
2599.9010	Serviço de fabricação de produtos elaborados de metal (exceto máquinas e equipamentos) e serviços industriais relaionados	799	0,0430***	(0,00650)	0,615***	(0,0209)	0,311***	(0,0157)	-1.052***	(0,0771)	-0,418**	(0,189)
2599.9020	Serviço de corte de metais	373	0,0385***	(0,00918)	0,607***	(0,0363)	0,314***	(0,0281)	-1.105***	(0,111)	-0,0697	(0,157)
2631.2125	Partes e peças de outros tipos para aparelhos transmissores de comunicação	320	0,391***	(0,0294)	0,147	(0,0922)	0,419***	(0,0833)	-1.906***	(0,332)	0,346	(0,466)
2640.2080	Microfones e seus suportes, alto-falantes, caixas acústicas, amplificadores de áudio, fones de ouvido	266	0,0794***	(0,0175)	0,467***	(0,0687)	0,360***	(0,0649)	-0,636***	(0,177)	-0,163	(0,628)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2710.2020	Conversores estáticos elétricos ou eletrônicos (carregadores de acumuladores, retificadores de corrente, etc.)	437	0,131***	(0,0208)	0,239***	(0,0834)	0,514***	(0,0802)	-1.121***	(0,246)	-0,665	(0,407)
2710.2170	Transformadores, exceto de dielétrico líquido	450	0,0962***	(0,0157)	0,441***	(0,0530)	0,389***	(0,0525)	-1.127***	(0,157)	-0,118	(0,231)
2731.2040	Partes e peças para aparelhos e equipamentos para distribuição e controle de energia, para tensão superior a 1kv	274	0,123***	(0,0254)	0,540***	(0,110)	0,294***	(0,0943)	-1.622***	(0,315)	-0,573	(0,365)
2731.2050	Quadros, painéis, cabines ou outros suportes, equipados com aparelhos elétricos de interrupção ou proteção, para tensão menor ou igual a 1000v	630	0,107***	(0,0155)	0,433***	(0,0584)	0,412***	(0,0555)	-1.119***	(0,138)	-0,237	(0,237)
2733.2050	Fios, cabos e condutores elétricos com capa isolante, para tensão menor ou igual a 1000v	633	0,0361***	(0,0135)	0,199***	(0,0431)	0,702***	(0,0410)	-0,763***	(0,112)	0,178	(0,163)
2740.2110	Lustres, luminárias, abajures e outros aparelhos de iluminação elétrica	649	0,0347***	(0,00975)	0,437***	(0,0517)	0,517***	(0,0468)	-0,982***	(0,109)	-0,0235	(0,354)
2813.2010	Partes e peças para válvulas, torneiras e registros	623	0,128***	(0,0210)	0,462***	(0,0688)	0,285***	(0,0612)	-1.973***	(0,207)	-0,310	(0,337)
2813.2130	Válvulas, torneiras, registros e dispositivos semelhantes, não especificados - inclusive hidráulicos e pneumáticas	707	0,0956***	(0,0121)	0,493***	(0,0553)	0,333***	(0,0546)	-1.065***	(0,135)	0,0379	(0,397)
2815.2010	Caixas de transmissão e redutores e variadores de velocidade para equipamentos industriais	304	0,299***	(0,0274)	0,237**	(0,0952)	0,418***	(0,0912)	-0,809***	(0,200)	-0,821***	(0,287)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2815.2040	Engrenagens ou rodas de fricção, eixos de esferas ou roletes para equipamentos industriais	312	0,348***	(0,0355)	0,177*	(0,0941)	0,425***	(0,0904)	-1.412***	(0,337)	-0,360	(0,410)
2815.2060	Partes e peças para mancais, engrenagens, variadores de velocidade, e outros equipamentos de transmissão para fins industriais	363	0,290***	(0,0291)	0,552***	(0,105)	0,144	(0,0988)	-1.823***	(0,445)	-0,531	(0,357)
2821.2010	Aparelhos para tratamento térmico de materiais	267	0,327***	(0,0337)	-0,110	(0,103)	0,728***	(0,0975)	-0,700**	(0,319)	-0,237	(0,388)
2823.2110	Refrigeradores, vitrinas, câmaras frigoríficas e semelhantes para produção de frio para usos industrial e comercial	297	0,0599***	(0,0124)	0,419***	(0,0568)	0,511***	(0,0511)	-0,881***	(0,100)	-0,162	(0,226)
2823.2150	Ventiladores ou coifas (exaustores) para uso industrial	436	0,214***	(0,0237)	0,305***	(0,0778)	0,467***	(0,0712)	-1.290***	(0,214)	1,211	(1,319)
2829.2030	Aparelhos para filtrar ou depurar líquidos; aparelhos para filtrar óleos minerais nos motores de combustão interna	413	0,133***	(0,0195)	0,405***	(0,0822)	0,351***	(0,0774)	-1.279***	(0,252)	0,378	(0,417)
2829.2070	Balanças para pesagem, dosagem ou contagem	259	0,0865***	(0,0162)	0,362***	(0,0729)	0,522***	(0,0768)	-0,322**	(0,136)	0,0483	(0,222)
2829.2160	Filtros eletrostáticos e outros aparelhos para filtrar ou depurar gases	471	0,0683***	(0,0183)	0,189***	(0,0703)	0,689***	(0,0631)	-1.527***	(0,231)	-0,709***	(0,258)
2829.2510	Trocadores (permutadores, intercambiadores) de calor	348	0,327***	(0,0283)	0,154	(0,101)	0,451***	(0,0907)	-1.607***	(0,321)	-0,189	(0,343)
2829.9020	Serviço de produção de máquinas e equipamentos de uso geral, inclusive peças e serviços industriais relacionados	375	0,0491***	(0,0130)	0,673***	(0,0329)	0,246***	(0,0257)	-1.165***	(0,154)	0,313	(0,548)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2831.2020	Peças e acessórios para tratores agrícolas	272	0,121***	(0,0250)	0,352***	(0,0941)	0,454***	(0,0899)	-1.349***	(0,254)	0,342	(0,450)
2833.2090	Máquinas para limpeza, seleção, etc., de grãos	256	0,330***	(0,0371)	0,174***	(0,0658)	0,465***	(0,0614)	-1.113***	(0,256)	-0,648	(0,409)
2833.2120	Máquinas ou aparelhos para agricultura e pecuária, não especificados	378	0,0631***	(0,0182)	0,320***	(0,0596)	0,558***	(0,0538)	-1.168***	(0,163)	0,524	(0,410)
2833.2160	Partes e peças para máquinas e aparelhos para agricultura e pecuária, não especificados	287	0,206***	(0,0235)	0,540***	(0,0629)	0,207***	(0,0560)	-1.861***	(0,232)	-0,546*	(0,296)
2833.2190	Partes e peças para semeadores, adubadores, arados e outras máquinas agrícolas para preparar o solo	298	0,121***	(0,0249)	0,153	(0,114)	0,620***	(0,105)	-1.492***	(0,258)	-0,229	(0,605)
2840.2320	Partes, peças ou acessórios para máquinas-ferramenta para trabalhar metais	467	0,130***	(0,0204)	0,602***	(0,0886)	0,196**	(0,0889)	-1.425***	(0,237)	-0,408	(0,295)
2862.2210	Partes e peças para outras máquinas para preparação e fabricação industrial de alimentos	314	0,118***	(0,0260)	0,442***	(0,0753)	0,375***	(0,0733)	-0,767***	(0,256)	0,537	(0,358)
2869.2270	Silos metálicos para cereais, fixos, incluindo as baterias, com mecanismos elevadores ou extratores incorporados	272	23,11***	(1,34e-06)	-42,39***	(2,91e-06)	55,09***	(2,59e-06)	258.4***	(1,39e-05)	2,300***	(1,11e-05)
2869.9020	Serviço de produção de outras máquinas, equipamentos e peças de uso específico e serviços industriais relacionados	251	0,0261**	(0,0129)	0,579***	(0,0411)	0,348***	(0,0350)	-1.510***	(0,148)	-0,0732	(0,276)
2930.2040	Carrocerias para caminhões, inclusive as cabines	781	0,0535***	(0,00715)	0,419***	(0,0238)	0,486***	(0,0215)	-0,474***	(0,0665)	0,303***	(0,0895)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
2930.9020	Serviços de produção de cabines, carrocerias e reboques para veículos automotores e serviços industriais relacionados	393	0,0810***	(0,0152)	0,642***	(0,0487)	0,251***	(0,0426)	-2.139***	(0,160)	-1,220***	(0,201)
2941.2040	Peças ou acessórios, não especificados, para o sistema de motor de veículos automotores (blocos de cilindro, virabrequins, carburadores, válvulas, polias, juntas, etc.)	895	0,0793***	(0,0112)	0,462***	(0,0374)	0,412***	(0,0367)	-0,958***	(0,0903)	-0,117	(0,143)
2944.2030	Molas e folhas de molas de ferro e aço, de qualquer espécie, para veículos automotores	256	0,0579***	(0,0179)	0,502***	(0,0772)	0,414***	(0,0665)	-0,762***	(0,170)	-0,292	(0,231)
2949.2125	Partes ou peças, inclusive modulares, de qualquer material para bancos de veículos automotores	268	0,0630***	(0,0194)	0,740***	(0,0605)	0,196***	(0,0475)	-1.204***	(0,201)	0,372	(0,267)
2949.2130	Peças e acessórios para veículos automotores, não especificados	2.351	0,0245***	(0,00539)	0,522***	(0,0146)	0,430***	(0,0140)	-0,810***	(0,0390)	0,232***	(0,0656)
2949.9010	Serviços de produção de peças e acessórios de metal para veículos automotores não classificados em outra classe e serviços industriais relacionados	399	0,0180	(0)	0,981	(0)	0,0783	(0)	-1.874	(0)	0,458**	(0,220)
3092.2080	Peças e acessórios para bicicletas e outros ciclos sem motor (pedais, quadros, selins, etc.) inclusive acessórios de iluminação ou sinalização	262	0,0262*	(0,0140)	0,402***	(0,0679)	0,561***	(0,0658)	-0,867***	(0,130)	-0,0141	(0,246)
3101.2080	Assentos ou cadeiras de madeira, exceto para escritório	879	0,0589***	(0,00888)	0,439***	(0,0458)	0,515***	(0,0425)	-1.241***	(0,150)	0,0728	(0,307)
3101.2090	Balcões ou vitrines de madeira	413	0,132***	(0,0239)	0,384***	(0,0834)	0,413***	(0,0824)	-1.402***	(0.473)	0.579	(0.751)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
3101.2100	Bancos de madeira	299	0,271***	(0,0303)	0,443***	(0,120)	0,233**	(0,112)	-1.620***	(0,412)	0,893	(0,617)
3101.2140	Cômodas de madeira	1.044	0,121***	(0,0146)	0,325***	(0,0490)	0,507***	(0,0433)	-1.315***	(0,268)	-0,316	(0,310)
3101.2160	Estantes de madeira de uso residencial	998	3.124	(0)	-41,98	(0)	-15,06	(0)	-47,00	(0)	-123,6***	(1,03e-05)
3101.2190	Mesas de madeira de uso residencial	1.050	-0,490***	(3,07e-07)	4,293***	(1,68e-06)	1,243***	(1,47e-06)	1.577***	(8,21e-06)	-2.350***	(1,62e-05)
3101.2200	Mesas de madeira para escritório	591	0,0524***	(0,0131)	0,336***	(0,0644)	0,581***	(0,0625)	-1.287***	(0,297)	0,234	(0,501)
3101.2210	Mesinhas de cabeceira de madeira	398	0,220***	(0,0217)	0,258***	(0,0921)	0,471***	(0,0851)	-2.708**	(1.349)	-0,564	(0,436)
3101.2220	Mesinhas de madeira (para centro, canto, etc.)	277	0,114***	(0,0223)	0,264**	(0,107)	0,583***	(0,101)	-6.009***	(1.484)	-0,483	(0,526)
3101.2255	Móveis diversos de madeira para escritório, exceto modulados	953	0,0557***	(0,00785)	0,350***	(0,0406)	0,546***	(0,0385)	-1.396***	(0,100)	-0,551**	(0,252)
3101.2270	Móveis diversos de madeira para instalações comerciais (gôndolas e semelhantes)	322	0,0256*	(0,0138)	0,481***	(0,0706)	0,508***	(0,0716)	-1.045***	(0,137)	0,103	(0,623)
3101.2285	Móveis embutidos ou modulados de madeira para uso residencial, não especificados	547	0,0306***	(0,0105)	0,467***	(0,0561)	0,496***	(0,0484)	-1.275***	(0,122)	0,276	(0,457)
3101.9010	Serviço de produção de móveis com predominância de madeira, inclusive partes e serviços industriais relacionados	771	0,0316***	(0,00547)	0,651***	(0,0205)	0,261***	(0,0147)	-1.117***	(0,105)	-0,405**	(0,171)
3102.2040	Assentos ou cadeiras de metal para escritório	255	0,131***	(0,0217)	0,345***	(0,0916)	0,499***	(0,0852)	-0,683***	(0,222)	-1,018	(1,305)
3102.2050	Assentos e cadeiras de metal, exceto para escritório, inclusive cadeiras de praia	296	28,08	(0)	-20,81	(0)	41,56	(0)	-55,83	(0)	49,81***	(1,61e-05)

(Continua)

(Continuação)

Cod_CNAE	Descrição Produto	Observações	lnCapital	Erro-Padrão	lnTrabalho	Erro-Padrão	lnCOI	Erro-Padrão	multi_planta	Erro-Padrão	multi_produto	Erro-Padrão
3102.2160	Móveis diversos de metal, exceto para escritório	365	0,0466***	(0,0120)	0,461***	(0,0664)	0,461***	(0,0572)	-1,387***	(0,135)	-0,594	(0,586)
3102.2175	Móveis diversos de metal para escritório	458	0,0467***	(0,0113)	0,496***	(0,0466)	0,416***	(0,0412)	-0,780***	(0,107)	0,602	(0,771)
3102.2190	Móveis diversos de metal para instalações comerciais (gôndolas e semelhantes)	434	0,0573***	(0,0107)	0,413***	(0,0428)	0,481***	(0,0398)	-1,020***	(0,0957)	-0,0206	(0,246)
3102.2210	Partes ou peças de metal para móveis	364	0,104***	(0,0211)	0,530***	(0,0747)	0,360***	(0,0745)	-1,199***	(0,187)	-0,204	(0,261)
3104.2010	Colchões de borracha, de plásticos alveolares ou de espumas de plástico, inclusive colchões ortopédicos	611	0,0697***	(0,00893)	0,526***	(0,0380)	0,388***	(0,0339)	-0,522***	(0,0830)	-0,139	(0,119)
3240.2030	Brinquedos não especificados, de qualquer material, não motorizados	414	0,0571***	(0,0125)	0,371***	(0,0525)	0,504***	(0,0465)	-0,726***	(0,117)	0,829***	(0,247)
3314.9190	Serviços de manutenção e reparação de máquinas e equipamentos para usos industriais, não especificados	1.015	0,0395***	(0,00725)	0,739***	(0,0186)	0,135***	(0,0129)	-0,999***	(0,0849)	-0,0476	(0,0946)

Elaboração do autor, a partir de dados obtidos da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho e Emprego (Rais/MTE), período de 2005 a 2011.

Nota: p-valor 0.01 (***); 0.05 (**); 0.10 (*)

APÊNDICE 2
Índices de eficiência técnica

Cod CNAE	Descrição Produto	ETFP	Desvio Padrão
2411.2010	Ferro-gusa	0,7969	0,1403
2342.2030	Ladrilhos, placas e azulejos de cerâmica para pavimentação ou revestimento, esmaltados (lado superior ou igual a 7cm)	0,7260	0,1941
2330.2090	Elementos pré-fabricados para construção civil de cimento ou concreto (estacas, postes, caixas de água, etc.)	0,6586	0,2028
1621.2020	Madeira compensada (contraplacada), madeira folheada e madeiras estratificadas semelhantes	0,6471	0,1893
2391.2020	Granito talhado, serrado ou trabalhado de outro modo, inclusive chapas de granito para pias	0,6466	0,1832
1061.2040	Arroz semibranqueado ou branqueado, polido, brunido, parboilizado ou não	0,6466	0,2143
2869.2270	Silos metálicos para cereais, fixos, incluindo as baterias, com mecanismos elevadores ou extratores incorporados	0,6397	0,4810
1733.2020	Embalagens diversas de papelão ondulado ou corrugado (exceto caixas), impressas ou não	0,6329	0,2242
2342.2050	Telhas de cerâmica	0,6128	0,2076
1091.2030	Pães e pães de forma industrializados, inclusive congelados	0,6053	0,6053
1094.2030	Massas alimentícias frescas ou resfriadas, não cozidas nem recheadas (macarrão, espaguete, etc.)	0,6045	0,2388
1531.2030	Calçados de couro (sapatos, botas, sandálias, chinelos, etc.), masculino - exceto tênis e para uso profissional	0,5959	0,2142
1733.2010	Caixas de papelão ondulado ou corrugado, impressas ou não	0,5957	0,2217
0810.2250	Pedras britadas	0,5956	0,5956
2311.2040	Vidros de segurança laminados ou temperados, exceto para veículos	0,5923	0,2163
2823.2110	Refrigeradores, vitrinas, câmaras frigoríficas e semelhantes para produção de frio para usos industrial e comercial	0,5887	0,2249
2222.2170	Sacos, sacolas ou bolsas de plástico de qualquer dimensão, não impressos, para embalagem ou transporte, inclusive em bobinas	0,5849	0,2262
1540.2090	Solas, solados ou saltos de borracha para calçados	0,5809	0,2048
1412.2020	Artigos do vestuário confeccionados com tecidos, exceto de malha, impregnados (com plástico, borracha ou outros materiais)	0,5809	0,2127
1531.2050	Calçados de couro masculino, para uso profissional	0,5797	0,2100
2330.2040	Blocos ou tijolos para construção de cimento ou concreto	0,5769	0,2009

(Continua)

(Continuação)

Cod CNAE	Descrição Produto	ETFP	Desvio Padrão
3102.2050	Assentos e cadeiras de metal, exceto para escritório, inclusive cadeiras de praia	0,5723	0,4903
0910.9010	Serviços relacionados à extração de petróleo e gás (perfuração, reperfuração, desmantelamento de torres, etc.), exceto a prospecção	0,5717	0,1915
2229.9020	Serviço de produção de peças e acessórios de material plástico ou serviços relacionados	0,5698	0,2136
1321.9010	Serviço de tecelagem de algodão e serviços relacionados	0,5696	0,2392
1731.2010	Embalagens diversas de papel (exceto sacos, sacolas e bolsas), impressas	0,5665	0,0258
2539.9070	Serviços de tratamento de metais por usinagem, tornearia, fresagem e solda	0,5636	0,2321
2542.2010	Artefatos diversos de serralheria, exceto esquadrias	0,5618	0,2128
2222.2010	Artigos de plástico para embalagem, não especificados	0,5503	0,2219
1540.2110	Solas, solados ou saltos de plástico para calçados	0,5496	0,2247
1012.2030	Carnes ou miudezas de aves congeladas	0,5464	0,2175
2229.2280	Peças ou acessórios de plástico, reforçados ou não, para veículos automotores, motocicletas, bicicletas e similares	0,5424	0,2319
3092.2080	Peças e acessórios para bicicletas e outros ciclos sem motor (pedais, quadros, selins, etc.) inclusive acessórios de iluminação ou sinalização	0,5390	0,2241
3104.2010	Colchões de borracha, de plásticos alveolares ou de espumas de plástico, inclusive colchões ortopédicos	0,5370	0,2412
1091.2060	Produtos de panificação industrial não especificados	0,5343	0,2228
1061.2020	Arroz descascado, exceto semibranqueado ou branqueado, parboilizado ou não	0,5341	0,2424
1413.2040	Calças, bermudas, jardineiras, shorts e semelhantes para uso profissional, de tecido inclusive de malha, de uso masculino	0,5333	0,2521
1099.2040	Chá mate beneficiado (chá mate tostado)	0,5320	0,2342
0810.2140	Castinas; pedras calcárias (calcários) utilizadas na fabricação de cal ou de cimento, inclusive pó para corretivo do solo	0,5313	0,2295
3102.2190	Móveis diversos de metal para instalações comerciais (gôndolas e semelhantes)	0,5286	0,2452
1521.2050	Malas, maletas, bolsas ou valises para viagem, de qualquer material	0,5276	0,2440
2330.2050	Canos ou tubos de cimento ou concreto	0,5265	0,2403
1610.2080	Pranchas de madeira	0,5259	0,2360
2740.2110	Lustres, luminárias, abajures e outros aparelhos de iluminação elétrica	0,5234	0,2349

(Continua)

(Continuação)

Cod CNAE	Descrição Produto	ETFP	Desvio Padrão
2591.2040	Latas de ferro e aço para embalagem de produtos diversos com capacidade inferior a 50l, inclusive aerossol	0,5224	0,2365
1813.2100	Impressos para fins publicitários ou promocionais em papel ou suporte celulósico (catálogos, cartazes, folhetos, encartes, outdoors, mala direta, etc.)	0,5219	0,2165
0810.2215	Granito em bruto, desbastado, serrado em blocos ou placas	0,5215	0,2072
2392.2010	Cal hidratada ou apagada	0,5202	0,2289
2451.2020	Peças diversas de ferro fundido, não especificadas	0,5175	0,2372
2930.2040	Carrocerias para caminhões, inclusive as cabines	0,5133	0,2289
1094.2040	Massas alimentícias secas (macarrão, espaguete, etc.)	0,5128	0,2546
2071.2060	Tintas ou vernizes dissolvidos em meio aquoso, para construção	0,5100	0,2591
2399.2190	Mós, rebolos e artefatos semelhantes, para moer, desfibrar, triturar, amolar, retificar ou cortar	0,5084	0,2507
3101.2270	Móveis diversos de madeira para instalações comerciais (gôndolas e semelhantes)	0,5075	0,2408
1092.2010	Biscoitos e bolachas	0,5072	0,2524
3240.2030	Brinquedos não especificados, de qualquer material, não motorizados	0,5072	0,2481
1412.2450	Vestuário e seus acessórios, de malha, para bebês	0,5025	0,2304
2511.2025	Construções pré-fabricadas de metal	0,4989	0,2348
2222.2160	Sacos de plástico para lixo	0,4978	0,2177
1359.2010	Artefatos têxteis confeccionados, não especificados	0,4950	0,2307
1621.2030	Madeira densificada (MDF), em blocos, pranchas, lâminas ou perfis	0,4889	0,2356
3101.2285	Móveis embutidos ou modulados de madeira para uso residencial, não especificados	0,4874	0,2065
2061.2095	Sabões ou detergentes para uso doméstico ou industrial, em barras, pedaços, figuras moldadas, etc.	0,4854	0,2371
1121.2010	Águas minerais naturais, sem adoçantes ou aromatizantes, inclusive gaseificadas	0,4851	0,2367
3102.2175	Móveis diversos de metal para escritório	0,4845	0,2484
1510.2030	Couros ou peles de bovinos curtidos ao cromo (wet blue/box call) ou secos (crust)	0,4844	0,2448
2072.2020	Tintas e vernizes para impressão	0,4831	0,2540

(Continua)

(Continuação)

Cod CNAE	Descrição Produto	ETFP	Desvio Padrão
1412.2425	Vestuário de outros tipos, de malha, de uso feminino ou masculino	0,4828	0,2323
2511.2055	Estruturas de ferro e aço, em chapas ou em outras formas (1)	0,4816	0,2384
1012.2040	Carnes ou miudezas de aves, frescas ou refrigeradas	0,4816	0,2431
2392.2030	Cal virgem (cal viva)	0,4793	0,2330
1091.2010	Bolos industrializados	0,4763	0,2464
1411.2140	Sutiãs de malha	0,4748	0,2417
2093.2370	Produtos químicos, utilizados nas indústrias têxtil, papel, couro ou semelhantes (aceleradores, fixadores, aglutinantes, agente de apresto, etc.)	0,4745	0,2804
1091.2020	Pães de especiarias (pão de gengibre, etc.)	0,4729	0,2346
1412.2435	Vestuário de outros tipos, exceto de malha, de uso feminino ou masculino	0,4720	0,2414
1351.9010	Serviço de confecção de artefatos têxteis para uso doméstico, quando não integrados à tecelagem	0,4717	0,2271
2513.2040	Obras de caldeiraria pesada, não especificado e suas partes	0,4716	0,2169
2599.2035	Artefatos diversos de metais não ferrosos (exceto alumínio), não especificados anteriormente	0,4685	0,2385
2592.2060	Artefatos diversos de ferro e aço trefilados	0,4653	0,2371
3101.2160	Estantes de madeira de uso residencial	0,4617	0,4802
2941.2040	Peças ou acessórios, não especificados, para o sistema de motor de veículos automotores (blocos de cilindro, virabrequins, carburadores, válvulas, polias, juntas, etc.)	0,4577	0,2485
2532.2050	Peças estampadas de ferro ou aço para a indústria automobilística	0,4567	0,2655
1099.2245	Preparações alimentícias, não especificadas	0,4547	0,2369
2330.2010	Argamassas ou outros aglomerantes não refratários	0,4525	0,2429
3101.2255	Móveis diversos de madeira para escritório, exceto modulados	0,4504	0,2461
1813.2090	Impressos para fins publicitários ou promocionais em filmes, lona vinílica, polipropileno, vinil adesivo, etc. (banners, backlit, frontlit, etc.)	0,4498	0,2205
1412.2065	Blazers, paletós, casacos, mantôs jaquetas e semelhantes, exceto de malha, de uso feminino	0,4487	0,2474
1412.2150	Camisas, de malha, de uso masculino	0,4463	0,2555

(Continua)

(Continuação)

Cod CNAE	Descrição Produto	ETFP	Desvio Padrão
1733.2030	Chapas de papelão ondulado ou corrugado	0,4462	0,2542
3102.2160	Móveis diversos de metal, exceto para escritório	0,4456	0,2383
1091.2040	Pães, bolos, doces e outros produtos similares produzidos em padaria	0,4418	0,4515
1411.2050	Cuecas e semelhantes, de malha	0,4412	0,2726
1413.2080	Macacões, jalecos, batinas, togas, fardas e semelhantes para uso profissional	0,4394	0,2246
1412.2180	Conjuntos, de malha, de uso feminino	0,4352	0,2379
1412.2170	Camisetas (T-Shirts) e camisetas interiores, de malha	0,4346	0,2455
2531.2010	Ferro e aço forjados em formas ou peças	0,4344	0,2714
2229.2240	Peças ou acessórios de plástico, reforçados ou não, para a indústria eletroeletrônica	0,4294	0,2545
2451.2010	Artefatos diversos de ferro fundido (esferas para moinhos, grades de esgotos, caixas de correio, chafarizes, etc.)	0,4291	0,2555
2063.2070	Desodorantes corporais ou antiperspirantes, líquidos	0,4284	0,2341
2640.2080	Microfones e seus suportes, alto-falantes, caixas acústicas, amplificadores de áudio, fones de ouvido	0,4280	0,2571
1414.2050	Chapéus, bonés, boinas e outros artefatos de uso semelhante (inclusive esboços) de qualquer material	0,4266	0,2439
3101.2310	Poltronas ou sofás de madeira, exceto para escritório	0,4264	0,2686
1813.2070	Impressos padronizados para uso comercial (formulários em bloco, blocos de encomendas, de recibos, de apontamentos, etc., não fiscais)	0,4243	0,2232
3250.2195	Instrumentos e aparelhos para medicina, cirurgia, etc., de outros tipos	0,4221	0,2517
1412.2140	Camisas, blusas e semelhantes, exceto de malha, de uso feminino	0,4207	0,2340
3101.2080	Assentos ou cadeiras de madeira, exceto para escritório	0,4202	0,2534
2831.2020	Peças e acessórios para tratores agrícolas	0,4142	0,2472
2229.2060	Artigos de plástico, não especificados	0,4142	0,2307
2733.2050	Fios, cabos e condutores elétricos com capa isolante, para tensão menor ou igual a 1000v	0,4134	0,2568
2229.2305	Peças e acessórios de plástico, reforçados ou não, para uso na construção civil, não especificado	0,4128	0,2355
2949.2125	Partes ou peças, inclusive modulares, de qualquer material para bancos de veículos automotores	0,4057	0,2569

(Continua)

(Continuação)

Cod CNAE	Descrição Produto	ETFP	Desvio Padrão
1011.2050	Despojos em bruto, não comestíveis, de animais (pelos e cerdas, glândulas, ossos, etc.) - exceto suínos	0,4029	0,2210
1412.2420	Vestidos, exceto de malha	0,4013	0,2468
1351.2020	Cortinas e acessórios de tecidos de qualquer matéria têxtil	0,3990	0,2579
2599.2030	Artefatos diversos de ferro e aço	0,3989	0,2550
2944.2030	Molas e folhas de molas de ferro e aço, de qualquer espécie, para veículos automotores	0,3968	0,2679
2710,217	Transformadores, exceto de dielétrico líquido	0,3935	0,2440
2062.2030	Desinfetantes para usos doméstico, institucional e/ou industrial (alvejantes, água sanitária, etc.)	0,3922	0,2541
2452,201	Artefatos de alumínio fundido	0,3919	0,2678
1093.2020	Balas, pastilhas, chocolate branco e outros confeitos, sem cacau, inclusive sem açúcar	0,3896	0,2653
1629.2120	Molduras de madeira para quadros, fotografias, espelhos ou objetos semelhantes	0,3891	0,2597
1412.2190	Conjuntos, de malha, de uso masculino	0,3865	0,2413
1031.2110	Doce de frutas em massa ou em pasta, não especificadas	0,3864	0,2632
2061.2100	Sabões ou detergentes em pó, flocos, palhetas, grânulos ou outras formas semelhantes	0,3823	0,2541
1411.2080	Roupas de dormir ou de banho (camisolas, pijamas, roupões e semelhantes), de malha, de uso feminino	0,3800	0,2612
2512.2040	Esquadrias de ferro e aço (portas, janelas, seus caixilhos, alizares, soleiras, etc.)	0,3791	0,2539
2219.2080	Blocos, chapas, folhas ou tiras de borracha vulcanizada não endurecida	0,3789	0,2469
2813.2130	Válvulas, torneiras, registros e dispositivos semelhantes, não especificados - inclusive hidráulicos e pneumáticas	0,3709	0,2558
1413.2030	Calças, bermudas, jardineiras, shorts e semelhantes para uso profissional, de tecido inclusive de malha, de uso feminino	0,3704	0,4488
1062.2060	Misturas ou pastas para produtos de padaria, pastelaria, etc.	0,3694	0,2518
2599.2020	Artefatos diversos de alumínio	0,3686	0,2493
2833.2190	Partes e peças para semeadores, adubadores, arados e outras máquinas agrícolas para preparar o solo	0,3664	0,2462
1412.2055	Blazers, paletós, casacos, mantôs jaquetas e semelhantes, de malha, de uso feminino	0,3656	0,2366
1051.2030	Leite resfriado e/ou pré-aquecido	0,3655	0,2387

(Continua)

(Continuação)

Cod CNAE	Descrição Produto	ETFP	Desvio Padrão
1011.2020	Carnes de bovinos congeladas	0,3646	0,2924
2424.2070	Chapas, bobinas, fitas e tiras de aço, relaminadas	0,3643	0,2601
2592.2200	Molas ou folhas de molas de ferro e aço, de qualquer espécie, exceto para veículos	0,3643	0,2717
2222.9020	Serviço de produção de embalagens de material plástico não impressas e serviços relacionados	0,3581	0,2431
2815.2060	Partes e peças para mancais, engrenagens, variadores de velocidade, e outros equipamentos de transmissão para fins industriais	0,3542	0,2313
2319.2120	Espelhos de vidro para usos não especificados, emoldurados ou não	0,3518	0,2739
3101.2200	Mesas de madeira para escritório	0,3425	0,2383
1411.9010	Serviço de confecção de roupas íntimas, facção ou outros serviços relacionados	0,3408	0,2353
2829.2030	Aparelhos para filtrar ou depurar líquidos; aparelhos para filtrar óleos minerais nos motores de combustão interna	0,3337	0,2408
2073.2030	Mástiques de vidraceiro (massa), ceras de calafate, indutos utilizados em pintura, impermeabilizantes ou semelhantes	0,3334	0,2500
2833.2160	Partes e peças para máquinas e aparelhos para agricultura e pecuária, não especificados	0,3325	0,2567
1412.2315	Paletós, blazers, casacos, sobretudos, japonas, capas e semelhantes, exceto de malha, de uso masculino	0,3310	0,2343
1321.2035	Roupas de cama (exceto colchas, cobertores e mantas), de tecidos de algodão, quando integradas à tecelagem	0,3262	0,2397
2829.2070	Balanças para pesagem, dosagem ou contagem	0,3222	0,2652
2229.2330	Reservatórios, caixas-d'água (caixas de água), cisternas, piscinas e artefatos semelhantes, de plástico	0,3183	0,2299
1813.2025	Cartões de visitas, felicitações, cartões postais impressos ou ilustrados e semelhantes	0,3175	0,2410
1051.2010	Leite esterilizado / UHT/ Longa Vida	0,3170	0,2377
2222.2050	Carretéis, fusos, bobinas e suportes semelhantes de plástico	0,3120	0,2666
2731.2040	Partes e peças para aparelhos e equipamentos para distribuição e controle de energia, para tensão superior a 1kv	0,3090	0,2411
3102.2210	Partes ou peças de metal para móveis	0,3076	0,2371
2061.2050	Detergentes ou sabões líquidos, inclusive produtos para lavagem de pisos, vidros, etc.	0,3075	0,3075
2592.9010	Serviços de produção de artefatos de trefilados e serviços industriais relacionados	0,3036	0,2430
2063.2260	Xampus para os cabelos	0,3018	0,2160

(Continua)

(Continuação)

Cod CNAE	Descrição Produto	ETFP	Desvio Padrão
1610.2090	Serragem, desperdícios e resíduos de madeira, mesmo aglomerados em bolas, briquetes e semelhantes	0,3017	0,2313
2219.2130	Juntas, gaxetas ou semelhantes de borracha vulcanizada não endurecida (para veículos, máquinas, etc.)	0,2954	0,2528
2229.2020	Artigos de plástico para higiene ou toucador, não especificados	0,2951	0,2500
1354.2130	Tecidos revestidos ou impregnados, inclusive as entretelas	0,2934	0,2213
2833.2120	Máquinas ou aparelhos para agricultura e pecuária, não especificados	0,2911	0,2315
2840.2320	Partes, peças ou acessórios para máquinas-ferramenta para trabalhar metais	0,2741	0,2467
2229.2210	Monofilamentos (monofios), varas, bastões ou perfis de matérias plásticas, não reforçados com fibras	0,2733	0,2614
2710.2020	Conversores estáticos elétricos ou eletrônicos (carregadores de acumuladores, retificadores de corrente, etc.)	0,2729	0,2283
2221.2050	Espumas de poliuretano	0,2601	0,2195
2829.2160	Filtros eletrostáticos e outros aparelhos para filtrar ou depurar gases	0,2494	0,2311
1052.2110	Iogurte	0,2488	0,2384
2330.2100	Massa de concreto preparada para construção; concreto usinado	0,2452	0,0641
1412.2285	Paletós, blazers, casacos, sobretudos, japonas, capas e semelhantes, de malha, de uso masculino	0,2424	0,2148
2542.2040	Dobradiças de qualquer tipo	0,2339	0,2092
1411.2020	Calcinhas, exceto de malha	0,2292	0,3939
1052.2230	Queijo minas (frescal ou padrão)	0,2236	0,2286
2099.2170	Produtos químicos, não especificados	0,2152	0,2146
2221.2060	Filmes de material plástico (exceto BOPP) para embalagem, inclusive em bobinas ou rolos	0,2105	0,1812
2813.2010	Partes e peças para válvulas, torneiras e registros	0,2063	0,1935
2862.2210	Partes e peças para outras máquinas para preparação e fabricação industrial de alimentos	0,1922	0,2126
2592.2280	Telas metálicas tecidas, de fios de ferro e aço, inclusive revestidas	0,1838	0,1916
3101.2140	Cômodas de madeira	0,1736	0,1525
2063.2230	Sabonetes (em barras, pedaços, figuras moldadas, líquido, etc., não especificados), exceto medicinais	0,1663	0,1701

(Continua)

(Continuação)

Cod CNAE	Descrição Produto	ETFP	Desvio Padrão
2063.2020	Condicionador e creme rinse para cabelos	0,1646	0,1581
3101.2220	Mesinhas de madeira (para centro, canto, etc.)	0,1349	0,1541
2032.2120	Silicones em formas primárias, exceto óleos hidrolisados de dimetildiclorosilano	0,1304	0,1915
1061.2050	Farelos e outros resíduos do arroz	0,1172	0,1127
2061.2075	Preparações tensoativas para lavagem e limpeza, para uso doméstico ou industrial, inclusive as preparações multiuso	0,1038	0,1525
1623.2040	Paletes simples, paletes-caixas ou outros estrados para cargas	0,0844	0,1975
2222.2100	Embalagens de plástico não impressas para produtos alimentícios ou bebidas (bisnagas, copos e semelhantes)	0,0809	0,0664
3101.2090	Balcões ou vitrines de madeira	0,0722	0,0895
3101.2100	Bancos de madeira	0,0537	0,1122
2229.2030	Artigos de plástico para uso doméstico	0,0505	0,0512
1052.2080	Doce de leite	0,0483	0,0987
3101.2210	Mesinhas de cabeceira de madeira	0,0426	0,0706
1013.2045	Farinhas, pós e pellets de carnes e miudezas de animais, impróprios para alimentação humana	0,0384	0,0809
2592.2010	Arruelas, rebites, cavilhas, contrapinos ou outros artefatos não roscados de ferro e aço	0,0349	0,0953
2229.2170	Desperdícios, resíduos ou aparas de material plástico	0,0345	0,0748
1066.2040	Rações e outras preparações utilizadas na alimentação de animais	0,0311	0,0409
2823.2150	Ventiladores ou coifas (exaustores) para uso industrial	0,0307	0,0837

Elaboração do autor, a partir de dados obtidos da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho e Emprego (Rais/MTE), período de 2005 a 2011.

CAPÍTULO 4

PADRÕES TECNOLÓGICOS E APRENDIZADO DE EXPORTAÇÃO: O CASO DAS FIRMAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS, 2006-2008*

Bruno César Araújo**
Mario Sergio Salerno***

1 INTRODUÇÃO

Um dos fatos estilizados recorrentes nas análises de comércio internacional a partir de microdados de firmas é que as firmas exportadoras são maiores, mais produtivas, vendem mais no mercado interno, enfim, apresentam indicadores de competitividade mais favoráveis do que as firmas não exportadoras (Tybout, 2003). Ainda, estes diferenciais parecem ser maiores em países em desenvolvimento.

A literatura aponta duas razões para isso (Wagner, 2007). A primeira é que apenas as firmas de melhor desempenho começam e, principalmente, persistem na atividade exportadora, pois exportar exige custos de entrada na forma de custos de transporte, distribuição, pessoal especializado para lidar com as redes de distribuição internacional ou mesmo custos de adaptação de produtos existentes a padrões internacionais. Nesse sentido, a firma ganha competitividade antes de começar a exportar, o que implica autosseleção das melhores firmas para exportação. Sem embargo, a autosseleção é um fenômeno bem documentado na literatura.

A segunda razão para estas diferenças é a possibilidade de ganhos de competitividade posteriores à entrada no mercado internacional. A literatura chama estes ganhos de aprendizado de exportação (*learning-by-exporting*, em analogia ao aprendizado do tipo *learning-by-doing*), e estabelece que eles podem derivar de várias fontes:

* Os autores agradecem aos comentários de Jorge Arbache, Donald Pianto, Maria Aparecida Gouveia e outros participantes em um seminário no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), em 14 de maio de 2014. Os autores também são gratos à assistência estatística de Glaucia Ferreira e Leandro Justino Pereira Veloso. Os erros remanescentes são de responsabilidade exclusiva dos autores.

** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Departamento de Engenharia de Produção (PRO) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP). Observatório da Inovação e Competitividade da Universidade de São Paulo (OIC/USP).

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

- economias de escala na produção propiciadas pela atividade exportadora;
- maior pressão competitiva enfrentada em nível internacional;
- melhoria das capacidades de produção e qualidade dos produtos, devido a estímulos da cadeia produtiva na qual estes novos exportadores se inserem, bem como a acesso a insumos e máquinas e equipamentos importados; e
- melhoria das capacidades de inovação, devido ao acesso a insumos e equipamentos importados e à possibilidade de cooperação tecnológica com outras empresas da cadeia produtiva em nível global (AwW; Hwang, 1995; Clerides *et al.*, 1998; Wortzel; Wortzel, 1981). Além disso, o aumento da escala resultante da exportação pode diluir os custos fixos dos investimentos em inovação, entre eles o próprio P&D (Aw; Roberts; Xu *et al.*, 2008).

Em resumo, a literatura empírica aponta que firmas mais competitivas se tornam exportadoras, mas as exportadoras não necessariamente se tornam mais competitivas (Wagner, 2007; López, 2005). Os efeitos de aprendizado posteriores à estreia no mercado internacional, quando existentes, tendem a se verificar basicamente nos países em desenvolvimento. No caso dos países desenvolvidos, os efeitos de aprendizado só se mostram evidentes para variáveis/recortes de firmas específicos. Uma possível explicação para este padrão é que nos países menos desenvolvidos, onde o acesso à tecnologia é mais restrito, a exposição das firmas ao mercado internacional pode apresentar maiores benefícios marginais (Blalock; Gertler, 2004).

No entanto, a dimensão tecnológica da hipótese de *learning-by-exporting* tem sido pouco testada quantitativamente pela literatura. Com efeito, os trabalhos que avaliam quantitativamente o *learning-by-exporting* geralmente utilizam variáveis de produtividade e escala sem relacioná-los com variáveis de inovação, e justificam seus resultados positivos a partir de estudos de caso antigos e referentes a um contexto específico – no caso, os tigres asiáticos dos anos 1980, cujas empresas tiveram um processo de internacionalização muito peculiar (Banco Mundial, 1993; Wortzel; Wortzel, 1981), que não necessariamente se repetirá em outros países.[1] Em outras palavras, existem muitos artigos que testam a relação exportação-produtividade, alguns testam o *link* de exportação para a inovação, mas muito poucos testam a ligação exportação-inovação-produtividade. Algumas exceções são os trabalhos de

1. Muitas das empresas que se internacionalizaram começaram não como exportadoras de produtos, mas exportadoras de capacidade de produção (Wortzel; Wortzel, 1981), inserindo-se nas cadeias produtivas globais como realizadores de estágios da produção intensivos em mão de obra. Posteriormente, muitas destas empresas passaram a competir com marcas próprias no mercado internacional. Assim, o papel da assistência técnica dos compradores internacionais, da transferência de tecnologias de produção e controle de qualidade, bem como de outros aspectos frequentemente apontados pela literatura como causas para o aprendizado decorrente das exportações, pôde ser facilmente verificado a partir destes estudos de caso citados.

Crespi *et al*. (2008), Salomon e Shaver (2005) e Love e Ganotakis (2013). Crespi *et al*. (*Op. cit.*) relataram que as empresas do Reino Unido que tenham exportado no passado e utilizaram os seus clientes no exterior como fonte de informação para a inovação experimentam um crescimento mais rápido da produtividade. Ao estudar um grupo de empresas espanholas entre 1990-1997, Salomon e Shaver (2005) constataram que as empresas que exportaram no passado recente tendem a apresentar mais inovações de produto e a solicitarem mais patentes. Mais recentemente, Love e Ganotakis (2013) estudaram os efeitos de exportação sobre a inovação subsequente em empresas de pequeno e médio porte de alta tecnologia no Reino Unido. Em suma, o argumento básico desses artigos é que as exportações induzem a inovação, e a inovação fomenta a produtividade. No entanto, o problema é que é muito difícil precisar o quanto do impacto da inovação sobre a produtividade é induzida pelo comércio exterior.

Assim, as hipóteses testadas neste artigo são:

1) Existe efeito de aprendizado de exportação para as firmas industriais brasileiras, entre 2006-2008?[2]

2) Algumas estratégias tecnológicas – expressas por atividades de inovação, informação e cooperação para inovação – estão relacionadas com produtividade, tamanho e *market share* da empresa?

3) Quando presente, o efeito aprendizado guarda relação com estratégias tecnológicas diferenciadas por parte das estreantes?

A partir de diferentes bases de dados para a indústria brasileira, neste capítulo são comparadas as trajetórias e estratégias tecnológicas de firmas que começaram a exportar em 2004-2005 com respeito a firmas de características similares no período 2006-2008, utilizando técnicas estatísticas quase-experimentais de seleção em observáveis para garantir a comparabilidade entre os grupos. Os padrões tecnológicos são caracterizados a partir de análise fatorial.

O restante do artigo é estruturado da seguinte forma. A próxima seção apresenta os dados e as definições das variáveis A terceira seção descreve a estratégia empírica. A quarta seção traz os resultados da análise fatorial que caracteriza os padrões tecnológicos e a quinta seção detalha o procedimento para o controle da autosseleção das estreantes. A sexta discute os resultados dos modelos de regressão usados para testar as hipóteses do artigo, e finalmente as conclusões do artigo estão na sétima seção sete.

2. Note que esta hipótese é testada também em outro capítulo deste livro (Araújo, cap. 5), entretanto, as amostras e as perguntas de pesquisa dos dois capítulos são diferentes.

2 DADOS E A DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Os dados utilizados vêm de diferentes fontes: Pesquisa Industrial Anual (PIA) e da Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); base de dados de comércio exterior da Secretaria de Comércio Exterior (Secex), do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio exterior (MDIC); e da Relação Anual de Informações Sociais (Rais), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). A concatenação das bases de dados foi conduzida pelo IPEA dentro de uma sala de sigilo do IBGE, e todas as regras de sigilo estatístico foram observadas. Cabe notar que o Ipea não tem a posse física nem os direitos autorais sobre estas bases.

Rigorosamente, o período de análise é 2002 a 2008, de forma que as firmas são consideradas estreantes se elas estreiam na exportação em 2004 ou 2005 e, não tendo exportado dois anos antes, passam a exportar por, pelo menos, dois anos consecutivos após a estreia. O período 2006-2008 é o período da quarta edição da Pintec, e as informações não monetárias, como importância das atividades inovativas, da pesquisa se referem a este período. As empresas precisam estar na Pintec e na PIA entre 2005-2008; o que na prática restringiu a análise às empresas com mais de trinta empregados. No entanto, após esta restrição, a concatenação com a Rais e com a Secex não representaram uma restrição importante, uma vez que estas bases de dados consistem em registros administrativos.

A análise se restringe ainda às firmas industriais inovadoras no período 2006-2008, tendo estas firmas estreado ou não na atividade exportadora. A restrição a firmas industriais se deve à própria Pintec, que cobre basicamente os setores industriais e apenas poucos setores.

A restrição a firmas inovadoras se deve ao fato que apenas estas firmas respondem à parte do questionário que permite caracterizar as estratégias tecnológicas: a importância das atividades inovativas, das fontes de informação e de cooperação para a inovação, bem como a localização destas fontes. A partir de dados da Pintec, não é possível avaliar a importância das fontes de informação para a inovação para os não inovadores, por exemplo. Esta restrição implica que os efeitos de aprendizado de exportação por meio da inovação não podem ser analisados para não inovadores neste capítulo. Após estas considerações, a análise refere-se a 18.977 empresas, das quais 892 (4,9%) são estreantes na exportação de acordo com a definição dada anteriormente.

Os efeitos positivos da entrada de empresas industriais no mercado internacional foram avaliados sobre a produtividade, o emprego, a receita líquida de vendas (RLV) e *market share*. Foram utilizadas três medidas de produtividade. A primeira medida é a produtividade do trabalho, que é simplesmente a razão entre o valor agregado e o número médio de empregados durante o ano – ou seja,

uma medida do valor adicionado por trabalhador. Os outros dois são medidas ou produtividade total dos fatores (PTF). Ambas as medidas de PTF são resíduos emao nível da empresa de estimativa de versões modificadas de funções Cobb-Douglas, o que é um procedimento padrão na literatura (Bernard; Jensen, 1999; Delgado *et al*., 2002; García *et al.*, 2012). A primeira medida é baseada em uma regressão OLS de efeitos fixos do valor agregado sobre o trabalho e capital físico, incluindo *dummies* setoriais e de ano (PTF-FE). A segunda medida baseia-se no algoritmo sugerido por Levinsohn e Petrin (2003) (PTF-LP). Já Levinsohn e Petrin (*Op. cit*.) tratam a endogeneidade entre a escolha do uso de insumos e choques de produtividade não observados utilizando os insumos intermediários como *proxy* para os choques de produtividade.[3]

O faturamento da firma é representado como a receita líquida de vendas (RLV). Esta variável também foi utilizada para calcular o *market share* em nível nacional da firma, a CNAE três dígitos. Cabe notar a criação da variável *market share* foi anterior à restrição da base de dados às empresas inovadoras: isto é, o *market share* se refere aos totais da indústria.

As variáveis monetárias da PIA – RLV e valor adicionado, utilizado para o cálculo da produtividade – foram deflacionadas pelo Índice de Preços por Atacado – Oferta Global (IPA-OG), da Fundação Getulio Vargas (FGV), a CNAE três dígitos. Quando não foi possível, foi aplicado o deflator a dois dígitos. Foi dedicada especial atenção a este procedimento, pois a valorização dos termos de troca das exportações brasileiras durante a primeira década dos anos 2000 poderia confundir efeito aprendizado de exportação com um efeito puramente de preços.

As estatísticas descritivas das variáveis de impacto se encontram na tabela 1. À primeira vista, de fato as firmas estreantes são maiores e mais produtivas que as não estreantes já no ano da estreia, o que sugere o fenômeno da autosseleção. Ainda, as estreantes parecem crescer mais rápido, aumentarem sua produtividade e ampliarem seu *market share* a taxas superiores às não estreantes, o que sugere algum efeito aprendizado de exportação. Mais precisamente, a produtividade nas estreantes cresceu 16,5 pontos percentuais (p.p.) mais rápido nas estreantes que nas não estreantes. As diferenças nas taxas de crescimento da receita líquida de vendas e emprego (pessoal ocupado) entre estreantes e não estreantes são, respectivamente, 34,5 p.p. e 12,5 p.p. Como resultado, as diferenças entre as estreantes e não estreantes ficaram ainda maiores em 2008.

Por seu turno, os indicadores de resultado de inovação (inovação de produto ou processo, para a empresa ou para o mercado) sinalizam que as empresas inovadoras não estreantes inovam mais para si mesmas, introduzindo produtos que

3. Estas medidas de produtividade são as mesmas utilizadas em Araújo (cap. 5) e foram calculadas por Silva (cap. 1).

já existem no mercado internacional, mas apresentam uma proporção menor de inovação para o mercado do que as estreantes.

Entretanto, cabe lembrar que todas estas diferenças de crescimento serão tratadas adequadamente mais à frente, pois parte deste resultado pode ser devido à própria autosseleção.

TABELA 1
Diferenças entre empresas inovadoras estreantes e não estreantes no comércio internacional: Brasil, 2005-2008

Variável	Não estreantes	Estreantes
Nº de empresas	18.085	892
Média de pessoal ocupado – 2005	71,96	208,47
Crescimento pessoal ocupado – 2005-2008	3,07%	15,63%
Média de RLV (R$ mil de 2010) – 2005	8.652,30	47.837,89
Crescimento da RLV – 2005-2008	5,75%	40,32%
Produtividade (Valor adicionado/PO – R$ mil de 2010) – 2005	42,46	102,49
Crescimento da produtividade – 2005-2008	8,99%	25,52%
Média do *market share* (CNAE 3) – 2005	0,08%	0,31%
Crescimento do Market share (CNAE 3) – 2005-2008	-8,09%	16,43%
Inovação de produto para a firma	40,5%	36,8%
Inovação de produto para o mercado	6,96%	21,17%
Inovação de processo para a firma	72,42%	69,82%
Inovação de processo para o mercado	5,23%	8,56%

Elaboração dos autores, a partir da Pintec, PIA e Secex.

3 ESTRATÉGIA EMPÍRICA

A relação entre estratégias tecnológicas e aprendizado de exportação é testada a partir do seguinte modelo:

$$Desempenho_i = \beta_0 + \beta_1 exp_i + \mathbf{atividades_i\beta_a} + \mathbf{fontes_i\beta_s} + \mathbf{localizacao_i\beta_l} + \mathbf{cooperacao_i\beta_c} + exp_i^* \mathbf{atividades_i\beta_{ea}} + exp_i^* \mathbf{fontes_i\beta_{es}} + exp_i^* \mathbf{localizacao_i\beta_{el}} + exp_i^* \mathbf{cooperacao_i\beta_{ec}} + \varepsilon_i \quad (1)$$

onde $desempenho_i$ é uma variável de desempenho (produtividade, emprego, RLV ou *market share*), exp_i é a variável binária (0 ou 1) que indica se a firma é uma estreante ou não; $\mathbf{atividades_i}$ é um conjunto de fatores ou variáveis que representam a importância das atividades inovativas; $\mathbf{fontes_i}$ é o conjunto de fatores ou variáveis que se relacionam com a importância das fontes de informação para a

inovação; **localizacao**$_i$ é o conjunto de variáveis referente à localização destas fontes; e **cooperacao**$_i$ é o conjunto de fatores ou variáveis da cooperação para inovação. A escolha destes fatores e variáveis é detalhada na próxima seção. β_a, β_s, β_l e β_c são os vetores de coeficientes dos fatores e variáveis das atividades inovativas, fontes, localização e cooperação, respectivamente; enquanto β_{ea}, β_{es}, β_{el} e β_{ec} são os vetores de coeficientes das interações entre estes fatores e variáveis e a *dummy* de exportação.

Este modelo deve ser interpretado como um teste de correlações: se os fatores ou variáveis apresentam coeficientes significantes, então eles guardam alguma correlação com a variável dependente. A interpretação destes coeficientes é a seguinte:

1) o coeficiente β_1, referente à *dummy* de estreia, é o que testa a hipótese de aprendizado de exportação. Se ele for positivo e significante, a interpretação é que a entrada na exportação afeta positivamente o desempenho da empresa (produtividade, receita, emprego ou *market share*);

2) os coeficientes em β_a, β_s, β_l e β_c indicam se as estratégias tecnológicas expressas pelos fatores ou variáveis apresentam uma correlação com as variáveis de desempenho, tanto em empresas estreantes quanto não estreantes; e

3) os coeficientes em β_{ea}, β_{es}, β_{el} e β_{ec} indicam se há alguma correlação entre estratégias tecnológicas e desempenho que seja específica às estreantes. Em outras palavras, são estes coeficientes que indicam a relação entre aprendizado de exportação e padrões tecnológicos.

Entretanto, deve-se notar que as firmas mais competitivas se autosselecionam para a exportação. Neste sentido, os testes de correlação em (1) podem estar enviesados pelo fato de as firmas estreantes já serem melhores que as não exportadoras mesmo antes delas começarem a exportar. É preciso levar a autosseleção na estimativa de (1).

Quando os determinantes da autosseleção são conhecidos e suficientes – neste caso, quando se sabe quais variáveis levam uma empresa a estrear no mercado internacional –, podem-se empregar técnicas de experimentos quase-naturais. Neste capítulo, foi empregada uma técnica de "seleção em observáveis" chamada *inverse probability weighting* – IPW (Wooldridge, 2002, capítulo 18).

O IPW consiste em ponderar a equação (1) pelo fator:

$$w_i = \frac{exp_i}{p\left(X_i\right)} + \frac{1 - exp_i}{1 - p\left(X_i\right)} \qquad (2)$$

onde exp_i é definido como anteriormente e $p(X_i)$ denota a probabilidade estimada de estreia. Intuitivamente, pesos maiores são atribuídos a empresas que não estreiam,

apesar de sua alta probabilidade estimada de fazê-lo – bons contrafactuais para os entrantes – bem como para empresas que efetivamente estrearam, apesar de suas probabilidades baixas – bons contrafactuais para as não exportadoras (Hirano; Imbens, 2001; Abadie, 2005).

Assim, o primeiro passo para a correção da autosseleção pelo IPW é estimar um modelo para $p(X_i)$, a probabilidade de se tornar um exportador. A literatura sugere alguns determinantes da atividade exportadora no nível da empresa: produtividade, tamanho, tecnologia, fatores setoriais, localização e outros, como fatores de rede (por exemplo, ser uma empresa multinacional) e idade da empresa, por exemplo (Greenway; Kneller, 2007). O modelo *logit* que estima a probabilidade de se tornar um exportador é detalhado na seção 5.

4 A CARACTERIZAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS TECNOLÓGICAS A PARTIR DE ANÁLISE FATORIAL

O questionário da Pintec é dividido em seções que permitem a caracterização de como as empresas fazem inovação, em termos de suas atividades de inovação, suas fontes de informação e de cooperação para a inovação.

Originalmente, há sete variáveis para refletir a importância das atividades de inovação, quatorze para refletir a importância das fontes de informação e oito fontes para a cooperação. Existem, ainda, doze variáveis sobre a localização das fontes de informação e oito sobre a localização das fontes de cooperação. Neste sentido, foi feita uma condensação destas variáveis, a fim de:

1) facilitar a caracterização e interpretação de diferentes estratégias tecnológicas como construtos latentes como "inovação baseada em P&D", "fontes formais inovação" e outros; e

2) reduzir do número de variáveis no modelo econométrico, mesmo porque muitas dessas variáveis têm baixas frequências na amostra – por exemplo, poucas empresas cooperam com os agentes no exterior, e esta frequência é ainda menor se cooperação no exterior é detalhada por tipo de agente. A técnica para fazer essa condensação é a análise fatorial por fatores comuns.

No caso específico, a análise fatorial envolve alguns aspectos técnicos. O primeiro aspecto é que os dados estão em forma ordinal, o que viola a continuidade e normalidade das variáveis. Esta estrutura de dados requer a utilização de matrizes de correlação policóricas (Jöreskog; Moustaki, 2001), as quais tomam a estrutura latente inerente dos dados em consideração (Holgado-Tello *et al.*, 2010). Na prática, as correlações policóricas matrizes mostraram correlações mais relevantes do que as matrizes de correlações de Pearson, assim, a qualidade da análise fatorial

melhorou substancialmente. Como exemplo, uma comparação entre matrizes de correlação para a importância das atividades inovativas está disponível nas tabelas 2 e 3. As correlações policóricas para os outros conjuntos de variáveis também foram bem mais relevantes que as correlações de Pearson, e, portanto, foram as utilizadas para a extração dos fatores.

O segundo aspecto é a escolha entre componentes principais e análise de fatores comuns. A diferença é que a análise de componentes principais leva em consideração a variância total das variáveis na extração dos fatores, enquanto a extração fator comum leva em consideração apenas a variância comum entre as variáveis. Na prática, na análise de fatores comuns, a diagonal principal da matriz de correlação é composta por alguma medida de comunalidade entre as variáveis, tais como o quadrado da correlação múltipla (SMC), por exemplo. Na análise de componentes principais, esta diagonal principal é composta por valores 1.

De acordo com Hair *et al.* (2005, capítulo 3), embora a literatura não seja conclusiva sobre a escolha entre análise de componentes principais e de fatores comuns, a análise de fatores comuns pode ser apropriada quando o pesquisador está interessado em identificar construtos latentes em um conjunto de dados e/ou tem pouco conhecimento sobre a distribuição das variâncias entre componentes específicos, comuns e erro. De todo modo, Velicer e Jackson (1990) argumentam que a pesquisa empírica tem mostrado resultados análogos entre componentes e análise de fator comum em muitas situações.

Não obstante, deve-se notar que a interpretação da análise de fator comum tem algumas particularidades. Como os fatores visam explicar apenas a variância comum, critérios populares para a escolha do número de fatores – como autovalores superiores a um – precisam de adaptações na análise de fatores comuns. Além disso, não é incomum ter autovalores negativos para os fatores. Isto pode ocorrer porque a matriz de correlação não é necessariamente posto completo ou positivo-definida, uma vez que os elementos da diagonal principal são medidas de comunalidade menores que 1. Estes autovalores negativos podem ser interpretados como um limite para a dimensionalidade dos construtos latentes. Por exemplo, se o terceiro fator em diante tem autovalores negativos, um pesquisador deve considerar apenas dois fatores sua análise fatorial.

Após estas considerações, a análise fatorial foi aplicada a três conjuntos de variáveis: *i*) importância das atividades de inovação; *ii*) a importância das fontes de informação para a inovação; e *iii*) a localização destas fontes de informação. A cooperação para a inovação foi tratada separadamente. Em todos os casos, o método de extração de fatores foi a fatoração do eixo principal, a medida de comunalidade foram as múltiplas correlações ao quadrado (SMC) e aplicou-se

uma rotação ortogonal Varimax. O número de fatores é, a princípio, limitado por autovalores negativos; então o número de fatores foi escolhido a partir do *scree plot* entre aqueles fatores com autovalores positivos.

4.1 A importância das atividades inovativas

As sete variáveis da Pintec que capturam a importância das atividades de inovação estão originalmente em uma escala de Likert de 1-4. A matriz de correlação policórica (tabela 4) mostra que existem dois conjuntos de varáveis correlacionadas (correlações acima de 0,40): um deles é composto por P&D interno e gastos com a introdução de inovações no mercado, e o outro conjunto é composto por aquisição de máquinas e equipamentos e treinamento. A medida de Kaiser de adequação da amostra é de 0,65 em média, portanto, acima do 0,5 recomendado (Hair *et al.*, 2005).

TABELA 2
Matriz de correlações de Pearson – Importância das atividades inovativas

Importância das Atividades Inovativas (Escala de 1-4)	P&D interno (1)	P&D externo (2)	Aquisição de outros conhecimentos (3)	Aquisição de máquinas e equipamentos (4)	Treinamento (5)	Introdução de inovações no mercado (6)	Projeto industrial (7)
Média	1,365	1,111	1,394	3,159	2,885	1,859	2,063
Desvio padrão	0,948	0,538	0,954	1,190	1,270	1,225	1,304
N	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411
(1)	**1**						
(2)	0,25	**1**					
(3)	0,06	0,08	**1**				
(4)	-0,01	0,02	0,01	**1**			
(5)	0,10	0,05	0,11	0,30	**1**		
(6)	0,25	0,11	0,12	0,01	0,15	**1**	
(7)	0,16	0,09	0,09	0,02	0,14	0,20	**1**

Fonte: Pintec.

TABELA 3
Matriz de correlações policóricas – importância das atividades inovativas*

Importância das atividades inovativas (Escala de 1-4)	P&D interno (1)	P&D externo (2)	Aquisição de outros conhecimentos (3)	Aquisição de máquinas e equipamentos (4)	Treinamento (5)	Introdução de inovações no mercado (6)	Projeto industrial (7)
Média	1,365	1,111	1,394	3,159	2,885	1,859	2,063
Desvio padrão	0,948	0,538	0,954	1,190	1,270	1,225	1,304
N	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411
(1)	**1**	0,49	-0,08	-0,12	0,12	0,29	0,12
(2)	**0,55**	**1**	0,18	0,07	-0,03	0,02	0,08
(3)	0,13	0,23	**1**	-0,06	0,15	0,13	0,06
(4)	-0,04	0,04	0,02	**1**	0,44	-0,02	-0,02
(5)	0,18	0,14	0,19	**0,42**	**1**	0,08	0,11
(6)	**0,42**	0,28	0,21	0,02	0,19	**1**	0,16
(7)	0,29	0,25	0,16	0,04	0,20	0,29	**1**
Comunalidades *a priori* (SMC)	0,41	0,34	0,11	0,20	0,26	0,23	0,15
Medida de Kaiser de adequação da amostra (MSA)	0,62	0,65	0,67	0,46	0,58	0,75	0,82

Fonte: Pintec.
Nota: *Nas matrizes de correlações policóricas, as correlações parciais, com o controle das outras variáveis, são exibidas acima da diagonal principal.

Dois fatores foram escolhidos para condensar a importância das atividades de inovação, de acordo com a tabela 4 e o *scree plot* no gráfico 1. Os fatores estão resumidos na tabela 5:

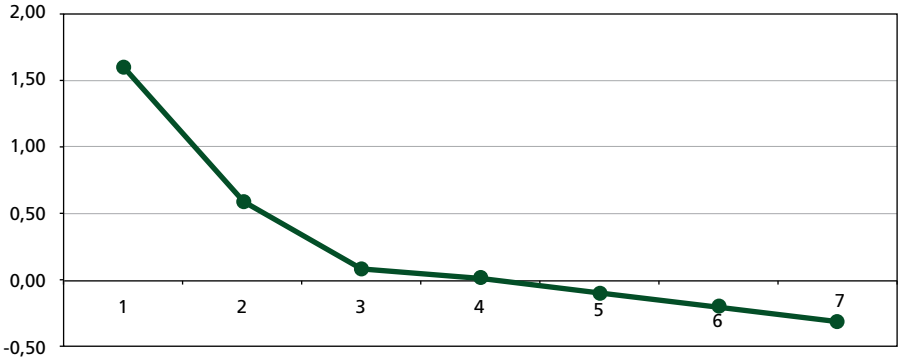
- O primeiro fator pode ser chamado de "inovação baseada em P&D", uma vez que está altamente correlacionado com o P&D interno e externo, com os gastos com a introdução de inovações e projeto industrial. Esse fator indica uma estratégia para desenvolver novos produtos ou processos endogenamente a partir de P&D, e, em seguida, investir em projetos industriais para o lançamento dessas inovações no mercado.
- O segundo fator pode ser chamado de "inovação baseada em máquinas e treinamento", uma vez que está altamente correlacionado com a importância atribuída à aquisição de máquinas e equipamentos e treinamento. Esse fator reflete uma estratégia de aquisição de tecnologia incorporada em máquinas e equipamentos e treinamento para operar essas máquinas, que permite a convergência para a fronteira tecnológica do setor. Em outras palavras, este fator denota adaptação e *catch-up*.

TABELA 4
Autovalores preliminares da importância de atividades inovativas

Autovalores preliminares: Total = 1,689				
Média = 0,241				
	Autovalor	Diferença	Proporção	Cumulativo
1	1,59	1,01	0,94	0,94
2	0,59	0,50	0,35	1,29
3	0,09	0,07	0,05	1,34
4	0,02	0,11	0,01	1,35
5	-0,10	0,10	-0,06	1,30
6	-0,20	0,10	-0,12	1,18
7	-0,30		-0,18	1,00

Fonte: Pintec.

GRÁFICO 1
***Scree plot* dos autovalores preliminares da importância de atividades inovativas**



Fonte: Pintec.

TABELA 5
Análise fatorial da importância das atividades inovativas

Importância das atividades inovativas (Escala 1-4)	Cargas fatoriais após fatoração do eixo principal		Cargas fatoriais após a rotação Varimax		Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2	
P&D interno	0,692	-0,363	**0,781**	-0,035	0,611
P&D interno	0,587	-0,276	**0,649**	-0,001	0,421
Aquisição de outros conhecimentos	0,311	-0,010	0,286	0,123	0,097
Aquisição de máquinas e equipamentos	0,185	0,411	-0,007	**0,451**	0,203
Treinamento	0,614	0,738	0,244	**0,929**	0,923

(Continua)

(Continuação)

Importância das atividades inovativas (Escala 1-4)	Cargas fatoriais após fatoração do eixo principal		Cargas fatoriais após a rotação Varimax		Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2	
Introdução de inovações no mercado	0,515	-0,157	**0,533**	0,076	0,290
Projeto industrial	0,424	-0,077	**0,417**	0,110	0,186
Soma dos autovalores após a fatoração do eixo principal		2,730			-
Autovalores dos fatores	1,778	0,953	1,630	1,101	-
Proporção da variância explicada pelo fator	65,1%	34,9%	59,7%	40,3%	-
Alfa de Cronbach padronizado	-	-	0,693	0,830	-

Fonte: Pintec.
Obs.: Cargas fatoriais acima de 0,40 estão em negrito.

Finalmente, foram construídos escores fatoriais a partir das cargas fatoriais rotacionadas, que são simplesmente o produto entre as cargas fatoriais e os valores originais das variáveis para cada observação. Desta maneira, foram criadas duas variáveis que resumem a importância das atividades de inovação. No entanto, uma avaliação final da confiabilidade dessas novas variáveis é necessária. Uma medida popular de confiabilidade é o Alfa de Cronbach (Hair *et al.*, 2005). A variável criada a partir do primeiro fator ficou praticamente no limite recomendado de 0,70, e o segundo fator originou uma variável cujo Alpha de Cronbach padronizado foi 0,83.

4.2 A importância das fontes de informação

Primeiramente, a partir das quatorze fontes informação na Pintec, o efeito de quatro delas – P&D, outras fontes internas, outra empresa do mesmo grupo e de fornecedores de máquinas e equipamentos – já foi capturado pela importância das atividades de inovação. As patentes não foram uma importante fonte de informações para qualquer empresa na amostra. Além disso, a importância dos clientes e consumidores e concorrentes como fontes de informação para a inovação foram excluídos da análise fatorial, pois essas variáveis não estão correlacionadas com qualquer outra variável. Estas variáveis entraram como regressores separados nos modelos de regressão.

Portanto, a partir das sete variáveis restantes, existem dois conjuntos de variáveis correlacionados. O primeiro conjunto está relacionado a fontes formais de conhecimento (universidades, centros de capacitação e instituições de teste), enquanto o segundo conjunto está relacionado a fontes informais (conferências, feiras e redes informação informatizadas). A medida de Kaiser de adequação da amostra (MSA) foi de 0,82, em média, conforme a tabela 6.

TABELA 6
Matriz de correlações policóricas – importância das fontes de informação para a inovação

	Importância das fontes de informação								
Importância da fonte (Escala de 1-4)	Clientes e consumidores (1)	Competidores (2)	Emp. de consultoria (3)	Universidades (4)	Centros de capacitação (5)	Instituições de teste (6)	Conferências (7)	Feiras (8)	Redes de inf. informatizadas (9)
Média	2,994	2,357	1,779	1,494	1,723	1,767	2,114	2,698	3,094
Desvio padrão	1,199	1,209	1,142	0,971	1,106	1,146	1,218	1,234	1,150
N	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411	2.411
(1)	**1**	-	-	-	-	-	-	-	-
(2)	**0,40**	**1**	-	-	-	-	-	-	-
(3)	0,20	0,26	**1**	0,26	0,18	0,11	0,03	0,00	-0,02
(4)	0,30	0,29	**0,50**	**1**	0,25	0,29	0,15	0,00	0,04
(5)	0,32	0,31	**0,46**	**0,58**	**1**	0,30	0,03	0,06	0,12
(6)	0,33	0,30	**0,43**	**0,59**	**0,58**	**1**	0,23	-0,12	0,02
(7)	0,25	0,27	0,31	**0,47**	**0,41**	**0,46**	**1**	0,54	0,07
(8)	0,24	0,25	0,19	0,29	0,30	0,23	**0,64**	1,00	0,29
(9)	0,28	0,26	0,17	0,28	0,31	0,24	0,39	0,46	**1**
Comunalidades *a priori* (SMC)	-	-	0,31	0,50	0,46	0,47	0,53	0,46	0,25
Medida de Kaiser de adequação da amostra (MSA)	-	-	0,88	0,85	0,86	0,83	0,77	0,69	0,86

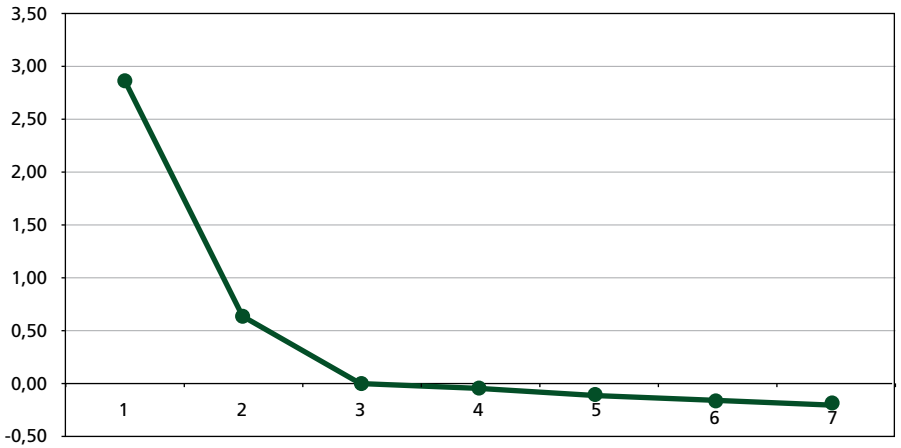
Fonte: Pintec.

TABELA 7
Autovalores preliminares da importância das fontes de informação para inovação

Autovalores preliminares: Total = 2,980				
	Média = 0,426			
	Autovalor	Diferença	Proporção	Cumulativo
1	2,86	2,21	0,96	0,96
2	0,64	0,64	0,22	1,17
3	0,00	0,04	0,00	1,17
4	-0,04	0,08	-0,01	1,16
5	-0,12	0,03	-0,04	1,12
6	-0,15	0,06	-0,05	1,07
7	-0,21		-0,07	1,00

Fonte: Pintec.

GRÁFICO 2
***Scree plot* dos autovalores preliminares da importância das fontes de informação para inovação**



Fonte: Pintec.

Dois fatores caracterizam a importância das fontes de informação para a inovação, de acordo com a tabela 8:

- o primeiro fator pode ser chamado "fontes formais de informação" e está relacionado com universidades, instituições de testes, centros de capacitação e empresas de consultoria, nesta ordem de importância. O alfa de Cronbach padronizado para este fator é 0,80; e
- o segundo fator pode ser chamado "fontes informais de informação" e é relacionado com feiras, conferências e redes de redes de informatizadas de informação. O alfa de Cronbach padronizado para este fator é 0,83.

TABELA 8
Análise fatorial da importância das fontes de informação para a inovação

Importância das atividades inovativas (Escala 1-4)	Cargas fatoriais após fatoração do eixo principal		Cargas fatoriais após a rotação Varimax		Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2	
Empresas de consultoria	0,544	0,544	**0,590**	0,132	0,365
Universidades	0,744	0,744	**0,755**	0,246	0,630
Centros de capacitação	0,706	0,706	**0,701**	0,253	0,555
Instituições de teste	0,698	0,698	**0,730**	0,204	0,575
Conferências	0,718	0,718	0,400	**0,651**	0,584
Feiras	0,640	0,640	0,087	**0,919**	0,852
Redes de informação informatizadas	0,468	0,468	0,218	**0,477**	0,275

(Continua)

(Continuação)

Importância das atividades inovativas (Escala 1-4)	Cargas fatoriais após fatoração do eixo principal		Cargas fatoriais após a rotação Varimax		Comunalidades
	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2	
Soma dos autovalores após a fatoração do eixo principal	3,836				-
Autovalores dos fatores	2,979	0,858	2,157	1,68	-
Proporção da variância explicada pelo fator	77,7%	22,3%	56,2%	43,8%	-
Alfa de Cronbach padronizado	-	-	0,808	0,834	-

Fonte: Pintec.
Obs.: Cargas fatoriais acima de 0,40 estão em negrito.

4.3 A importância das fontes de informação no exterior

A Pintec permite a identificação das fontes de informação para a inovação, seja no Brasil ou no exterior. É interessante saber se os participantes utilizam mais fontes de informação no exterior do que os não exportadores, e os possíveis impactos dessas fontes no exterior em suas variáveis de desempenho.

Assim, foi criada uma variável de interação de tal forma que ela assumiu valor 1 se a firma atribuiu média ou alta importância a uma determinada fonte de informação e esta fonte está localizada no exterior, e valor 0, caso contrário.

Como discutido anteriormente, existem várias fontes de informação, e, em princípio, há uma variável de interação para cada fonte. No entanto, poucas fontes situadas no exterior foram utilizadas de forma relevante. De fato, quando localizados no exterior, somente os fornecedores de máquinas e equipamentos, concorrentes, conferências, feiras e redes de informação eletrônicas foram usadas por mais de 200 empresas da amostra. Entre essas variáveis, os concorrentes tiveram MSA de Kaiser abaixo de 0,40, por isso esta fonte foi excluída da análise fatorial.

Portanto, as quatro variáveis restantes formam apenas um fator (uma vez que os outros três elementos têm autovalores negativos), que é geral e relacionado a todas as variáveis. A matriz de correlações tetracóricas (que é o nome das matrizes policóricas quando as variáveis são binárias), os autovalores preliminares e a análise fatorial estão nas tabelas 9, 10 e 11, respectivamente. Não é possível a rotação apenas um fator. O alpha de Cronbach padronizado é 0,79.

TABELA 9
Matriz de correlações tetracóricas – importância das fontes de informação no exterior

Alta ou media importância para a fonte localizada no exterior (var. binária)	Fornecedores de máquinas e equipamentos (1)	Conferências (2)	Feiras (3)	Redes de informação informatizadas (4)
Média	0,037	0,019	0,041	0,082
Desvio padrão	0,190	0,138	0,198	0,275
N	2.411	2.411	2.411	2.411
(1)	**1**	0,16	0,11	0,13
(2)	**0,43**	**1**	0,54	0,35
(3)	**0,40**	**0,73**	**1**	0,22
(4)	0,39	**0,64**	**0,59**	**1**
Comunalidades *a priori* (SMC)	0,22	0,61	0,56	0,45
Medida de Kaiser de adequação da amostra (MSA)	0,90	0,72	0,75	0,83

Fonte: Pintec.

TABELA 10
Autovalores preliminares da importância das fontes de informação no exterior

Autovalores preliminares: Total = 1,826				
Média = 0,457				
	Autovalor	Diferença	Proporção	Cumulativo
1	2,11	2,15	1,15	1,15
2	-0,04	0,05	-0,02	1,13
3	-0,09	0,06	-0,05	1,08
4	-0,15		-0,08	1,00

Fonte: Pintec.

TABELA 11
Análise fatorial da importância das fontes no exterior

Alta o media importância da fonte localizada no exterior (binária)	Cargas fatoriais após a fatoração do eixo principal	Comunalidades
Fornecedores de máquinas e equipamentos	**0,505**	0,255
Conferências	**0,879**	0,772
Feiras	**0,815**	0,665
Redes de informação informatizadas	**0,728**	0,530
Autovalor do fator	2.221	-
Alfa de Cronbach padronizado	0,79	-

Fonte: Pintec.
Obs.: Cargas fatoriais acima de 0,40 estão em negrito.

4.4 Cooperação para inovação

Poucas empresas atribuíram alta ou média importância para os vários acordos de cooperação para a inovação. Assim, a fim de representar a cooperação para a inovação, optou-se por utilizar uma *dummy* que indica se a empresa teve algum acordo de cooperação para a inovação ou não. No total, 1.816 empresas tiveram acordos de cooperação. A Pintec também traz informações sobre a cooperação no exterior. No entanto, apenas 21 empresas cooperaram no exterior.

4.5 Estatísticas descritivas

A tabela 12 mostra as médias e intervalos de confiança de 10% dos fatores, das estreantes a não exportadoras. Pode-se notar que as estreantes tiveram fatores mais elevados do que as não exportadoras, e esta diferença só não foi 10% significativa a 10% apenas para o fator "inovação baseada em máquinas e treinamento" (este é o único fator para o qual os intervalos de confiança se cruzaram entre operadores e não exportadores). Em matéria de cooperação, as estreantes tenderam a ter mais acordos de cooperação que as não exportadoras, apesar de o número de empresas que tiveram acordos de cooperação no exterior tenham sido muito baixo (nove não exportadores e doze exportadores). Em suma, a tabela 12 mostra que, em média, as estreantes têm estratégias tecnológicas mais proativas do que as não exportadoras.

TABELA 12
Estatísticas descritivas dos fatores: estreantes vs. não exportadoras

	Fatores	Média	Intervalo de confiança	
			Limite inferior 95%	Limite superior 95%
Não exportadoras	Inovação baseada em P&D	4,39	4,33	4,45
	Inovação baseada em máquinas e treinamento	4,29	4,22	4,36
	Fontes formais de inovação	6,06	5,96	6,16
	Fontes informais de inovação	6,44	6,34	6,53
	Fontes de informação no exterior	0,06	0,05	0,07
	% das firmas que cooperam para a inovação*	9,33%	-	-
	% das firmas que cooperam no exterior*	0,05%	-	-
Estreantes	Inovação baseada em P&D	5,02	4,82	5,22
	Inovação baseada em máquinas e treinamento	4,44	4,26	4,62
	Fontes formais de inovação	6,46	6,19	6,74
	Fontes informais de inovação	7,30	7,07	7,53
	Fontes de informação no exterior	0,26	0,20	0,33
	% das firmas que cooperam para a inovação*	14,35%	-	-
	% das firmas que cooperam no exterior*	1,35%	-	-

Fonte: Pintec.
Nota: *Testes chi-quadrado da distribuição das firmas que cooperam entre estreantes e não exportadoras rejeitaram a hipótese nula de distribuições proporcionais a 1%, o que indica que as estreantes tendem a cooperar mais que as não exportadoras.

5 CONTROLE DA AUTOSSELEÇÃO DAS ESTREANTES

Antes de proceder à análise de regressão que relaciona a entrada no mercado internacional às estratégias tecnológicas, é necessário apresentar os resultados do modelo *logit* utilizado para controlar a autosseleção.

No modelo apresentado na tabela 13, a probabilidade de estreia na exportação em 2004 ou 2005 e permanência por dois anos consecutivos é regredida sobre o logaritmo dos empregados e produtividade, a idade da empresa (forma quadrática), o número de empregados técnico-científicos, o *market share* na forma quadrática e se a empresa possui capital estrangeiro ou misto. Controles setoriais também foram adicionadas ao modelo (as empresas foram classificadas de acordo com as categorias de intensidade tecnológica da Organização para a Cooperação Econômica e Desenvolvimento (OCDE) – trabalho-intensivas, baseadas em recursos naturais, baixa, média e alta intensidade tecnológica), bem como os controles regionais (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul). Esses controles setoriais e regionais não foram relatados na tabela 6. Todas as variáveis estão em valores de 2005. Esta especificação baseia-se na literatura de microdeterminantes das exportações (Araújo, 2005; Greenway; Kneller, 2007).

Empregados em ocupações técnico-científicas, segundo a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO), são uma boa *proxy* para o investimento em tecnologia, uma vez que eles estão altamente correlacionados com P&D das empresas (Araújo *et al.*, 2009). Idade e *market share* estão em forma quadrática porque a literatura argumenta que as empresas que estão no mercado há mais tempo não são mais propensas a entrar no mercado internacional do que as empresas mais jovens, mas só até certo ponto. O mesmo raciocínio aplica-se ao *market share*: maior participação de mercado significa maior escala, mas uma parcela muito grande do mercado significa pouca pressão competitiva, o que pode criar um desincentivo para buscar mercados estrangeiros. Em ambos os casos, um sinal positivo é esperado para o coeficiente da variável em nível e um sinal negativo do coeficiente da variável ao quadrado, o que indicaria a existência de um ponto máximo.

Em geral, os coeficientes do modelo foram os esperados. Produtividade e tamanho afetaram positivamente a probabilidade de uma empresa se entrar no comércio internacional, como também os empregados técnico-científicos. No entanto, a idade não teve relação com a entrada em mercados estrangeiros, e o *market share* pareceu afetar negativamente a probabilidade de se tornar um exportador, ainda que apenas um dos coeficientes foi significativo a 10%. As empresas transnacionais tiveram maior probabilidade de se tornarem exportadoras, enquanto o contrário aconteceu com as empresas de capital misto (nacional e estrangeiro).

O teste Wald indica que o modelo como um todo foi estatisticamente significativo, e a aceitação da hipótese nula do teste de Hosmer-Lemeshow indica que o

modelo prevê a distribuição das estreantes e não exportadoras de forma adequada. De fato, a porcentagem concordante – um teste informal indicando a quantidade de empresas com uma probabilidade superior a 0,5 que de fato começaram a exportar e vice-versa – é de 77,3%.

TABELA 13
Modelo *Logit* da probabilidade de estreia no mercado internacional em 2004 ou 2005

Varíaveis independentes	Coeficiente	Erro-padrão	Significância
Intercepto	-10,533*	1,1533	<,0001
Log (n. empregados)	0,390*	0,0948	<,0001
Log (produtividade)	0,618*	0,0850	<,0001
Idade	0,003 n.s.	0,0172	0,8767
Idade^2	0,000 n.s.	0,0003	0,3512
Log (empregados em ocupações tec. – cient.)$_{t}$	0,508*	0,1302	<,0001
Market share	-30,221***	16,7778	0,0717
Market share^2	103,600 n.s.	107,8000	0,3367
Firma de capital estrangeiro	1,244*	0,4423	0,0049
Firma de capital misto	-1,557**	0,7312	0,0332
N (sem pesos amostrais)	1.959	-	-
-2 Log Likelihood – modelo completo	1342,77	-	-
-2 Log Likelihood – só intercepto	1592,95		
Teste de Wald (H_0: todos os coef. são nulos)	196,45	-	<,0001
Pseudo R^2	0,157	-	-
Hosmer-Lemeshow	5,60		0,69
Percentagem concordante	77,3	-	-

Fonte: Pintec, PIA and Secex.
Notas: * Significante a 1%, ** - significante a 5%, *** - significante *at* 10%, n.s.— não significante a 10%. A condição de balanceamento foi satisfeita: dividindo a amostra de acordo com 5 quintis de probabilidade estimada, as variáveis do modelo não foram diferentes a 5%. A condição de suporte comum resultou na limitação da amostra para os modelos de regressão às firmas cujo ***p(X)*** se situou entre 0,0042223 e 0,7346017.

Com as probabilidades estimadas, a seção 6 apresenta a análise de regressão utilizando o IPW. Seis modelos ponderados foram estimados com os logaritmos da produtividade do trabalho, das duas medidas de PTF, da RLV, do número de empregados, e o *market share* de 2007-2008 como variáveis dependentes. Estes modelos não incluem os setores ou regiões como controles, uma vez que estes já estão presentes no modelo *logit*.

6 MODELOS DE REGRESSÃO – AFINAL, O APRENDIZADO DE EXPORTAÇÃO TEM RELAÇÃO COM OS PADRÕES TECNOLÓGICOS?

6.1 Produtividade

Os modelos de regressão estão descritos na tabela 14, e há três medidas de produtividade: *i*) produtividade simples do trabalho; *ii*) produtividade total dos fatores (PTF), calculada pela técnica sugerida por Levinsohn-Petrin (2003); e *iii*) PTF calculada por OLS com efeitos fixos. Em termos gerais, os três modelos são válidos estatisticamente, pois os testes F sob hipótese nula de que os coeficientes não são estatisticamente diferentes de zero foi rejeitado a menos de 0,1% de significância.

O primeiro conjunto de resultados, referente à *dummy* de estreia, indica efeito aprendizado geral da exportação sobre a produtividade simples do trabalho, da ordem de 51,6% – isto é, em 2007-2008, a produtividade das estreantes era 67,4% superior à das não estreantes.[4] Para o caso da PTF pela técnica de Levinsohn-Petrin, este efeito é de 6,1%, e ele não é significante no caso da PTF pela técnica OLS-FE.

O segundo conjunto de resultados se refere ao impacto dos padrões tecnológicos sobre a produtividade, independentemente se a firma é estreante ou não. No que tange às atividades inovativas, o coeficiente do fator que denota um aprendizado tecnológico mais ativo (P&D interno e externo, gastos com introdução de inovação e projeto industrial) é sempre positivo e significante a 10%, nos três modelos para produtividade estimados. Inversamente, o coeficiente referente ao fator relacionado ao aprendizado tecnológico via aquisição de tecnologia incorporada não é significante nos três modelos.

Quanto às fontes de informação, o fator que indica a importância das fontes formais (universidades, centros de pesquisa etc.) é significante nos modelos para a produtividade simples do trabalho e da PTF Levinsohn-Petrin, enquanto o fator referente às fontes informais é (conferências, feiras e redes de informação informatizadas) é significante apenas no modelo de produtividade simples do trabalho, tendo sinal negativo. Ainda sobre as fontes de informação para inovação, a importância dos clientes e consumidores como fontes de informação não foi significante em nenhum dos modelos (em verdade, esta fonte não é significante em nenhum dos modelos deste artigo) e o uso de concorrentes como fonte de informação apresentou sinal negativo e significante, pelo menos a 10%, em todos os modelos estimados para a produtividade. Uma possível explicação para o sinal negativo dos concorrentes como relevante fonte de informação é que talvez as firmas que mais valorizem esse

4. Esta diferença percentual não é exatamente igual ao coeficiente do modelo, porque a variável em log está sendo regredida sobre uma variável dummy. Assim, para encontrar esta diferença percentual, é necessário aplicar a transformação $e^{(\beta)}-1$.

tipo de fonte sejam aquelas em posição competitiva mais desfavorável, precisando convergir para a fronteira tecnológica do setor.

O uso de fontes de informação no exterior afeta positivamente a produtividade, uma vez que o coeficiente relacionado a este fator geral é positivo e significante a 1% em todos os modelos para produtividade. Sem embargo, esse fator é significante em todos os modelos do artigo.

A manutenção de acordos de cooperação, nem mesmo com agentes situados no exterior, não foi significante em nenhum dos modelos estimados para a produtividade.

Por sua vez, o terceiro conjunto de resultados – aquele referente à interação entre os fatores e a *dummy* de estreia – aponta para diferentes direções. Em geral, os fatores relacionados às atividades inovativas não foram significantes, à exceção do primeiro fator no modelo para a PTF-LP, com coeficiente negativo e significante a 1%.

Já os coeficientes das fontes de informação não foram significantes no modelo da produtividade do trabalho, mas o primeiro fator (fontes formais) teve coeficiente negativo e significante nos dois modelos de PTF. Por sua vez, o segundo fator (fontes informais) apresentou sinal positivo e significante nesses modelos de PTF.

Quanto ao uso de clientes e fornecedores como fontes de informação para a inovação, ele só foi significante no modelo para a produtividade do trabalho, com sinal positivo. O uso de concorrentes como fonte de informação não é significante para as estreantes em nenhum dos modelos.

Para as estreantes, o coeficiente referente às fontes de informação no exterior é negativo. Isso praticamente anula o efeito geral positivo verificado para todas as firmas.

Por fim, os acordos de cooperação só têm coeficiente positivo no modelo PTF-LF, e a manutenção de acordos de cooperação no exterior não tem relação com a produtividade das estreantes em nenhum dos modelos estimados.

Em resumo, é verificado ganho de produtividade para as firmas estreantes em dois dos três modelos estimados. Os modelos apontam que atividades inovativas e o uso de fontes de informação para a inovação, sobretudo as atividades mais intensivas em conhecimento (como P&D) e o uso de fontes mais formais para inovação, como universidades e centros de pesquisa afetam a produtividade de todas as firmas, bem como o uso dessas fontes de informação no exterior. No entanto, não parece haver nenhum ganho especial de produtividade para as estreantes decorrente dos padrões tecnológicos apontados pelos fatores e variáveis. Assim, a hipótese do *learning-by-exporting* via aprendizado tecnológico não foi verificada no que tange às medidas de produtividade, pois não há relação estatística especial entre as estratégias tecnológicas adotadas pelas estreantes e os ganhos de produtividade.

TABELA 14
Modelos de regressão

Variáveis explicativas	Log da produtividade simples do trabalho		Log da PTF – Levinsohn-Petrin		Log da PTF – OLS – FE		Log da RLV		Log do pessoal ocupado		*Market share*	
	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|
Intercepto	9,863*	<,0001	2,435*	<,0001	2,431*	<,0001	14,549*	<,0001	3,813*	<,0001	0,0008 n.s.	0,267
Estreante	0,516**	0,014	0,059*	0,003	0,028	0,143	1,178*	0,000	0,400**	0,032	0,0002 n.s.	0,885
Atividades inovativas, fontes de informação e cooperação para inovação – todas as firmas												
	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|
Atividades inovativas – P&D	0,075*	0,002	0,005**	0,016	0,004***	0,065	0,163*	<,0001	0,083*	<,0001	0,0000 n.s	0,8144
Atividades inovativas – máquinas e treinamento	0,021 n.s.	0,333	0,003 n.s.	0,124	0,003 n.s.	0,119	0,014 n.s.	0,668	0,004 n.s.	0,821	0,0001 n.s.	0,5990
Fontes de informação – fontes formais	0,045**	0,014	0,003***	0,056	0,002 n.s.	0,179	0,014 n.s.	0,617	-0,026 n.s.	0,111	0,0001 n.s.	0,4460
Fontes de informação – fontes informais	-0,035***	0,081	-0,003 n.s.	0,112	-0,002 n.s.	0,388	-0,001 n.s.	0,962	0,036**	0,046	-0,0001 n.s.	0,3213
Importância da Fonte clientes e consumidores	-0,018 n.s.	0,466	-0,001 n.s.	0,549	-0,002 n.s.	0,328	-0,027 n.s.	0,478	-0,031 n.s.	0,168	0,0000 n.s.	0,8459
Importância da Fonte concorrentes	-0,066*	0,007	-0,004***	0,089	-0,004***	0,072	-0,083**	0,021	-0,027 n.s.	0,212	-0,0001 n.s.	0,4378
Uso de fontes no exterior (fatorial)	0,426*	<,0001	0,030*	0,001	0,037*	<,0001	0,579*	<,0001	0,245*	0,004	0,0017*	0,0012
Acordos de cooperação – *dummy*	0,041 n.s.	0,656	0,003 n.s.	0,745	0,003 n.s.	0,707	0,183 n.s.	0,184	0,100 n.s.	0,230	0,0012**	0,0192
Acordos de cooperação no exterior – *dummy*	0,611 n.s.	0,352	0,080 n.s.	0,195	0,075 n.s.	0,207	1,359 n.s.	0,162	0,719 n.s.	0,219	0,0022 n.s.	0,5624

(Continua)

(Continuação)

Variáveis explicativas	Log da produtividade simples do trabalho		Log da PTF – Levinsohn-Petrin		Log da PTF – OLS – FE		Log da RLV		Log do pessoal ocupado		*Market share*	
	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|
Atividades inovativas, fontes de informação e cooperação para inovação – interação com a *dummy* de estreia (variável*estreante)												
	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|	Parâmetro	Pr > |t|
Atividades inovativas – P&D	-0,044 n.s.	0,213	-0,011*	0,001	-0,002 n.s.	0,582	-0,184*	0,001	-0,145*	<,0001	0,0002 n.s.	0,2238
Atividades inovativas – máquinas e treinamento	-0,032 n.s.	0,392	-0,001 n.s.	0,854	-0,002 n.s.	0,593	0,047 n.s.	0,391	0,090*	0,006	-0,0001 n.s.	0,5016
Fontes de informação – fontes formais	-0,045 n.s.	0,123	-0,005***	0,069	-0,005**	0,047	-0,064 n.s.	0,139	0,010 n.s.	0,693	-0,0001 n.s.	0,5390
Fontes de informação – fontes informais	0,006 n.s.	0,874	0,010*	0,003	0,008**	0,019	0,017 n.s.	0,748	-0,052 n.s.	0,110	0,0001 n.s.	0,6563
Importância da Fonte clientes e consumidores	0,151*	0,001	-0,004 n.s.	0,324	0,003 n.s.	0,384	0,122***	0,057	0,104*	0,007	0,0001 n.s.	0,7862
Importância da Fonte concorrentes	0,006 n.s.	0,885	0,006 n.s.	0,134	0,003 n.s.	0,408	0,067 n.s.	0,268	0,060 n.s.	0,100	0,0000 n.s.	0,8533
Uso de fontes no exterior (fatorial)	-0,425*	0,000	-0,041*	0,000	-0,045*	<,0001	-0,672*	0,000	-0,289*	0,006	-0,0015 n.s.	0,0287
Acordos de cooperação – *dummy*	0,239 n.s.	0,123	0,030**	0,042	0,015 n.s.	0,296	0,512**	0,026	0,270***	0,051	-0,0006 n.s.	0,4736
Acordos de cooperação no exterior – *dummy*	0,393 n.s.	0,668	0,090 n.s.	0,294	0,108 n.s.	0,194	1,850 n.s.	0,172	1,535***	0,060	0,0291*	<,0001
Estatísticas dos modelos	R^2	0,0873		0,0919		0,1074		0,1257		0,0843		0,0649
	R^2 ajustado	0,0775		0,0821		0,0978		0,1163		0,0744		0,0549
	est. F	8,91		9,42		11,2		13,39		8,57		6,46
	Pr > F	<,0001		<,0001		<,0001		<,0001		<,0001		<,0001
	N	18.977		18.977		18.977		18.977		18.977		18.977

Elaboração dos autores, a partir da Pintec, PIA e Secex.

6.2 Escala: receita líquida e pessoal ocupado

As análises de regressão referente às duas medidas de escala – receita líquida de vendas e pessoal ocupado emprego – encontram-se na quarta e quinta colunas da tabela 14. Em ambos os casos, a estreia na exportação afeta positivamente a escala. A receita líquida de vendas nas firmas que estreiam na exportação aumenta 224% e o emprego aumenta 50% na comparação média 2007-2008 vs. média 2005-2006. Cabe notar que a receita aumenta bem mais do que o emprego. Embora a definição empregada de produtividade seja valor adicionado/pessoal ocupado, como o valor adicionado guarda alta correlação com a receita, o fato de a receita aumentar mais rapidamente que o emprego pode explicar o ganho de produtividade do trabalho demonstrado na subseção anterior. Deste modo, pode ser o caso de os ganhos de produtividade se deverem à melhor eficiência de escala das firmas resultantes do comércio internacional.

Com respeito à influência geral dos padrões tecnológicos sobre a escala, o primeiro fator das atividades inovativas (P&D) apresentou sinal positivo e significante, enquanto o segundo fator (máquinas e treinamento) não apresentou significância estatística. As fontes formais para a inovação não afetaram significantemente a escala, enquanto as fontes informais afetaram somente o emprego. A importância dos clientes e fornecedores como fonte de inovação não é significante nos modelos de escala, e o uso dos concorrentes como fontes de informação afeta negativa e significantemente a RLV. A exemplo do que ocorreu com os modelos de produtividade, o uso de fontes de informação no exterior afeta positivamente a escala em ambos os modelos, mas os acordos de cooperação não foram significantes em nenhum deles.

No que tange especificamente ao efeito dos padrões tecnológicos sobre as firmas estreantes, em duas variáveis sinais negativos e significantes anularam os efeitos positivos para as firmas em geral: o primeiro fator (P&D) e a utilização de fontes de informação para a inovação no exterior. O uso de clientes e fornecedores como fontes de informação para inovação afetam positivamente a escala das estreantes, ainda que ele não afete a escala das firmas em geral. Finalmente, os acordos de cooperação afetam positivamente a escala das estreantes, e os acordos de cooperação no exterior guardam relação positiva e significante com o pessoal ocupado.

Portanto, o efeito específico dos padrões tecnológicos sobre a escala das firmas estreantes é ambíguo. Por um lado, os efeitos gerais de estratégias tecnológicas mais agressivas, como o investimento em P&D, e o uso de fontes informais de informação é anulado por coeficientes negativos específicos às estreantes. Por outro lado, os acordos de cooperação para a inovação guardam relação positiva com a escala das estreantes. Esse padrão não permite suportar a hipótese de que o aprendizado tecnológico diferente das estreantes esteja por trás os ganhos de escala decorrentes da estreia no mercado internacional.

6.3 *Market share*

A tabela 14, em sua última coluna, traz a análise de regressão referente ao *market share* das firmas. Como a variável *market share* é anterior à restrição da base de dados às empresas inovadoras, não necessariamente o maior crescimento da receita das estreantes implica em aumento do *market share*. Posto de outro modo, o modelo considera os efeitos da estreia no mercado internacional sobre as condições setoriais de competição como um todo.

Sem embargo, o modelo da tabela 1 indica que a estreia no mercado internacional não altera significantemente a fatia de mercado que a empresa tem no mercado doméstico. Além disso, os fatores e variáveis de inovação não parecem guardar relação muito forte com este crescimento. As únicas variáveis significantes para as firmas em geral são o componente geral das fontes do exterior (a 1% de significância) e a *dummy* de cooperação (a 5% de significância). Especificamente às estreantes, a única variável significante foi a interação entre os acordos de cooperação no exterior e a *dummy* de estreia.

7 DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Este capítulo testou três hipóteses:

1) Existe aprendizado de exportação no Brasil, entre 2006 e 2008?
2) Algumas estratégias tecnológicas – expressas por atividades inovativas, fontes de informações para a inovação e cooperação – estão relacionadas com produtividade, tamanho e *market share* das empresas industriais brasileiras?
3) O aprendizado de exportação, quando presente, está relacionado com estratégias tecnológicas diferenciadas por parte das estreantes no comércio internacional?

Para responder a estas três questões, os estreantes no mercado internacional em 2004-2005 foram comparados a não exportadores no período 2006-2008, em termos de desempenho e variáveis de inovação. Esta comparação levou em consideração a autosseleção dos estreantes. O aprendizado de exportação foi mensurado a partir de três medidas de produtividade, Receita Líquida de Vendas, número de empregados e *market share.*

Em primeiro lugar, os resultados deste trabalho estão de acordo com a literatura para os países em desenvolvimento no que diz respeito ao aprendizado de exportação. Os diferenciais de produtividade entre estreantes e não exportadores em duas das três medidas foram de 6,1% (PTF-LP) e 67,4% (produtividade do trabalho). Os diferenciais de RLV foram de 224%, e a diferença no número de

empregados foi de 50%. No entanto, não foram encontradas diferenças significativas na participação no mercado doméstico entre participantes e não exportadores.

Em segundo lugar, algumas estratégias tecnológicas, tais como o investimento em criação de conhecimento endógeno por meio de P&D interno o uso extensivo de fontes formais de informação para a inovação formal (universidades, centros de pesquisa etc.) e informais (congressos, feiras etc.) teve impacto positivo sobre o desempenho dos todas as empresas. Com efeito, este impacto foi ainda maior quando as empresas procuram por esta informação para a inovação no exterior.

Entretanto, este é um resultado geral, válido para todas as empresas. Ao analisar o impacto específico de estratégias tecnológicas sobre os estreantes, não há nenhuma evidência de impactos adicionais – pelo contrário, em alguns casos, este impacto específico foi negativo. Assim, o aprendizado de exportação não se relacionou às estratégias tecnológicas diferenciadas dos estreantes.

Há duas maneiras de discutir essas conclusões. A primeira é buscar compreender o que está por trás do aprendizado de exportação que não foi capturado pela pesquisa de inovação. Uma hipótese é que os estreantes estejam melhorando sua eficiência. Esta melhoria da eficiência pode ser resultado de ganhos de eficiência de escala – no caso, a receita cresce muito mais rápido do que o emprego –, ou a partir da adoção de melhores técnicas de gestão e adequação aos padrões internacionais – melhora na eficiência produtiva, que pode resultar do comércio internacional. Estes efeitos não são bem captados por pesquisas de inovação se eles não envolvem processos inovativos.

A segunda maneira é explicar por que as estratégias tecnológicas não foram importantes para o aprendizado de exportação. Uma explicação é que o intervalo de tempo de análise (três anos) pode ser muito curto para capturar uma alteração relevante de estratégias tecnológicas dos novos exportadores. Neste sentido, a ausência de correlação entre as estratégias tecnológicas e de aprendizagem pela exportação podem ser uma questão de *timing*. Infelizmente, esse curto espaço de tempo é um problema inevitável da Pintec, uma vez que um painel de duas edições do exame contaria apenas com grandes empresas (mais de 500 empregados).

Outra explicação possível é que a amostra deste capítulo é restrita a empresas inovadoras, a fim de verificar diferenças nas estratégias de aprendizagem tecnológica – em outras palavras, o foco desse capítulo foi sobre como os estreantes inovam. Seria necessário investigar mais a fundo os efeitos da exportação sobre a decisão de inovar e os impactos *ex-post* da inovação sobre a produtividade, tendo especial cuidado em identificar a ligação exportação-inovação-produtividade.

A literatura sustenta que a dimensão tecnológica da aprendizagem pela exportação está relacionada a *spillovers* de conhecimento a partir da interação com

agentes estrangeiros, do acesso à tecnologia de fronteira e a melhores equipamentos e materiais, bem como da possibilidade de cooperação tecnológica com outras empresas. Estes mecanismos são ainda mais importantes no cenário de hoje de comércio internacional, caracterizado pela importância das Cadeias Globais de Valor (CGV), que correspondem a mais da metade do comércio global, mesmo levando em conta a dupla contagem no comércio das CGV (UNCTAD, 2013).

De acordo com a UNCTAD (2013), apesar de ter sido o quarto maior recebedor de investimento estrangeiro direto (IED) em 2011, o Brasil é apenas o 22º entre 25 países emergentes em termos de inserção das empresas nas CGV. Uma explicação para isso são algumas inconsistências entre as políticas comerciais e de investimento. Enquanto o Brasil representa poucas restrições ao IED, o país é relativamente fechado quando comparado com os outros países da Organização Mundial do Comércio (OMC). Pode-se argumentar que a proteção promove o IED que tenha como objetivo explorar o mercado interno, mas pode ser bastante prejudicial à inserção nas CGV, cujo comércio é baseado em bens intermediários.

Assim, uma mensagem para a formulação de políticas públicas dessa discussão é que o Brasil deveria rever as suas condições de contexto para o comércio internacional. Além das tarifas altas, as firmas brasileiras enfrentam uma infraestrutura de comércio internacional bastante limitada, e o sistema tributário não permite a dedução de todos os impostos das exportações. Claro, o Brasil deve melhorar a política tarifária, a infraestrutura e o sistema tributário não só para promover a inovação nas empresas industriais; com efeito, isto traria grandes benefícios para a estrutura econômica como um todo.

A inserção mais intensa de empresas brasileiras nas CGV pode resultar em *spillovers* de conhecimento, mas, como García *et al*. (2012) apontam, isso é especialmente verdadeiro quando as empresas têm capacidades para absorver esses *spillovers* de conhecimento. A UNCTAD (2013) alerta que o comércio baseado em CGV pode aprisionar as empresas em estágios de baixo valor agregado se elas não são capazes de avançar ao longo da cadeia produtiva. Neste sentido, o fortalecimento do sistema nacional de inovação surge como uma recomendação de política, embora, mais uma vez, isso traga outros benefícios do que além de preparar as empresas para o aprendizado de exportação.

REFERÊNCIAS

ABADIE, A. Semiparametric difference-in-differences estimators. **Review of Economic Studies**, n. 72, p. 1-19, 2005.

ARAÚJO, B. C. Análise empírica dos efeitos *ex-post* das exportações sobre a produtividade, o emprego e a renda das empresas brasileiras. In: DE NEGRI, J. *et al*. (Org.). **Tecnologia, exportação e emprego**. Brasília: Ipea, 2006.

_____. Efeitos de aprendizado de exportação: diferenças quanto à permanência, destinos de exportação, tamanho e intensidade tecnológica. In: DE NEGRI, F; CAVALCANTE, L. R. (Org.) **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. Brasília: Ipea, 2015, v. 2 – Determinantes.

ARAÚJO, B. C.; CAVALCANTE, L. R.; ALVES, P. Variáveis proxy para os gastos empresariais em inovação com base no pessoal ocupado técnico-científico disponível na Relação Anual de Informações Sociais (Rais). **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, Ipea, n. 5, p. 16-21, 2009.

AW, B. Y.; HWANG, A. R. Productivity and the export market: a firm-level analysis. **Journal of Development Economics**, n. 47, p. 313-332, 1995.

AW, B. Y.; ROBERTS, M. J.; XU, D. Y. R&D investments, exporting, and the evolution of firm productivity. **American Economic Review**, n. 98, p. 451-456, 2008.

BERNARD A. B.; JENSEN, B. Exceptional exporter performance: cause, effect or both? **Journal of International Economics**, n. 47, p. 1-25, 1999.

_____. (2004). Why some firms export. **The Review of Economics and Statistics**, v. 86, n. 2, p. 342-357, 2004.

BERNARD, A.; WAGNER, J. Export entry and exit by German firms. **NBER Working Paper 6.538**, Cambridge, MA, 1998.

BLALOCK, G.; GERTLER, P. J. Learning from exporting revisited in a less developed country. **Journal of Development Economics**, n. 75, p. 397-416, 2004.

CLERIDES, S.; LAUCH, S.; TYBOUT, J. R. Is learning by exporting important? Micro-dynamic evidence from Colombia, Mexico and Morocco. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 113, n. 3, p. 903-947, 1998.

CRESPI, G.; CRISCUOLO, C.; HASKEL, J. Productivity, exporting and the learning by exporting hypothesis: direct evidence from UK firms. **Canadian Journal of Economics**, v. 41, n. 2, p. 619-638, 2008.

DELGADO, M.; FARIÑAS, J.; RUANO, S. Firm productivity and export markets: a non-parametric approach. **Journal of International Economics**, n. 57, p. 397-422, 2002.

GARCÍA, F.; AVELLA, L.; FERNÁNDES, F. Learning from exporting: The moderating effect of technological capabilities. **International Business Review,** n. 21, p. 1099-1111, 2012. (doi:10.1016/j.ibusrev.2011.12.001)

HAIR, J.F. *et al.* **Multivariate data analysis**. 6th ed. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, 2005

HIRANO, K; IMBENS, G. Estimation of causal effects using propensity score weighting: an application to data on right heart catheterization. **Health Services & Outcomes Research Methodology**, n. 2, p.259-278, 2001.

HOLGADO-TELLO, F. *et al.* Polychoric versus Pearson correlations in exploratory and confirmatory factor analysis of ordinal variables. **Quality and Quantity**, v. 44, n. 1, p. 153-166, 2010.

ISGUT, A. E. What is different about exporters? Evidence from Colombian manufacturing. **Journal of Development Studies**, v. 37, n. 5, p. 53-73, 2001.

JÖRESKOG, K. G., & MOUSTAKI, I. Factor Analysis of ordinal variables: A comparison of three approaches. **Multivariate Behavioral Research***,* n. 36, p. 347-387, 2001.

KOGUT, B., CHANG, S. J. Technological capabilities and Japanese foreign dicet investment in the United States. **The Review of Economics and Statistics**, v. 73, n. 3, p. 401-413, 1991.

LEVINSOHN, J.; PETRIN, A. Estimating production functions using inputs to control for unobservables. **Review of Economic Studies**, v. 70, n. 2, p. 317-341, 2003.

LÓPEZ, R. A. Trade and growth: reconciling the macroeconomic and microeconomic evidence. **Journal of Economic Surveys**, v. 19, n. 4, p. 623-648, 2005.

LOVE, J. H.; GANOTAKIS, P. . Learning by exporting: lessons from high--technology SMEs. **International Business Review**, n. 22, p. 1-17, 2013.

OECD – ORGANIZATION FOR ECONOMIC COOPERATION AND DEVELOPMENT. **Oslo manual***:* guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3rd ed. Paris: OECD, 2005.

SALOMON, R.; SHAVER, J. M. Learning by exporting: new insights from examining firm innovation. **Journal of Economics and Management Strategy**, v. 14, n. 2, p. 431-460, 2005.

SHAN, W; SONG, J. Foreign direct investment and the sourcing of technological advantage: evidence from the biotechnology industry. **Journal of International Business Studies**, v. 28, p. 267-284, 1997.

TYBOUT, J. R. Plant- and firm- level evidence on "new" trade theories. *In*: CHOI, K., & HARRIGAN, J. (Ed.). **Handbook of International Trade**. Oxford: Basil Blackwell, 2003.

UNCTAD. **World Investment Report 2013**: Global value chains: investment and trade for development. Geneva, 2013. Disponível em: <http://vi.unctad.org/digital-library/?task=dl_doc&doc_name=873-world-invest>.

VAN BIESEBROECK, J. Exporting raises productivity in sub-Saharan African manufacturing firms. **Journal of International Economics**, n. 67, 373-391, 2005.

VELICER, W. F.; JACKSON, D. N. Component analysis versus common factor-analysis – some further observations. **Multivariate Behavioral Research**, v. 25, n. 1, p. 97-114.

WAGNER, J. The causal effect of exports on firm size and labor productivity: first evidence from a matching approach. **Economics Letters**, v. 77, n. 2, p. 287-292, 2002.

_____. Exports and productivity: a survey of the evidence from firm-level data. **The World Economy**, v. 30, n. 1, p. 60-82, 2007.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric analysis of cross section and panel data.** Cambridge, MA: MIT Press, 2002.

WORTZEL, L. H.; WORTZEL, H. V. Export marketing strategies for NIC and LDC-based firms. **Columbia Journal of World Business**, v. 16, n. 1, p. 51-60, 1981.

CAPÍTULO 5

EFEITOS DE APRENDIZADO DE EXPORTAÇÃO: DIFERENÇAS QUANTO À PERMANÊNCIA, DESTINOS DE EXPORTAÇÃO, TAMANHO E INTENSIDADE TECNOLÓGICA*

Bruno César Araújo**

1 INTRODUÇÃO

Conforme discutido no capítulo anterior, é um fato estilizado relativamente conhecido que as firmas que começam e, principalmente, persistem na atividade exportadora são firmas mais competitivas, e que boa parte destes ganhos de competitividade ocorre antes da estreia na exportação. No entanto, a literatura internacional tem testado sistematicamente a hipótese de aprendizado de exportação (*learning-by -exporting*), que diz respeito à possiblidade de ganhos de competitividade da firma que sejam posteriores à sua entrada no mercado internacional (Wagner, 2007). Alguns artigos sobre as firmas brasileiras apontam para a existência dos efeitos de aprendizado de exportação (Araújo; 2006; Kannebley *et al.*; 2009).

Entretanto, para gestores públicos e privados, é importante ir além da caracterização do efeito médio para todas as firmas. Para o gestor público das políticas de promoção às exportações, é interessante saber, por exemplo, se firmas de menor porte apresentam ganhos de produtividade maiores que as firmas grandes, ou se a exportação que tem por destino países desenvolvidos induz um efeito aprendizado mais forte que as exportações para países em desenvolvimento.

Deste modo, a partir de um painel balanceado de firmas industriais brasileiras entre 2003 e 2007, as perguntas de pesquisa a serem respondidas por este artigo são:

1) Há diferenças com respeito ao efeito aprendizado de exportação – mensurado pelos ganhos de produtividade, receita líquida de vendas e número de empregados – no que tange ao padrão de permanência das firmas na atividade exportadora (permanente vs. instável)?

* O autor agradece aos comentários de Fernanda De Negri, Luiz Ricardo Cavalcante e dos participantes em um seminário no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), em 14 de maio de 2014. O autor também é grato à assistência estatística de Glaucia Ferreira e Leandro Justino Pereira Veloso. Os erros remanescentes são de responsabilidade exclusiva do autor.

** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). Departamento de Engenharia de Produção (PRO) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP). Observatório da Inovação e Competitividade da Universidade de São Paulo (OIC/USP).

2) Há diferenças com respeito ao país de destino de exportação?

3) Com relação ao tamanho?

4) A intensidade tecnológica do setor da firma tem alguma influência sobre o efeito aprendizado de exportação?

A fim de responder a estas perguntas, neste artigo é empregada a abordagem proposta por Bernard e Jensen (1999). Na prática, esta abordagem consiste em: *i*) escolher um ano-base para a estreia na exportação e criar um painel de firmas exportadoras e não exportadoras contendo anos anteriores e posteriores a este ano -base; *ii*) estimar modelos em *cross-section* para cada um destes anos para calcular os diferenciais de produtividade e tamanho, condicionais ao setor e localização. Na prática, estes modelos são testes de médias da produtividade e tamanho entre exportadores e não exportadores ao longo do tempo; assim é possível avaliar se estes diferenciais aumentam ou diminuem a cada ano.

O artigo tem a seguinte estrutura. Na próxima seção, apresentamos os dados utilizados e as definições das variáveis. A terceira seção contém os resultados da aplicação de versões modificadas do modelo proposto por Bernard e Jensen (1999), e a quarta seção traz a conclusão e possíveis implicações de política.

2 DADOS

Os dados utilizados resultam da concatenação, realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), da Pesquisa Industrial Anual (PIA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com a base de dados de comércio exterior da Secretaria de Comércio Exterior (Secex), do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio exterior (MDIC), e com a Relação Anual de Informações Sociais (Rais), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).[1] O período de análise é de 2003 a 2007, e as firmas industriais analisadas (CNAEs 2.0 10 a 54) precisam estar presentes em todos os anos na base dados, o que na prática restringe a análise ao extrato certo da PIA (firmas com mais de trinta empregados).

As firmas são consideradas estreantes na exportação se elas começam a exportar em 2005, não tendo exportado em 2003 e 2004. Com respeito ao padrão de permanência na exportação, as firmas são consideradas exportadoras permanentes se, após a estreia, estas firmas permanecem exportando também em 2006 e 2007. As firmas são consideradas exportadoras instáveis se apresentam qualquer outro padrão. O painel se restringe a firmas estreantes e não exportadoras; neste sentido, firmas que apresentam qualquer outro padrão (firmas que exportam em todos os anos ou firmas que exportaram em 2003 ou em 2004, por exemplo) estão excluí-

1. Cabe notar que as bases de dados pertencem aos respectivos órgãos de origem, e todas as regras de sigilo estatístico das informações foram estritamente obedecidas.

das da análise. Isto implicou uma redução de 16.338 firmas no painel balanceado para 11.050 firmas.

Os efeitos positivos da entrada no mercado internacional são avaliados sobre a produtividade, faturamento e número de empregados das firmas industriais. Como medida de emprego, foi utilizado o pessoal ocupado médio no ano, da PIA. A produtividade é calculada de três formas. A primeira é produtividade simples do trabalho, medida como a razão entre o valor de transformação industrial e o pessoal ocupado. As outras duas são cálculos de produtividade total dos fatores (PTF), de acordo com as técnicas mínimos quadrados ordinários com efeitos fixos (OLS-FE) e o procedimento sugerido por Levinsohn e Petrin (2003) (PTF-LP) para tratar endogeneidade entre insumos e produto. Ambas as medidas de PTF são resíduos ao nível da empresa de estimativas funções Cobb-Douglas. A diferença entre as medidas é que a primeira é baseada em uma regressão OLS de efeitos fixos do valor adicionado sobre o trabalho e capital, controlada por setor e ano (PTF-FE), enquanto Levinsohn e Petrin (2003) tratam a endogeneidade entre a escolha do uso de insumos e choques de produtividade não observados utilizando os insumos intermediários como *proxy* para os choques de produtividade.[2]

O faturamento da firma é representado como a receita líquida de vendas (RLV). As variáveis monetárias da PIA – RLV e valor adicionado, utilizado para o cálculo da produtividade – foram deflacionadas pelo Índice de Preços por Atacado – Oferta Global (IPA-OG), da Fundação Getulio Vargas (FGV), a CNAE três dígitos. Quando não foi possível, foi aplicado o deflator a dois dígitos. Foi dedicada especial atenção a este procedimento, pois a valorização dos termos de troca das exportações brasileira durante a primeira década dos anos 2000 poderia confundir efeito aprendizado de exportação com um efeito puramente de preços.

A tabela 1 traz as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas. Conforme o esperado, as firmas que estreiam são mais produtivas e maiores que as que não exportam no período. Adicionalmente, aquelas que estreiam e conseguem permanecer no mercado internacional são ainda maiores e mais produtivas que as que estreiam e deixam de exportar.

2. Estas medidas de produtividade também são empregadas em Araújo e Salerno (cap. 4).

TABELA 1
Estatísticas descritivas de acordo com o padrão de exportação (Permanentes vs. Instáveis), 2003-2007

		Estreantes para qualquer país						
		Estreante	Diferencial não exportadora	Permanente	Diferencial não exportadora	Instável	Diferencial não exportadora	Não exportadoras
Número de empresas	Ano	405		217		188		10.240
Pessoal ocupado	2003	171	184,1%	164	176,3%	180	193,1%	93
	2004	191	205,4%	189	202,8%	194	208,3%	93
	2005	228	229,4%	241	242,9%	212	213,8%	99
	2006	247	244,0%	267	264,3%	223	220,5%	101
	2007	257	246,1%	281	268,6%	230	220,0%	105
Produtividade (em R$ mil de 2007/ trabalhador)	2003	75	163,6%	81	175,8%	69	150,7%	46
	2004	65	153,8%	63	148,3%	68	159,9%	42
	2005	65	155,1%	66	157,4%	64	152,3%	42
	2006	67	150,4%	67	151,3%	66	149,1%	45
	2007	64	151,8%	58	139,0%	71	169,7%	42
Receita líquida de vendas (em R$ mil de 2007)	2003	32.977	310,9%	34.116	321,7%	31.668	298,6%	10.606
	2004	33.228	327,4%	35.147	346,3%	31.023	305,7%	10.149
	2005	38.061	358,1%	42.156	396,6%	33.357	313,8%	10.630
	2006	39.704	356,7%	44.700	401,6%	33.963	305,2%	11.130
	2007	39.925	359,5%	43.319	390,0%	36.024	324,3%	11.107
Produtividade total dos fatores (Levin-sohn-Petrin)	2003	.	108,4%	.	109,8%	.	106,8%	.
	2004	.	108,6%	.	110,3%	.	106,8%	.
	2005	.	109,3%	.	111,1%	.	107,2%	.
	2006	.	109,1%	.	110,9%	.	107,1%	.
	2007	.	109,1%	.	111,3%	.	106,5%	.
Produtividade total dos fatores (OLS efeitos fixos)	2003	.	108,6%	.	109,8%	.	107,3%	.
	2004	.	108,9%	.	110,2%	.	107,3%	.
	2005	.	109,4%	.	111,0%	.	107,6%	.
	2006	.	109,1%	.	110,7%	.	107,3%	.
	2007	.	109,1%	.	111,1%	.	106,8%	.

Elaboração do autor, a partir da PIA, Rais e Secex.

Com respeito aos países de destino da exportação, foram consideradas estreias na exportação para países desenvolvidos as exportações para Estados Unidos, Canadá, União Europeia e Japão. As outras categorias da tabela 2 são autoexplicativas. O país de destino da estreia na exportação é definido como o país para o qual a firma mais exportou no ano de estreia (2005).

Com relação ao tamanho, observamos que as firmas que estreiam para a China são as maiores empresas, seguidas por aquelas que estreiam para países desenvolvidos e para o mercado sul-americano. Isso é coerente com a ideia de que exportar envolve custos de entrada que são mais bem suportados por firmas maiores, e é razoável supor que estes custos sejam maiores para a China e para os países desenvolvidos que para a América do Sul, em que pese o pequeno número de firmas (9) que estreiam para a China.

A produtividade do trabalho é maior para as firmas que estreiam para países desenvolvidos, seguida pelas firmas que estreiam para o Mercosul. Curiosamente, as empresas que estreiam para a China são as menos produtivas com respeito à produtividade do trabalho, ainda que elas sejam as mais produtivas em termos de produtividade total dos fatores. Novamente, para as estreantes para a China, é difícil fazer inferências devido ao pequeno número de estreantes.

De todo modo, os resultados por destino de exportação serão mais bem avaliados na próxima seção.

TABELA 2
Estatísticas descritivas de acordo com o destino de estreia (países desenvolvidos, China e América do Sul), 2003-2007

		Estreante para desenvolvidos	Diferencial não exportadora	Estreante para China	Diferencial não exportadora	Estreante para América do Sul	Diferencial não exportadora	Não exportadoras
Número de empresas	Ano	116		9		179		10.240
Pessoal ocupado	2003	156	167,8%	266	286,5%	142	153,1%	93
	2004	174	186,1%	360	385,8%	152	162,6%	93
	2005	192	193,6%	334	336,5%	179	179,7%	99
	2006	215	212,7%	384	379,7%	188	186,0%	101
	2007	235	225,3%	469	449,1%	197	188,1%	105
Produtividade (em R$ mil de 2007/trabalhador)	2003	86	188,3%	56	123,3%	70	153,1%	46
	2004	72	170,5%	53	125,8%	68	160,7%	42
	2005	76	181,1%	54	129,2%	68	161,1%	42
	2006	73	164,0%	63	141,4%	69	155,2%	45
	2007	65	154,6%	39	93,8%	69	165,1%	42

(Continua)

(Continuação)

		Estreante para desenvolvidos	Diferencial não exportadora	Estreante para China	Diferencial não exportadora	Estreante para América do Sul	Diferencial não exportadora	Não exportadoras
Receita Líquida de vendas (em R$ mil de 2007)	2003	32.713	308,4%	51.250	483,2%	23.264	219,3%	10.606
	2004	31.036	305,8%	50.280	495,4%	23.692	233,5%	10.149
	2005	32.712	307,7%	61.510	578,7%	27.296	256,8%	10.630
	2006	34.645	311,3%	57.689	518,3%	27.982	251,4%	11.130
	2007	34.930	314,5%	62.520	562,9%	29.039	261,5%	11.107
Produtividade total dos fatores (Levinsohn-Petrin)	2003	.	108,8%	.	115,3%	.	105,9%	.
	2004	.	108,8%	.	113,5%	.	106,3%	.
	2005	.	109,3%	.	115,4%	.	107,1%	.
	2006	.	109,1%	.	113,2%	.	107,0%	.
	2007	.	108,8%	.	113,2%	.	107,3%	.
Produtividade total dos fatores (OLS efeitos fixos)	2003	.	108,4%	.	113,8%	.	107,1%	.
	2004	.	108,5%	.	113,3%	.	107,4%	.
	2005	.	108,8%	.	115,0%	.	108,2%	.
	2006	.	108,6%	.	112,7%	.	108,1%	.
	2007	.	108,2%	.	112,6%	.	108,4%	.

Elaboração do autor, a partir da PIA, Rais e Secex.

A tabela 3 traz a distribuição das estreantes – para todos os países e para os desenvolvidos – com respeito ao porte e à intensidade tecnológica do setor. As firmas se distribuem praticamente de forma igual entre as com menos de 100 empregados e as maiores. Em linha com a tabela 2, as firmas que estreiam para países desenvolvidos tendem a se distribuir um pouco mais em direção à categoria de firmas maiores, ainda que esta diferença não seja significante a 10%.[3] Em geral, as firmas estreantes têm intensidade tecnológica baixa, e isso é ainda mais importante quando da estreia para países desenvolvidos. Neste caso, essa diferença é significante do ponto de vista estatístico.[4]

3. Com efeito, o teste chi-quadrado para verificar se a distribuição do tamanho era diferente entre as estreantes em geral e aquelas especificamente para os países desenvolvidos teve significância de 11,7%, um pouco acima no nível crítico de 10%.

4. Teste chi-quadrado com significância de 1,12%.

TABELA 3
Caracterização das estreantes por porte e intensidade tecnológica (Estreantes vs. Estreantes para países desenvolvidos), 2005

		Estreantes		Estreantes para países desenvolvidos	
Número de empregados	Entre 30 e 100	211	52%	52	45%
	Mais de 100	194	48%	64	55%
Intensidade tecnológica	Baixa	190	47%	70	60%
	Média	103	25%	25	22%
	Alta	112	28%	21	18%

Elaboração do autor, a partir da PIA, Rais e Secex.

3 RESULTADOS

Os resultados a seguir se referem aos modelos econométricos sugeridos por Bernard e Jensen (1999). Estes modelos são equações econométricas em que a medida de desempenho da empresa é regredida sobre a *dummy* de estreia, com alguns controles. Para o tamanho, os controles são tempo de estudo em 2005 (ano-base), *dummies* para o setor CNAE dois dígitos e *dummies* para Unidade da Federação da empresa (UF). Para receita e produtividade, os controles são tamanho (número de empregados) em 2005, tempo de estudo em 2005, CNAE e UF.

Genericamente, o modelo é expresso da seguinte forma:

$$\ln P_{it} = \alpha + \beta_1 \exp + \mathbf{Z_i}\ \beta_2 + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

onde P_{it} é a variável de desempenho sob interesse da firma *i* no tempo *t*, *exp* é a *dummy* de estreia no ano-base, e $\mathbf{Z_i}$ é a matriz de controles no ano-base. É estimado um modelo em *cross section* por ano, de 2003 a 2007, a fim de verificar quais os diferenciais de desempenho, em %, entre estreantes e não exportadoras (expressos por $(\exp(\beta_1)-1)*100$) em cada ano, e, com isso, acompanhar a evolução desses diferenciais no tempo. A transformação $(\exp(\beta_1)-1)*100$, quando significante a 10%, é plotada nos gráficos a seguir. A disposição gráfica dos resultados permite uma interpretação mais direta, e os resultados dos modelos estão disponíveis sob demanda.

3.1 Resultado geral: a estreia na exportação afeta a produtividade e o tamanho?

O primeiro resultado a ser analisado é o resultado geral, referente a todos os tipos de firma e todos os países de destino. A partir do gráfico 1, percebe-se que:

1) As firmas que estrearam na exportação já eram mais produtivas que as que não estrearam, mesmo dois anos antes da estreia (2005). Isto é consistente com o fenômeno da autosseleção das firmas mais competitivas para a exportação.

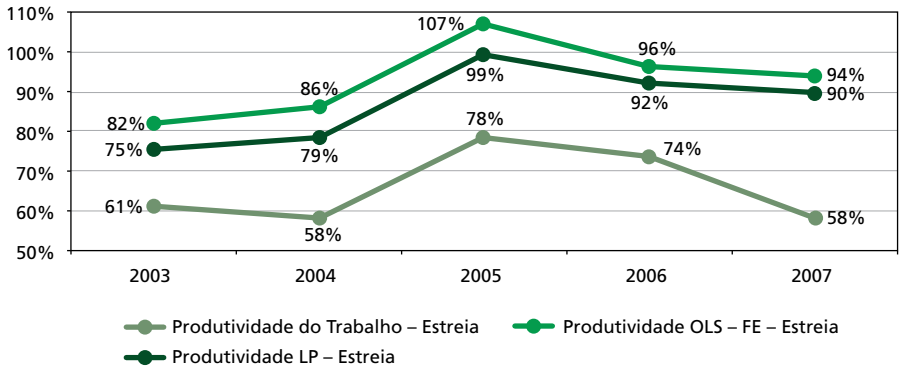
2) Estas firmas estreantes apresentam um pico de produtividade no ano da estreia. Há duas explicações, não excludentes, para isso:

   a) primeira é que o ano da estreia é o ano mais exigente em termos de custos de entrada; logo a firma precisa fazer um esforço adicional neste ano para conseguir cobrir tais custos;

   b) a segunda é que o resultado geral é composto tanto por empresas que estreiam na exportação e permanecem exportando quanto por empresas que estreiam e desistem posteriormente. Logo, a queda geral de produtividade verificada após o ano da estreia pode se dever à queda daquelas que desistem da exportação posteriormente.

3) O patamar de produtividade das estreantes após a exportação é superior ao patamar antes da exportação. Isto é uma evidência do efeito geral de *learning-by-exporting,* corroborado em vários artigos para o caso do Brasil (Araújo, 2006; Kannebley *et al.*, 2009; Araújo; Salerno, 2015). Entretanto, no último ano, a produtividade simples do trabalho parece retornar ao patamar de 2004. Este resultado será explorado adiante.

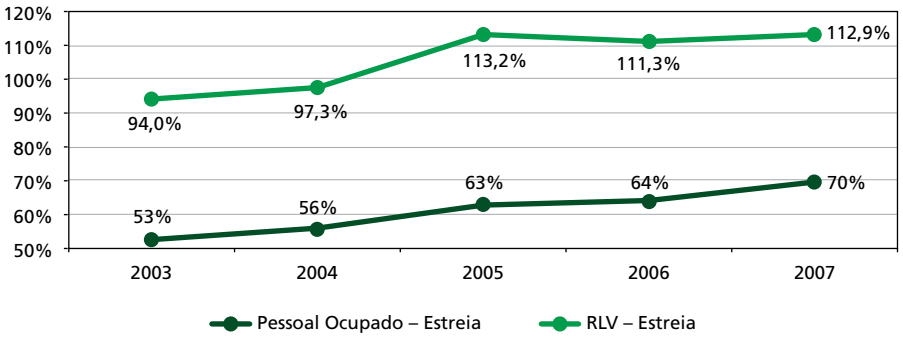
GRÁFICO 1
Diferencial de produtividade: produtividade simples do trabalho, PTF OLS-FE e PTF-LP - estreantes vs. não exportadoras
(Em %, 2003-2007)



Elaboração do autor, a partir da PIA, Rais e Secex.

Com respeito ao tamanho da firma antes e depois da estreia na exportação, pode-se afirmar também que o patamar das variáveis RLV e pessoal ocupado é maior após a estreia. Assim como ocorre com a produtividade, isso é uma evidência do aprendizado de exportação. Porém, não há um pico tão evidente para a RLV em 2005, e o emprego parece crescer suavemente. É natural que o emprego seja a variável de ajuste mais lento, dadas as maiores dificuldades de admissão/demissão do que os demais ajustes na produção.

GRÁFICO 2
Diferencial de tamanho: pessoal ocupado e RLV - estreantes vs. não exportadoras
(Em %, 2003-2007)



Elaboração do autor, a partir da PIA, Rais e Secex.

3.2 Permanentes vs. instáveis

Para comparar as trajetórias das firmas que estreiam e permanecem no comércio internacional com aquelas que são instáveis, a equação (1) foi modificada para a seguinte versão:

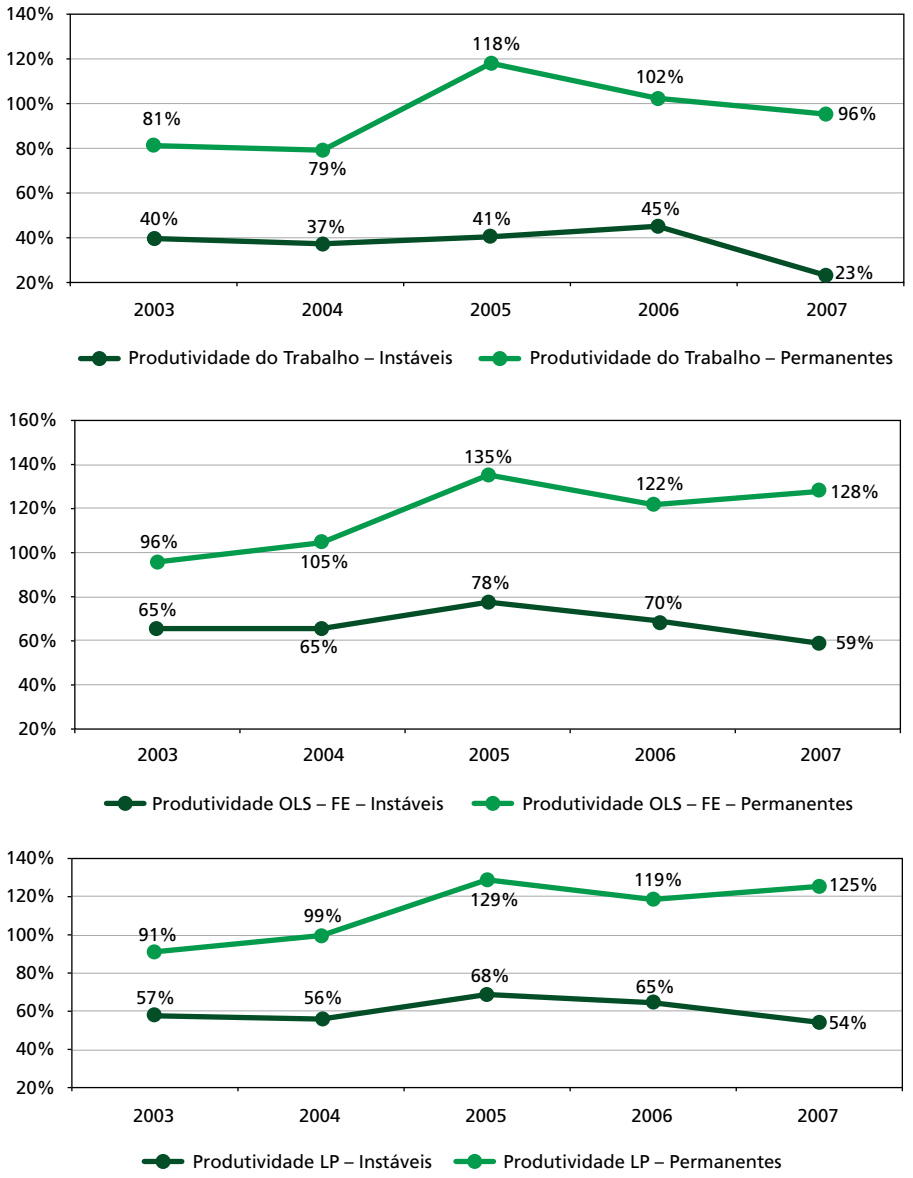
$$\ln P_{it} = \alpha + \beta_1 \exp_{\text{permanente}} + \mathbf{Z_i}\ \beta_2 + \varepsilon_{it}$$
$$\ln P_{it} = \alpha + \beta_1 \exp_{\text{instável}} + \mathbf{Z_i}\ \beta_2 + \varepsilon_{it} \qquad (2)$$

onde a variável *dummy* de estreia foi substituída pelas variáveis com os subscritos permanente e instável, indicado se a firma conseguiu exportar todos os anos (2005, 2006 e 2007) ou não, respectivamente. A categoria base continua sendo as firmas não exportadoras.

O gráfico 3 mostra a trajetória das variáveis de produtividade para as firmas permanentes e instáveis. A primeira observação é que as firmas que conseguem permanecer exportando já se situam em um patamar de produtividade mais elevado que as instáveis mesmo antes de começar a exportar. Além disso, para as firmas permanentes, o nível de produtividade *ex-post* é maior que antes da estreia, o que evidencia o aprendizado de exportação para estas firmas.

Entretanto, o oposto acontece para as que não conseguem seguir exportando. Para estas firmas, a PTF após a estreia se mantém no mesmo patamar de antes, e a produtividade do trabalho cai para um nível até mais baixo que o de antes da estreia. Desta maneira, a desagregação entre permanentes e instáveis sugere que o padrão observado para o total das firmas – presença de efeitos de aprendizado de exportação, com um pico de produtividade no ano da estreia – pode se dever ao desempenho das firmas que estreiam e permanecem no mercado internacional.

GRÁFICO 3
Diferenciais de produtividade: produtividade simples do trabalho, PTF OLS-FE e PTF-LP - estreantes permanentes e instáveis vs. não exportadoras
(Em %, 2003-2007)

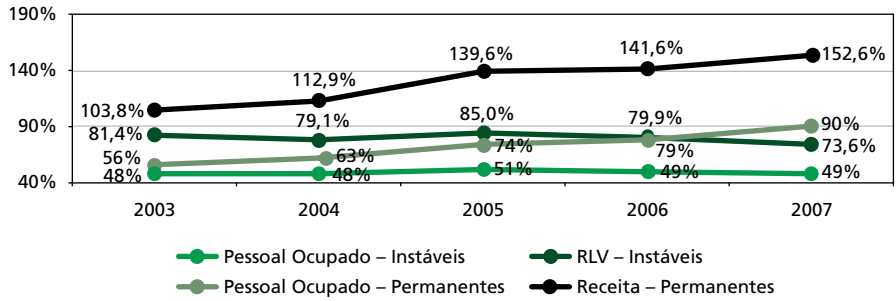


Elaboração do autor, a partir da PIA, Rais e Secex.

O gráfico 4 mostra que ocorre com o tamanho da firma o mesmo padrão da produtividade. As firmas que estreiam e permanecem já eram maiores antes mesmo da estreia; e seguem ganhando receita e empregando mais trabalhadores após a estreia. De modo oposto, as firmas que estrearam e não conseguiram permanecer no mercado internacional experimentam uma queda de receita após a estreia, que termina resultando em uma receita média menor que antes da exportação. O pessoal ocupado continua basicamente o mesmo de antes. Este padrão – queda de receita (que é muito correlacionada com o valor adicionado) e manutenção do nível de emprego – ajuda a explicar a queda de produtividade das firmas instáveis.

Foge ao escopo deste artigo estabelecer a causalidade entre a queda de desempenho da firma e a saída do mercado internacional – em outras palavras, o que seria a causa e consequência –, mas este artigo mostra que existe uma relação entre os dois fenômenos. Gestores de empresas e formuladores de políticas precisam estar atentos ao fato de que estrear no mercado internacional sem o devido preparo para permanecer nele pode levar os indicadores de competitividade da firma a níveis piores que antes da estreia.

GRÁFICO 4
Diferencial de tamanho: pessoal ocupado e RLV - estreantes permanentes e instáveis vs. não exportadoras
(em %, 2003-2007)



Elaboração do autor, a partir da PIA, Rais e Secex.

3.3 O papel dos destinos de exportação

A literatura atenta para a hipótese de os países desenvolvidos serem mercados de destino mais exigentes, logo, induzindo a efeitos de aprendizado de exportação mais intensos (De Loecker, 2007). Podemos testar essa hipótese a partir de uma variação da equação (1):

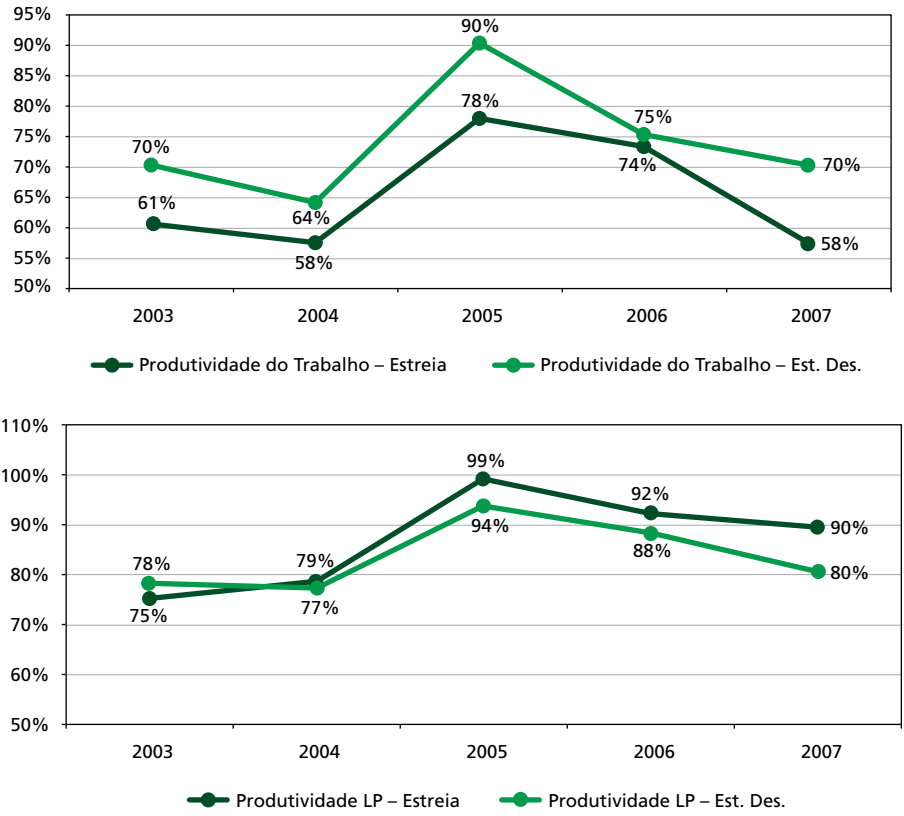
$$\ln P_{it} = \alpha + \beta_1 \exp_{\text{desenvolvidos}} + \mathbf{Z_i}\ \beta_2 + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

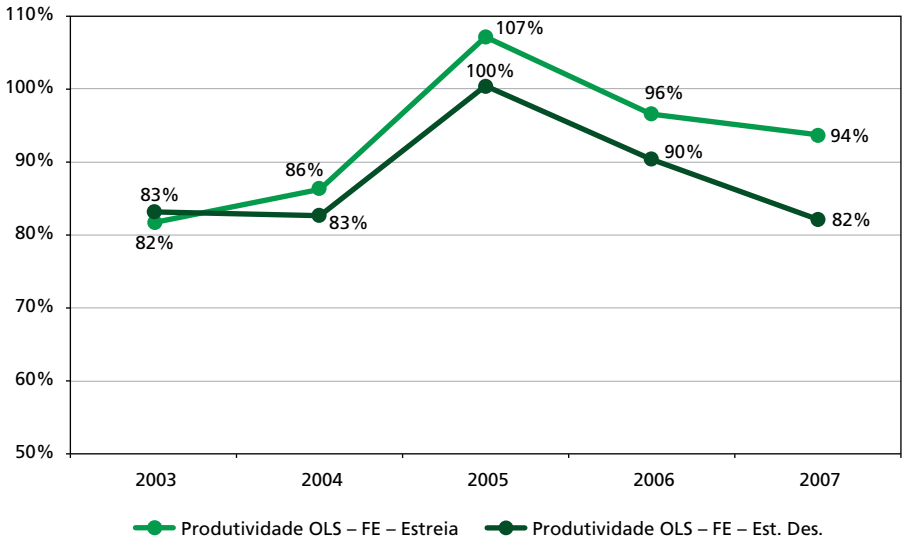
Assim, para saber se a estreia para países desenvolvidos provoca um efeito aprendizado de exportação mais intenso, é preciso saber se o coeficiente referente a $exp_{desenvolvidos}$ é diferente do coeficiente *exp* geral.

O gráfico 5 mostra que os ganhos de produtividade das estreantes para países desenvolvidos são um pouco maiores que os ganhos gerais, mas cabe notar que essa diferença não é grande. Tendo em conta que o desvio padrão do coeficiente $exp_{desenvolvidos}$ se situa em torno de 0,08 (8%) nos modelos, pode-se afirmar que as diferenças observadas não são estatisticamente significantes na maioria dos anos.

Portanto, para as estreantes brasileiras em 2005, o destino de exportação, de modo geral, não foi relevante para determinar o padrão de aprendizado de exportação.

GRÁFICO 5
Produtividade: estreantes para países desenvolvidos vs. estreantes em geral





Elaboração do autor, a partir da PIA, Rais e Secex.

3.4 O papel do tamanho no aprendizado de exportação

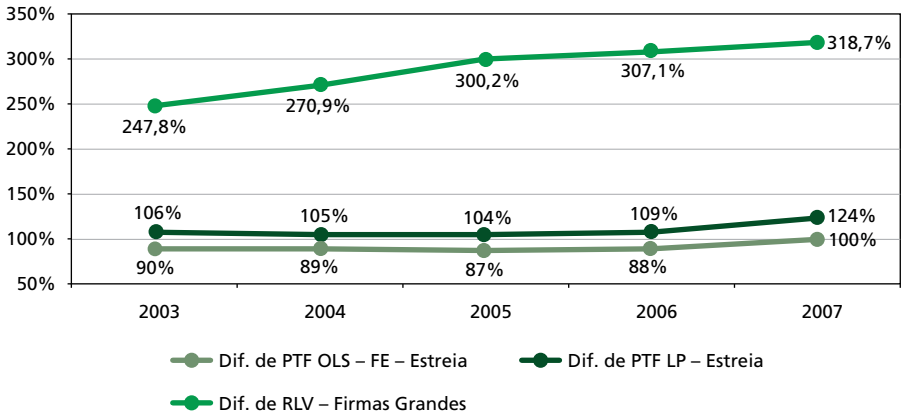
Para compreender o papel do tamanho no aprendizado de exportação, nesta seção são estimadas duas variações de (1). A primeira variação consiste na interação da *dummy* de estreia na exportação com as faixas de tamanho (30-100 empregados e mais de 100 empregados). Formalmente, o modelo a ser estimado é:

$$\ln P_{it} = \alpha + \beta_1 \exp + \beta_{1'} \exp^{*} faixa_PO + \mathbf{Z_i}\ \beta_2 + \varepsilon_{it} \qquad (4)$$

onde *faixa_PO* é uma variável *dummy* que assume valor 1 se a firma tem mais de 100 empregados no ano da estreia, e 0, caso contrário. Entre os controles, foi retirado o tamanho em 2005, e mantidos o tempo de estudo em 2005, setor e UF. O modelo não foi ajustado para a produtividade simples do trabalho, pois nenhum dos coeficientes foi significante. O coeficiente mais interessante a ser interpretado no modelo (4) é o referente à interação *exp*faixa_PO*, que indica o quanto a mais de performance as estreantes com mais de 100 empregados apresentam em relação às firmas de menor porte.

O gráfico 6 indica que, se as estreantes maiores já eram mais produtivas e faturavam mais do que as menores antes da estreia, elas ficaram ainda mais produtivas do que as estreantes de menor porte. Com efeito, o diferencial entre as estreantes maiores e menores tende a crescer ao longo do tempo.

GRÁFICO 6
Diferenciais de PTF e RLV: firmas grandes vs. pequenas
(em %, 2003-2007)



Elaboração do autor, a partir da PIA, Rais e Secex.

A segunda variação de (1) consiste em se estimar uma elasticidade do efeito de exportação com respeito ao tamanho. Esta elasticidade é estimada a partir do modelo

$$\ln P_{it} = \alpha + \beta_1 \exp + \beta_{1'} \exp^* \ln(PO) + \mathbf{Z_i}\ \beta_2 + \varepsilon_{it} \qquad (5)$$

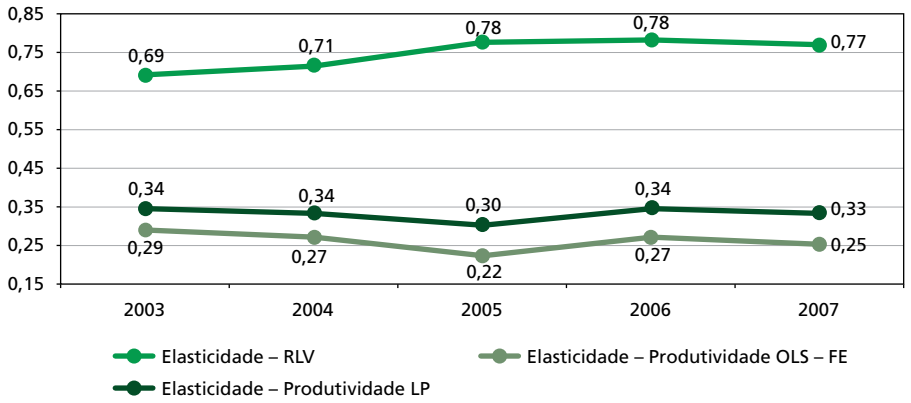
onde o coeficiente referente a $\beta_{1'}$ é uma elasticidade do efeito aprendizado com respeito ao tamanho. Naturalmente, esta estimativa não é possível para o pessoal ocupado. O modelo referente à produtividade simples do trabalho também não apresentou nenhum coeficiente significante após o ano de 2005.

De modo coerente com o gráfico 6, o gráfico 7 mostra que existe uma relação positiva entre tamanho e magnitude do efeito aprendizado. Em termos gerais, quanto maior a empresa, maior o efeito aprendizado que ela experimentará devido à exportação. Por exemplo, 1% do aumento no número de empregados aumenta 0,78% o efeito aprendizado sobre a RLV no ano de estreia.

Ao longo do tempo, as medidas de produtividade apresentam elasticidade relativamente constante e em torno de 0,3. Já a elasticidade do efeito aprendizado da RLV com respeito ao tamanho parece aumentar em torno de 10% após a estreia, saindo de 0,70 para 0,77.

De todo modo, os gráficos 6 e 7 mostram que as firmas maiores são as que apresentam efeitos de aprendizado de exportação mais fortes.

GRÁFICO 7
Elasticidades do efeito aprendizado de exportação com respeito ao pessoal ocupado (2003-2007)



Elaboração do autor, a partir da PIA, Rais e Secex.

3.5 Intensidade tecnológica e aprendizado de exportação

Finalmente, nesta subseção avalia-se a possibilidade de a intensidade tecnológica do setor ao qual a firma pertence afetar o efeito aprendizado. Para isso, é estimada uma variação do modelo (1) expressa da seguinte forma:

$$\ln P_{it} = \alpha + \beta_1 \exp + \beta_{1'} \exp^* Intec2 + \beta_{1''} \exp^* Intec3 + \mathbf{Z_i}\ \beta_2 + \varepsilon_{it} \qquad (6)$$

Assim, o coeficiente referente a *exp* nesta equação se refere à categoria base, a saber, àquelas firmas em setores CNAE classificados como de baixa intensidade tecnológica. Os coeficientes referentes às interações indicam se há algum efeito aprendizado diferenciado dessa categoria base para firmas pertencentes a setores de média e de alta intensidade tecnológica, respectivamente.

A tabela 4 mostra que os prêmios de produtividade do trabalho são crescentes em relação à intensidade tecnológica, ainda que nem sempre significantes. No ano de estreia e no último ano, há evidencia de que os ganhos de produtividade das categorias de maior intensidade tecnológica são maiores que na categoria base.

Por sua vez, no caso da PTF – LP, ocorre o contrário: os prêmios de produtividade das categorias mais intensivas em tecnologia são negativos em relação à categoria base.

Por último com a PTF – FE, a maior parte dos efeitos específicos às categorias de maior intensidade tecnológica não são significantes.

Portanto, a relação entre efeito aprendizado sobre a produtividade e intensidade tecnológica do setor ao qual a firma pertence é inconclusiva.

TABELA 4
Efeitos de aprendizado sobre a produtividade de acordo com a intensidade tecnológica

		Produtividade do trabalho		PTF - LP		PTF - FE	
Ano	Variável	Coeficiente	Significância	Coeficiente	Significância	Coeficiente	Significância
	estreia	0,417	<,0001	0,852	<,0001	0,709	<,0001
2003	estreia*Intec2	0,253	0,1317	-0,303	0,0196	-0,050	0,6871
	estreia*Intec3	0,262	0,1109	-0,853	<,0001	-0,180	0,138
	estreia	0,324	0,0025	0,885	<,0001	0,746	<,0001
2004	estreia*Intec2	0,305	0,0857	-0,313	0,0176	-0,063	0,6165
	estreia*Intec3	0,460	0,0081	-0,906	<,0001	-0,217	0,0779
	estreia	0,572	<,0001	1,016	<,0001	0,875	<,0001
2005	estreia*Intec2	0,087	0,5262	-0,378	0,0051	-0,133	0,3035
	estreia*Intec3	0,173	0,1985	-0,926	<,0001	-0,214	0,0908
	estreia	0,533	<,0001	0,938	<,0001	0,784	<,0001
2006	estreia*Intec2	0,035	0,8235	-0,330	0,0129	-0,096	0,4489
	estreia*Intec3	0,280	0,0648	-0,821	<,0001	-0,126	0,309
	estreia	0,365	0,0001	0,933	<,0001	0,786	<,0001
2007	estreia*Intec2	0,264	0,0943	-0,357	0,0094	-0,110	0,3989
	estreia*Intec3	0,368	0,0173	-0,822	<,0001	-0,104	0,4133

Elaboração do autor, a partir da PIA, Rais e Secex.

Por seu turno, de acordo com a tabela 5, o efeito aprendizado sobre o pessoal ocupado é decrescente de acordo com a intensidade tecnológica, e não parece haver relação significante entre efeito da exportação sobre a receita e intensidade tecnológica, ainda que o sinal dessa relação seja sempre positivo. Isso pode explicar por que o efeito aprendizado sobre a produtividade simples do trabalho parece crescer de acordo com a intensidade tecnológica: a receita não se altera significantemente, enquanto o pessoal ocupado decresce de acordo com a intensidade tecnológica.

Assim, a tabela 5 não autoriza nenhuma conclusão robusta entre efeito aprendizado sobre o tamanho e intensidade tecnológica.

De certa maneira, estes resultados se relacionam com os de Araújo e Salerno (cap. 5), que avaliam mais especificamente a relação entre efeito aprendizado e tecnologia. Naquele artigo, os autores concluíram que, apesar de a inovação influenciar a decisão de estrear no comércio internacional, o efeito aprendizado verificado pelas estreantes não guarda relação com mudanças nas estratégias tecnológicas das firmas em termos de atividades inovativas.

TABELA 5
Efeitos de aprendizado sobre o tamanho de acordo com a intensidade tecnológica

		Pessoal Ocupado		RLV	
Ano	Variável	Coeficiente	Significância	Coeficiente	Significância
2003	estreia	0,602	<,0001	0,757	<,0001
	estreia*Intec2	-0,270	0,002	0,100	0,4791
	estreia*Intec3	-0,293	0,0006	-0,138	0,3183
2004	estreia	0,611	<,0001	0,324	0,0025
	estreia*Intec2	-0,273	0,0017	0,305	0,0857
	estreia*Intec3	-0,243	0,0043	0,460	0,0081
2005	estreia	0,663	<,0001	0,572	<,0001
	estreia*Intec2	-0,294	0,0011	0,087	0,5262
	estreia*Intec3	-0,245	0,0056	0,173	0,1985
2006	estreia	0,875	<,0001	0,533	<,0001
	estreia*Intec2	-0,133	0,0092	0,035	0,8235
	estreia*Intec3	-0,214	0,0008	0,280	0,0648
2007	estreia	0,669	<,0001	0,803	<,0001
	estreia*Intec2	-0,154	0,1237	0,159	0,2855
	estreia*Intec3	-0,178	0,0706	0,053	0,7164

Elaboração do autor, a partir da PIA, Rais e Secex.

4 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES DE POLÍTICA

Este artigo avaliou os efeitos de aprendizado, compreendidos como ganhos de produtividade e tamanho da firma posteriores à sua entrada no mercado internacional, e se eles apresentam alguma relação com o padrão de permanência no mercado internacional, com o destino de exportação, com o tamanho da firma e com a intensidade tecnológica do setor. O período de análise foi 2003-2007, e o ano-base para estreia foi 2005.

Os resultados permitem concluir que:

1) Existe um efeito aprendizado de exportação sobre produtividade e tamanho das empresas estreantes em relação àquelas que não exportam. Este resultado é coerente com a literatura prévia, tanto para o Brasil quanto para os países em desenvolvimento em geral. Entretanto, esta relação positiva para as firmas em geral resulta do efeito aprendizado específico das que estreiam e permanecem no mercado internacional. Com efeito, aquelas que estreiam e desistem da exportação terminam por apresentar queda

de produtividade e tamanho, ficando menores e menos produtivas que antes da exportação. O fato de a empresa estrear na exportação para um país desenvolvido não implica efeito aprendizado diferenciado. O efeito aprendizado guarda relação positiva com o tamanho, isto é, ele tende a ser mais intenso quanto maior for a empresa. A relação entre intensidade tecnológica da firma e efeito aprendizado é inconclusiva.

Estes resultados apresentam importantes implicações para gestores de políticas públicas de apoio à exportação e também para gestores de empresas. Primeiro, é fundamental avaliar com clareza os pré-requisitos para a permanência no mercado internacional após a estreia. Para os gestores privados, isso significa especial atenção às mudanças necessárias no processo produtivo e/ou na estrutura organizacional, gerenciamento da logística e distribuição, e relação com outras empresas da cadeia produtiva. Para os gestores públicos, isso implica uma seleção mais rigorosa das firmas apoiadas pelas políticas de promoção de exportação, bem como um acompanhamento mais próximo das firmas que estreiam.

Segundo, este estudo evidencia o papel da escala da empresa não apenas para a estreia da exportação, mas para o tamanho do efeito aprendizado. As empresas menores, que já apresentam mais dificuldades para estrear na exportação, não conseguem compensar este fato crescendo mais rápido do que as firmas grandes. Como escala é importante para continuar exportando, as firmas pequenas merecem especial atenção.

Terceiro, em oposição a alguns resultados na literatura (por exemplo, De Loecker, 2007), os destinos de exportação não influenciaram no efeito aprendizado das firmas brasileiras. A este respeito, cabe lembrar que a maior parte das firmas industriais brasileiras que estreiam para um país em desenvolvimento estreia para a Argentina, país que, devido às suas dificuldades econômicas, vem impondo restrições comerciais ao Brasil nos últimos anos. Diante disso, pode ser que estrear para a Argentina esteja tão difícil quanto para Estados Unidos, União Europeia e Japão, o que explicaria tal resultado.

Por fim, o resultado de que a intensidade tecnológica não guarda relação com o efeito aprendizado, em conjunto com o resultado de Araújo e Salerno (cap. 5), indica que talvez o Brasil esteja perdendo oportunidades de aprendizado tecnológico propiciadas pelo comércio internacional. Para reverter este quadro, o Brasil deveria buscar intensificar a cooperação para inovação com agentes estrangeiros, inclusive nas chamadas Cadeias Globais de Valor. Naturalmente, esta cooperação será tão mais benéfica quanto mais forte for o Sistema Nacional de Inovação brasileiro.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, B. C. Análise Empírica dos Efeitos *ex-post* das exportações sobre a produtividade, o emprego e a renda das empresas brasileiras. *In*: DE NEGRI, J. *et al.* (Org.). **Tecnologia, exportação e emprego**. Brasília: Ipea, 2006.

ARAÚJO, B. C.; SALERNO, M. S. (2014) Padrões tecnológicos e aprendizado de exportação: o caso brasileiro, 2005-2008. *In*: DE NEGRI, F; CAVALCANTE, L. R. (Org.). **Produtividade no Brasil:** desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2015 (v. 2 - Determinantes).

BERNARD A. B.; JENSEN, B. Exceptional exporter performance: cause, effect or both? **Journal of International Economics**, v. 47, p. 1-25, 1999

DE LOECKER, J. Do export generate higher productivity? Evidence from Slovenia. **Journal of International Economics**, n. 73, p. 69-98, 2007.

KANNEBLEY JR. *et al*. Auto-seleção e aprendizado no comércio exterior das firmas industriais brasileiras. **Revista Economia**, v. 10, p. 715-740, 2009.

LEVINSOHN, J., PETRIN, A. Estimating production functions using inputs to control for unobservables. **Review of Economic Studies**, v. 70, n. 2, p. 317-341, 2003.

WAGNER, J. Exports and productivity: a survey of the evidence from firm-level data. **The World Economy**, v. 30, n. 1, p. 60-82, 2007.

CAPÍTULO 6

O IMPACTO DA ADOÇÃO DE ERP NA PRODUTIVIDADE DAS FIRMAS INDUSTRIAIS NO BRASIL*

Danilo Coelho**
Luis Claudio Kubota***
Calebe de Oliveira Figueiredo****

1 INTRODUÇÃO

Em 1987, Robert Solow cunhou o famoso bordão: "você pode ver a era dos computadores em toda parte exceto nas estatísticas de produtividade"[1] (Solow, 1987). Entretanto, a partir de meados dos anos 1990, os Estados Unidos (EUA), que possuem níveis de investimento em tecnologias da informação e comunicação (TICs) muito superiores aos do Japão e União Europeia, apresentaram crescimento da produtividade total dos fatores mais elevado que o dos demais membros da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) (Motohashi, 2007; EIB, 2011; Pilat; Wölfl, 2004).

Pilat e Wölfl (2004) mostram que o crescimento das produtividades multifator e do trabalho nos EUA se deu principalmente devido aos serviços que utilizam intensamente as TICs, tais como atacado e varejo e setor financeiro. Os autores apontam diversos ganhos potenciais da adoção de TICs pelas empresas: expansão da gama de produtos, personalização de serviços oferecidos, melhor resposta à demanda de clientes, redução de estoques, formação de redes e transbordamento (*spillover effects*), redução de custos de transação.

* A realização deste estudo foi possível graças a cooperação entre o Ipea e o Comitê Gestor da Internet (CGI).
** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). E-mail: danilo.coelho@ipea.gov.br.
*** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). E-mail: luis.kubota@ipea.gov.br.
**** Estatístico E-mail: calebeof@gmail.com.

1. É interessante notar que o texto em referência é uma resenha de livro publicada no *New York Times*.

Enterprise Resource Planning (ERP) é um conjunto de softwares que unificam o gerenciamento da informação de diferentes atividades da firma, tais como contabilidade, controle de pessoal, gerência de suprimentos e estoques, entre outros. Entre os principais fornecedores, podem-se destacar a alemã SAP no cenário internacional e a Totvs no contexto brasileiro.

Com a utilização de ERP, os dados necessários para o controle de uma operação são coletados na transação inicial, armazenados de modo centralizado e atualizados em tempo real. Isto possibilita que o planejamento seja feito com dados uniformes ao longo de toda organização, aprimorando a governança e propiciando condições mais favoráveis de implantação de melhorias e aproveitamento de oportunidades de mercado (Engelstätter, 2009).

O objetivo deste texto é estimar os efeitos da adoção de ERP na produtividade do trabalhador das firmas industriais brasileiras, utilizando procedimentos econométricos que levam em conta a possível presença de endogeneidade no processo de seleção. A seção 2 apresenta os estudos ao nível da firma que investigam a relação entre investimentos em TICs e produtividade. A seção 3 apresenta as principais bases de dados utilizadas. A seção 4 traz a metodologia utilizada. A seção 5 mostra os resultados. A seção 6 reúne as considerações finais do estudo.

2 ESTUDOS QUE ABORDAM O IMPACTO DAS TICS NA PRODUTIVIDADE EM NÍVEL SETORIAL OU DA FIRMA

A influência das TICs em várias etapas do negócio tem sido objeto de inúmeros estudos em todo o mundo. Motohashi (2003) enfatiza que estudos que procuram investigar impacto da TI na produtividade utilizando dados agregados não conseguem captar a diferença entre firmas que fazem bom ou mau gerenciamento dessas tecnologias. Na mesma linha, Biswas e Baptista (2012) ressaltam que vários estudos em nível da firma indicam impactos positivos entre o uso de TICs e a produtividade do trabalho, ao passo em que dados agregados mostram arrefecimento do crescimento desta produtividade, apesar da acumulação de capital TICs na maior parte dos países europeus. Entre os estudos em nível da firma, pode-se citar Basant *et al.* (2006), que apresentam evidências de que investimentos nesse tipo de tecnologia estão associados a ganhos de produtividade no Brasil e na Índia.

Shinjo e Zhang (2004) analisaram a causalidade do investimento em TICs e crescimento da produtividade, e vice-versa (teste de Granger), para setores do Japão e dos Estados Unidos. No primeiro caso, é encontrada forte evidência apenas no sentido do crescimento da produtividade para os investimentos em TICs. No caso estadunidense, são encontradas evidências fortes em ambos os sentidos.

Utilizando dados de investimento em computadores, Atrostic e Nguyen (2005a) encontraram impactos positivos e significativos de redes de computadores

e computadores na produtividade de plantas industriais nos Estados Unidos. Atrostic e Nguyen (2005) encontraram evidências de que atividades *on line* de cadeias de suprimento, tais como controle de ordens e logística, têm impacto positivo e estatisticamente significativo na produtividade, ao passo que processos associados com produção, vendas ou recursos humanos não. Os impactos na produtividade variam de acordo com a idade da firma, com maiores resultados em plantas novas.

Engelstätter (2009) encontrou impactos positivos e complementares da adoção de ERP e software de Supply Chain Management (SCM), para firmas alemãs. O autor não encontrou impactos significativos da adoção de ferramentas de Customer Relationship Management (CRM). Entretanto, o autor faz a ressalva de que não dispunha de instrumentos adequados para controlar possível endogeneidade na decisão de adotar os sistemas.

Greenan, Mairesse e Topiol-Bensaid (2001) não encontram evidências de impactos da tecnologia da informação e pesquisa e desenvolvimento no crescimento da produtividade, em uma série temporal, ao passo que em uma análise *cross section* fortes evidências são encontradas.

Utilizando um painel de 11,5 mil firmas japonesas (7 mil manufatureiras, 4,5 mil de atacado ou varejo) entre 1991 a 2000, Motohashi (2003) encontrou contribuição positiva de estoque de capital de TI para o crescimento do valor agregado.

Bertscheck, Fryges e Kaiser (2006) encontram impacto positivo na produtividade derivado da adoção de comércio eletrônico *business to business* por 1.460 firmas industriais e de serviços da Alemanha. Utilizando a mesma metodologia, Kubota e Milani (2011) encontram resultados semelhantes para firmas comerciais brasileiras que adotam comércio eletrônico. Rincon, Robinson e Vecchi (2005) encontraram impactos positivos tanto de compra quanto da venda pela internet para 3,4 mil firmas de manufatura e serviços britânicas.

Segundo Hitt, Wu e Zhou (2002), a maior parte dos ganhos da adoção de ERP ocorre durante a implementação, ao passo que os ganhos normalmente se exaurem no período pós-implementação. Jones, Kalmi e Kauhannen (2010) estudaram a adoção de ERP em 49 unidades de uma firma de varejo não alimentício da Finlândia, por meio de um painel de 75 meses. Os resultados indicam que as vendas e giro de estoque têm uma queda inicial da ordem de 7%, recuperando-se em seis a doze meses.

De modo mais amplo, o *European Investment Bank* sugere que os impactos de capital TICs na produtividade podem ser maiores que as estatísticas de crescimento indicam, tendo em vista que muitos dos benefícios ocorrem com defasagem. Utilizando um painel não balanceado de 968 firmas norte-americanas, Rincon, Vecchi e Venturini (2012) indicam que transbordamentos no setor têm impacto negativo no

momento do investimento, que se torna positivo após um período de cinco anos. Já os transbordamentos entre setores são importantes no curto e longo prazo.

Alguns estudos, todavia, apontam em direções menos otimistas e eventualmente fazem ressalvas de que o ganho de produtividade ocasionado pelos investimentos em TICs não deve ser dado como certo. Basant *et al.* (2006), por exemplo, afirmam que a estrutura organizacional também afeta sensivelmente o impacto de investimentos em tecnologia na produtividade das firmas.

O ambiente institucional em que a firma está inserida também afeta decisivamente os efeitos de investimentos em TICs na produtividade das firmas. Basant *et al. (Op. cit.)* mapearam os fatores que levaram firmas brasileiras e indianas a investir menos em tecnologia que o desejado. Entre os fatores mais problemáticos que atrapalham firmas brasileiras podem-se citar a disponibilidade de mão de obra com a qualificação necessária para operar computadores, o custo dos serviços de internet e restrições burocráticas (legislação trabalhista e sindicatos).

Nesse sentido, parece natural que a decisão da firma de investir em TICs seja tomada mediante avaliação minuciosa dos fatores limitadores citados anteriormente. Assim, o nível de escolaridade dos trabalhadores, por exemplo, é determinante na decisão da firma de investir em tecnologia. O ambiente institucional – descrito anteriormente – também varia ao longo das regiões do Brasil. Não é, portanto, razoável admitir que a influência dos investimentos em TICs na produtividade das firmas seja exógeno. Em outras palavras, firmas mais produtivas tendem a ter funcionários com maiores níveis educacionais e estarem localizadas em estados (ou municípios) com estrutura institucional mais desenvolvida. Num segundo estágio, essas firmas optariam por investir TICs e, por conseguinte, tornar-se-iam ainda mais produtivas.

Outra linha de raciocínio que corrobora essa hipótese é que o custo de implementar processos mais intensivos tecnologicamente é alto e, assim, arcar com estes seria viável apenas para empresas robustas financeiramente. Espera-se que empresas com este perfil sejam naturalmente mais produtivas. Note que há um ciclo virtuoso de características da empresa e níveis de produtividade se influenciando mutuamente, tornando a abordagem econométrica tradicional pouco recomendável, uma vez que a presença de endogeneidade tende a ser evidente nesse tipo de situação.

3 BASE DE DADOS

A base de dados utilizada neste estudo é fruto da combinação de três fontes, a saber:

- Pesquisa Industrial Anual (PIA) 2010;
- Relação Anual de Informações Sociais (Rais) 2010; e
- TIC Empresas 2010.

A Pesquisa Industrial Anual (PIA) é realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) nas firmas industriais brasileiras. Os dados são coletados por meio de questionários e todas as firmas com trinta ou mais pessoas ocupadas são recenseadas (estrato certo). Firmas com menos de trinta funcionários são amostradas (estrato amostral) de modo a atender os critérios de representatividade definidos pelo IBGE.

A Rais reúne registros administrativos detalhados em nível do empregado, e é coletada pelo Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).

A pesquisa TIC Empresas 2010, conduzida pelo Comitê Gestor da Internet (CGI), é amostral e contempla empresas com pessoal ocupado igual ou superior a dez empregados nas seguintes seções da CNAE 2.0:

- C) Indústria de transformação;
- F) Construção;
- G) Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas;
- H) Transporte, armazenagem e correio;
- I) Alojamento e alimentação;
- J) Informação e comunicação;
- L) Atividades imobiliárias;
- M) Atividades profissionais, científicas e técnicas;
- N) Atividades administrativas e serviços complementares;
- R) Artes, cultura, esporte e recreação; e
- S) Outras atividades de serviços.

O plano amostral da TIC Empresas é mais complexo que o da PIA, no sentido de utilizar amostragem estratificada em vários estágios. O desenho da amostra utilizou estratificação com alocação desproporcional pelas seguintes variáveis: segmento de atividade, regiões do país e porte (10 a 19, 20 a 49, 50 a 99, 100 a 249, 250 a 499 e 500 e mais vínculos ativos). A combinação dessas três variáveis, isto é, por cotas de porte para cada segmento de atividade dentro de cada região do país, resultou em 330 estratos (5 regiões X 6 portes X 11 segmentos).[2]

A base de dados consolidada é composta por empresas que aparecem tanto na TIC Empresas quanto na Rais e na PIA, uma vez que serão necessárias informações dessas várias fontes. Sendo assim, 498 empresas estão presentes nas três bases (sem

2 A descrição do plano amostral detalhado pode ser acessada no sítio <http://www.cetic.br/empresas/2010/metod-amostra.htm>. Acesso em: 25 nov. 2013.

a expansão amostral) e, portanto, foram incluídas na análise. A tabela 1 apresenta estatísticas descritivas básicas para o entendimento do perfil das firmas industriais presentes na amostra da TIC Empresas 2010:

TABELA 1
Estatísticas descritivas de todas as firmas industriais da pesquisa TIC Empresas 2010

Variável	Média	Desvio padrão
Produtividade[3] (VTI em R$/empregado)	53.403	640.594
Estoque de Capital (R$)	101.647.691	6.175.525.727
Pessoal ocupado (número de empregados)	91,53	1.349
Tempo de estudo (em anos)	9,3	15,95

Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA 2010 (IBGE), Rais 2010 (MTE) e TIC Empresas 2010 (CGI).

Tais estatísticas descritivas, apesar de interessantes, indicam apenas que as características das firmas apresentam grande variabilidade (o coeficiente de variação do estoque de capital, por exemplo, é da ordem de 60). Neste caso, avaliar as empresas de forma agregada não parece ser muito informativo. Assim, a tabela 2 reproduz as estatísticas descritivas nos moldes da tabela 1, com o diferencial da desagregação entre empresas que adotaram ou não ERP:

TABELA 2
Estatísticas descritivas das empresas agrupadas pela adoção de ERP

	Não adotou ERP (N=224)		Adotou ERP (N=395)	
	Média	Desvio Padrão	Média	Desvio padrão
Produtividade (VTI em R$/empregado)	34.252,31	538.526,85	80.430,31	654.704,69
Estoque de Capital (R$)	11.043.909	460.734.332	177.531.667	7.485.412.657
Pessoal ocupado (número de empregados)	48,78	972,20	149,93	1.439,66
Tempo de estudo (em anos)	9,16	22,77	9,52	10,13

Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA 2010 (IBGE), Rais 2010 (MTE) e TIC Empresas 2010 (CGI).

As diferenças entre as empresas que adotam ou não ERP são bastante acentuadas. A produtividade do trabalho das empresas que adotam ERP é mais de duas vezes maior que a produtividade de suas contrapartes. O estoque de capital médio, por sua vez, é dezesseis vezes maior, na média, nas empresas que adotam ERP. Por fim, é evidente pela tabela 2 que as firmas que adotam ERP são muito maiores. Deve-se ressalvar que a variabilidade é bastante acentuada, uma vez que os coeficientes de variação são muito grandes. De todo modo, é evidente que as

3. Obtida pela razão entre Valor da Transformação Industrial e Pessoal Ocupado Total.

empresas que optam por adotar uma ferramenta de ERP são diferentes – maiores, mais produtivas e menos vulneráveis economicamente – das que não o fazem.

A avaliação meramente descritiva, todavia, tem limitações que impedem o estabelecimento de causa e efeito. Com o intuito de contornar esse problema, será adotada uma abordagem econométrica que viabilize a compreensão dos efeitos de ERP na produtividade do trabalho. A seção seguinte trata deste tema.

4 METODOLOGIA

Uma característica dos modelos convencionais baseados no valor esperado condicional é que os parâmetros são estáveis ao longo de toda a amostra. Em algumas situações, todavia, é mais indicado permitir que os parâmetros sejam diferentes ao longo dos quantis, levando em consideração uma possível heterogeneidade no efeito marginal das variáveis explicativas (Cameron; Travedi, 2009).

O procedimento sugerido por Koenker e Basset (1978) consiste em estimar os parâmetros referentes às variáveis explicativas condicionados a quantis. Neste caso, em vez de estimar um vetor de parâmetros β, estima-se β_q referente ao quantil de ordem q. A adaptação básica no processo de estimação é utilizar a perda absoluta assimétrica, em vez da perda quadrática (típica de modelos de mínimos quadrados), na estimação de parâmetros. Para mais detalhes, Cameron e Travedi (*Op. cit.*) apresentam uma abordagem didática e Koenker e Basset (*Op. cit.*) e Koenker e Hallock (2001) uma exposição mais profunda das particularidades da regressão quantílica.

Em linhas gerais, estimar o efeito da adoção de ERP via regressão quantílica permite que o efeito seja heterogêneo ao longo de diferentes níveis de produtividade do trabalho. Essa característica confere uma vantagem enorme em relação aos métodos de média condicional porque seria evitado, em tese, o problema apontado por Dewan e Kraemer (2000) de que os efeitos dos investimentos em TICs só seriam significativos depois que investimentos não TICs (máquinas, equipamentos, edificações etc.) alcançassem certo nível de maturidade. Hipoteticamente, ao estimar o efeito de ERP em empresas com semelhantes níveis de produtividade do trabalho (e, portanto, em quantis próximos) estaríamos, de certa forma, controlando para a maturidade dos investimentos não TIC.

Apesar de a regressão quantílica ser robusta à heterogeneidade ao longo da amostra, o problema da endogeneidade na adoção de ERP ainda persiste. Basicamente, a decisão da firma de implementar um software de ERP está estreitamente vinculada a características da firma que influenciam sua produtividade, por exemplo: disponibilidade de recursos (financeiros e humanos), capacidade gerencial, posicionamento de mercado, entre outros. Neste caso, pode não ser razoável utilizar um modelo que assuma que a decisão de adotar um software de

ERP seja aleatória e, portanto, é interessante lançar mão de um procedimento que corrija o viés de seleção.

De modo a estimar os efeitos da implementação de ERP de forma consistente para a autosseleção, será utilizado o procedimento de Heckman em dois estágios (Heckman, 1979). O procedimento consiste em estimar um modelo probabilístico para a decisão de adotar o software de ERP. No segundo estágio, regride-se o logaritmo da produtividade, por intermédio de regressão quantílica, em respeito a uma variável indicadora de adoção de ERP, variáveis de controle e um termo de correção da seleção construído a partir dos parâmetros do modelo do primeiro estágio seguindo abordagem proposta em Buchinsky (1998 e 2001). Coelho *et al.* (2010) seguem arcabouço econométrico semelhante no contexto de retornos de educação e diferenças raciais.

4.1 Detalhes do método de estimação: BUCHINSKY (1998 e 2001)

Uma das hipóteses principais é que as empresas adotam o *ERP* se acharem que o benefício líquido da implantação é positivo. Seja BL_i o benefício líquido da implantação de ERP na empresa *i*. A variável BL_i não é observável na base de dados, somente é observável se a empresa adotou ou não ERP. Seja ERP_i uma variável indicadora, tal que $ERP_i=1$ indica implantação e $ERP_i=0$ a não implantação.

$$BL_i = H_i \cdot \gamma + u_i$$

$$ERP_i = \begin{cases} 1 \quad se \quad BL_i > 0 \\ 0 \quad se \quad BL_i \leq 0 \end{cases}$$

em que H_i é um vetor de variáveis explicativas: estoque de capital (log), pessoal ocupado (log), escolaridade (anos de estudo), idade da firma, idade média dos trabalhadores, proporção de usuários com acesso à internet, variável indicadora se a empresa possui sistema de detecção de intrusos, intensidade tecnológica da firma (OCDE) e região.

A variável de dependente é o logaritmo natural da produtividade do trabalho Log(Prod) (valor da transformação industrial divido pelo número de empregados):

$$Log(prod_i) = X_i \cdot \beta + \delta ERP_i + e_i$$

em que X_i é o vetor de variáveis explicativas: estoque de capital (log), pessoal ocupado (log), escolaridade (anos de estudo), idade da firma, idade média dos trabalhadores, proporção de usuários com acesso à Internet, intensidade tecnológica da firma (OCDE) e região.

$$E[Log(prod_i) \mid ERP_i = 1] = X_i \cdot \beta + \delta + E[e_i \mid u_i > -H_i\gamma]$$
$$E[Log(prod_i) \mid ERP_i = 0] = X_i \cdot \beta + E[e_i \mid u_i \leq -H_i\gamma]$$

Note que a matriz de variáveis explicativas H difere da matriz X pela presença da variável binária que indica se empresa possui alguma ferramenta TI de sistema de detecção de intrusos. Perceba que a presença dessa tecnologia não afeta diretamente a produtividade do trabalho, mas indica um grau de maturidade organizacional em relação a TICs que está positivamente relacionado à adoção de um software ERP (efeito positivo e significativo no modelo de seleção).

Supondo (u_i,e_i)~Normal Bivariada $[0,0,1,\sigma_e, \rho]$, então nós temos que:

$$E[Log(prod_i) \mid X_i, ERP_i] = \begin{cases} X_i \cdot \beta + \delta + \rho\sigma_e \dfrac{\varphi(H_i \cdot \gamma)}{\Phi(\gamma' h_i)} & se \quad ERP_i = 1 \\ X_i \cdot \beta + \rho\sigma_e \left[\dfrac{-\varphi(H_i \cdot \gamma)}{1 - \Phi(H_i \cdot \gamma)}\right] & se \quad ERP_i = 0 \end{cases}$$

onde $\varphi(H_i \cdot \gamma)$ é a função densidade de probabilidade normal padrão avaliada no ponto $H_i \cdot \gamma$. Analogamente, $\Phi(H_i \cdot \gamma)$ é a função de densidade acumulada da normal padrão avaliada no referido ponto.

No primeiro estágio, estima-se o parâmetro γ por intermédio de um modelo probit:

$P\ (ERP = 1) = \Phi\ (H'\gamma)$
$P\ (ERP = 0) = 1 - \Phi\ (H'\gamma)$

No segundo estágio, estima-se δ por intermédio de uma regressão de mínimos quadros do modelo a seguir.

$$Log(Prod_i) = X_i \cdot \beta + \delta ERP_i + \beta_\lambda \hat{\lambda}_i + v_i$$

$$\hat{\lambda}_i = \begin{cases} \dfrac{\varphi(H_i \cdot \hat{\gamma})}{\Phi(H_i \cdot \hat{\gamma})} & se \quad ERP_i = 1 \\ \dfrac{-\varphi(H_i \cdot \hat{\gamma})}{1-\Phi(H_i \cdot \hat{\gamma})} & se \quad ERP_i = 0 \end{cases}$$

No caso dos quantis condicionais, a forma funcional $Quant_q[e_i \mid u_i > -H_i\gamma]$ e $Quant_q[e_i \mid u_i \leq -H_i\gamma]$ não é conhecida, mesmo supondo que a distribuição de (u_i, e_i) seja Normal Bivariada $[0,0,1,\sigma_e, \rho]$:

$$Quant_q[Log(prod_i) \mid ERP_i = 1] = X_i \cdot \beta_q + \delta_\tau + Quant_q[e_i \mid u_i > -H_i\gamma]$$

$$Quant_q[Log(prod_i) \mid ERP_i = 0] = X_i \cdot \beta_q + Quant_q[e_i \mid u_i \leq -H_i\gamma]$$

No segundo estágio, como a correção de autosseleção em modelos quantílicos envolve uma função de forma desconhecida, utilizar um polinômio quadrático de $\boldsymbol{\lambda}$, sob a hipótese ele seja uma boa aproximação para $Quant_q[e_i \mid u_i > -H_i\gamma]$ e $Quant_q[e_i \mid u_i \leq -H_i\gamma]$:

$$Log(Prod_i) = X_i \cdot \beta_q + \delta_q ERP_i + \beta_{\lambda 1 q}\hat{\lambda}_i + \beta_{\lambda 2 q}(\hat{\lambda}_i)^2 + v_i$$

4.2 Descrição das variáveis

O quadro a seguir descreve as variáveis utilizadas no modelo econométrico.

QUADRO 1
Descrição das variáveis utilizadas no modelo

Variável	Descrição/Fonte
Estoque de capital (log)	Inventário perpétuo calculado a partir da PIA 2010
Pessoal ocupado (log)	Calculada a partir da PIA 2010
ERP	Indicadora de existência de ERP, a partir da TIC Empresas 2010
Escolaridade (anos de estudo)	Calculada a partir da Rais 2010
Idade da firma	Calculada a partir da *proxy* do tempo de casa do empregado mais antigo, a partir da Rais 2010
Idade média dos trabalhadores	Calculada a partir da Rais 2010
Proporção de usuários com acesso à internet	Calculada a partir da TIC Empresas 2010
Sistema de detecção de intrusos	Indicadora de existência de sistema de detecção de intrusos, a partir da TIC Empresas 2010

(Continua)

(Continuação)

Variável	Descrição/Fonte
Intensidade tecnológica da firma (OCDE)	Indicadora de média-alta ou alta intensidade tecnológica da firma a partir da CNAE, de acordo com a classificação da OCDE: extrativa, baixa, média-baixa, média-alta, alta,[1] computada a partir da PIA 2010
Região Norte	Indicadora de firmas da região Norte, computada a partir da PIA 2010
Região Nordeste	Indicadora de firmas da região Nordeste, computada a partir da PIA 2010
Região Sudeste	Indicadora de firmas da região Sudeste, computada a partir da PIA 2010
Região Centro-Oeste	Indicadora de firmas da região Centro-Oeste, computada a partir da PIA 2010
Rede com fio – Ethernet	Indicadora de existência de rede com fio, TIC Empresas 2010

Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA 2010 (IBGE), Rais 2010 (MTE) e TIC Empresas 2010 (CGI).
Nota: 1. Como o número de observações não é muito elevado, o controle por CNAE consumiria muitos graus de liberdade.

5 RESULTADOS

Conforme abordado no capítulo anterior, a avaliação foi realizada em dois estágios, sendo o primeiro um modelo probit na variável *ERP* (*ERP=1*, se adotou software *ERP,* e 0, caso contrário). As estimativas desse primeiro estágio estão apresentadas na tabela 3.

TABELA 3
Modelo probabilístico do primeiro estágio

Variável	Estimativa	Erro-Padrão
Intercepto	-1,8158	0,1310
Estoque de capital (log)	0,0908	0,0059
Pessoal ocupado (log)	0,1398	0,0114
Escolaridade (anos de estudo)	0,0631	0,0062
Idade da firma	0,0178	0,0008
Idade média dos trabalhadores	-0,0371	0,0028
Proporção de usuários com acesso à internet	0,0063	0,0017
Sistema de detecção de intrusos	0,1867	0,0191
Intensidade tecnológica da firma (OCDE)	-0,2462	0,0217
Região Norte	-0,2477	0,0475
Região Nordeste	-0,4045	0,0334
Região Sudeste	-0,1582	0,0223
Região Centro-Oeste	-0,4050	0,0427
Rede com fio – Ethernet	0,5860	0,0207

Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA 2010 (IBGE), Rais 2010 (MTE) e TIC Empresas 2010 (CGI).
Obs: Todas as variáveis foram significativas a 1%.

Há dois resultados não esperados. O primeiro é que as firmas de média-alta e alta intensidade tecnológica, de acordo com a definição da OCDE, são menos propensas a adotar ERP. O segundo é que as firmas da região Sudeste são menos propensas a adotar ERP, em relação às da região Sul.

Após computar os valores preditos da probabilidade de utilizar ERP, é relativamente trivial estimamos o termo de correção seguindo o procedimento descrito na seção 3.2.

A tabela 4 apresenta as estimativas do modelo de mínimos quadrados ordinários do segundo estágio com e sem correção de Heckman. Como pode ser verificado na tabela, com ou sem correção Heckman, o efeito médio da adoção ERP sobre a produtividade das empresas não é significativo ao nível 5% de significância.

TABELA 4
Segundo Estágio: efeito Médio com correção do viés de seleção (Heckman)

Variáveis	MQO sem correção		MQO com correção	
	Coeficientes	EP	Coeficientes	EP
Intercepto	7,46*	0,44	7,39*	0,99
Estoque de capital (log)	0,20*	0,02	0,20*	0,03
Pessoal ocupado (log)	-0,12*	0,04	-0,11	0,056
ERP	0,08	0,07	0,13	0,712
Escolaridade (anos de estudo)	0,06*	0,02	0,06*	0,031
Idade da firma	0,01*	0,01	0,01	0,01
Idade média dos trabalhadores	-0,01	0,01	-0,01	0,01
Intensidade tecnológica da firma (OCDE)	0,04	0,07	0,04	0,1
Proporção de usuários com acesso à Internet	0,01	0,01	0,01	0,01
Região Norte	0,13	0,16	0,13	0,18
Região Nordeste	-0,19	0,11	-0,19	0,16
Região Sudeste	0,1	0,07	0,1	0,09
Região Centro-Oeste	-0,41*	0,15	-0,42	0,18
Rede com fio – Ethernet	0,19*	0,07	0,23*	0,19
λ			0,03	0,42

Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA 2010 (IBGE), Rais 2010 (MTE) e TIC Empresas 2010 (CGI).
Nota: *Significativos a 1%.

Conforme detalhado na seção 4.1, o efeito da adoção de ERP pode variar ao longo da distribuição de produtividade das empresas e, assim, faz-se necessária uma análise conjunta de vários quantis com o objetivo de identificar diferenças nos resultados. Nesse contexto, a tabela 5, a seguir, apresenta os valores estimados do segundo estágio do modelo por intermédio de regressão quantílica.

TABELA 5
Segundo estágio: efeito quantílico com correção do viés de seleção (Buchinsky)

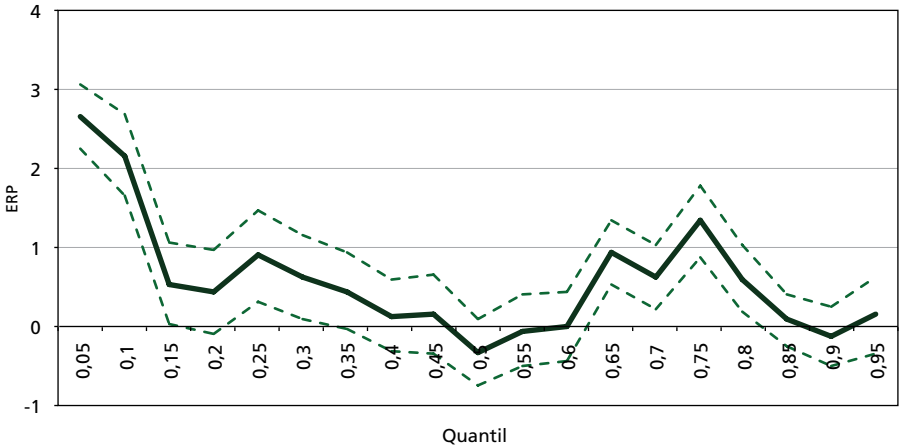
Variáveis	Regressão quantílica (sem correção de viés de seleção)			Regressão quantílica (com correção de viés de seleção)		
	Q25	Q50	Q75	Q25	Q50	Q75
Intercepto	8,64*	6,65*	6,46*	7,75*	6,95*	4,41*
Estoque de capital (log)	0,20*	0,27*	0,34*	0,22*	0,26*	0,37*
Pessoal ocupado (log)	-0,19*	-0,22*	-0,31*	-0,17*	-0,22*	-0,20*
ERP	0,22*	-0,08*	-0,07*	0,90*	-0,33	1,33*
Escolaridade (anos de estudo)	-0,01	0,07*	0,07*	0,01	0,07*	0,13*
Idade da firma	0,02*	0,01*	0,01*	0,02*	0,01*	0,02*
Idade média dos trabalhadores	-0,04*	-0,004	-0,01*	-0,05*	-0,00	-0,02*
Intensidade tecnológica da firma (OCDE)	0,24*	0,07*	0,13*	0,15*	0,09*	-0,06
Proporção de usuários com acesso à Internet	0,016*	0,01*	0,03*	0,02*	0,01*	0,03*
Região Norte	-0,13	-0,05	0,11	-0,19	-0,04	-0,06
Região Nordeste	-0,50*	-0,34*	-0,12*	-0,51*	-0,32*	-0,29*
Região Sudeste	0,07*	0,06*	-0,04	0,04	0,10*	-0,15*
Região Centro-Oeste	-0,47*	-0,57*	-0,51*	-0,64*	-0,52*	-0,70*
Rede com fio – Ethernet	0,23*	0,16*	0,23*	0,39*	0,11*	0,61*
λ				0,40*	-0,14	0,86*
λ^2				0,04*	-0,00	0,05*

Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA 2010 (IBGE), Rais 2010 (MTE) e TIC Empresas 2010 (CGI).
Nota: *- Significativos a 1%.

Note que o efeito de adotar o ERP é positivo e significativo no quantil de 0,10 e vai decaindo até deixar de ser significativo em torno da mediana (quantil de 0,5) e volta a ser significativo em torno do terceiro quartil, para terminar não significativo nos 10% de empresas mais produtivas. O gráfico 1 mostra que é possível atribuir impacto positivo e significativo, de forma inequívoca, apenas em empresas de baixa produtividade (20% menos produtivas).

GRÁFICO1

Impacto da adoção de ERP ($\hat{\beta}_{ERP}$) na produtividade do trabalho nas empresas industriais



Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA 2010 (IBGE), Rais 2010 (MTE) e TIC Empresas 2010 (CGI).

Veja, também por meio do gráfico 1, que a partir do percentil de 20% – exceto o intervalo compreendido aproximadamente entre os percentis de 60% e 80% – o intervalo de confiança (área sombreada) contém o valor zero. Uma possível explicação para essa característica é que as firmas com baixa produtividade do trabalho estejam operando com um nível insuficiente de capital físico e adotar um software de ERP está diretamente associado a investimentos em computadores. Além disso, empresas que adotam ERP tipicamente submetem seus funcionários a treinamentos que, em certa medida, aumentam a proficiência desses em equipamentos de alta tecnologia, aumentando, assim, a produtividade do trabalho deles.

Quanto às empresas com produtividade mais alta, um dos possíveis fatores a explicar o impacto irrelevante de ERP na produtividade pode ser a menor adoção das firmas de média-alta e alta tecnologia, em relação às demais. Outra possível explicação é um problema de mensuração, não do processo gerador de dados em si. Especificamente, adotar ERP demanda uma reestruturação de diversos setores da empresa e seus resultados podem não surtir efeito imediatamente. Nesse caso, uma análise em painel com defasagens temporais da variável indicadora de ERP seria mais adequada. A pesquisa TIC Empresas, entretanto, não é censitária, o que complica muito a implementação econométrica. Em outras palavras, empresas diferentes podem representar o mesmo estrato em anos diferentes e não seria possível estimar efeitos individuais dessas empresas. Além disso, o peso amostral seria diferente em cada ano, dificultando o processo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo é mais um a contribuir no esforço de se avaliar o impacto do investimento em TICs na produtividade das firmas. A partir dos resultados, não foi possível constatar que a adoção do ERP tenha um impacto positivo generalizado nas firmas industriais brasileiras. O efeito da adoção de ERP sobre a produtividade das empresas é bastante heterogêneo ao longo da distribuição de produtividade e o efeito médio é não significativo. Ele é positivo e significativo até o primeiro decil e vai decaindo até deixar de ser significativo em torno da mediana e volta a ser significativo em torno do terceiro quartil, para terminar não significativo a partir do percentil 90%.

Um aspecto a se ressaltar é que no presente trabalho não há distinção entre capital tradicional e capital TICs, por indisponibilidade de dados. Em comparação com o trabalho de Engelstätter (2009), o presente texto tem a desvantagem de não ter controlado os possíveis impactos da adoção de SCM e CRM. Por sua vez, o presente artigo realizou controle por possível endogeneidade, ao contrário do primeiro. No melhor cenário possível, deve-se controlar a endogeneidade e a adoção de diferentes softwares ao longo do tempo, mas isso requer a disponibilidade de uma riqueza de dados que, pela literatura disponível, ainda não foi possível realizar.

REFERÊNCIAS

ATROSTIC, B. K.; NGUYEN, S. V. IT and productivity in U.S manufacturing: do computer networks matter? **Economic Inquiry**, v. 43, n. 3, p. 493-506, jul. 2005.

BASANT, R. *et al*. **ICT adoption and productivity in developing countries: new firm level evidence from Brazil and India**: IZA DP. Bonn: The Institute for the Study of Labor (IZA), 2006.

BERTSCHEK, I.; FRYGES, H.; KAISER, U. B2B or not to be: does B2B e--commerce increase labour productivity? **International Journal of the Economics of Business**, v. 13, n. 3, p. 387-405, nov. 2006.

BISWAS, P. K.; BAPTISTA, A. M. Growth of ICT capital and deceleration of labour productivity in the EU countries: the missing links. **Computer and Information Science**, v. 5, n. 5, p. 55-68, 2012.

BUCHINSKY, M. The dynamics of changes in the female wage distribution in the USA: a quantile regression approach. **Journal of Applied Econometrics**, n. 13, p. 1-30, 1998.

_____. Quantile regression with sample selection: estimating women's return to education in the U.S. **Empirical Economics**, n. 26, p. 87-113, 2001.

CAMERON, A. C.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics using Stata**. College Station: Stata Press, 2009.

EIB – EUROPEAN INVESTIMENT BANK. **Productivity and growth in Europe ICT and the e-economy**: EIB Papers. Luxembourg: European Investment Bank, 2011.

ENGELSTÄTTER, B. **Enterprise systems and labour productivity**: disentangling combination effects. Aalborg: DRUID, 2009.

GREENAN, N.; MAIRESSE, J.; TOPIOL-BENSAID, A. **Information technology and research and development impacts on productivity and skills**: looking for correlations on French firm level data. Cambridge: NBER, jan. 2001.

HITT, L. M.; WU, D. J.; ZHOU, X. Investment in enterprise resource planning: business impact and productivity measures. **Journal of Management Information Systems**, v. 19, n. 1, p. 71-98, 2002.

JONES, D. C.; KALMI, P.; KAUHANNEN, A. **Firm and employee effects of an enterprise information system**: micro-econometric evidence. Ann Arbor: University of Michigan, jun. 2010.

KOENKER, R.; BASSET, G. Regression quantiles. **Econometrica**, v. 46, n. 1, p. 33-50, 1978.

KOENKER, R.; HALLOCK, K. F. Quantile regression. **Journal of Economic Perspectives**, v. 15, n. 4, p. 143-156, 2001.

KUBOTA, L. C.; MILANI, D. N. **Os efeitos do e-commerce na produtividade das firmas comerciais no Brasil**. Brasilia: Ipea, mar. 2011.

MOTOHASHI, K. **Firm level analysis of information network use and productivity in Japan**. Tokyo: RIETI, set. 2003.

MOTOHASHI, K. **A comparative analysis of Japanese, U.S., and Korean firms on IT and management**. Tokyo: RIETI, 2007.

PILAT, D.; WÖLFL, A. ICT production and ICT use: what role in aggregate productivity growth? In: OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **The Economic Impact of ICT**: measurement, evidence and implications. Paris: OCDE, 2004.

RINCON, A.; ROBINSON, C.; VECCHI, M. **The productivity impact of e-commerce in the UK, 2001**: evidence from microdata. London: The National Institute of Economic and Social Research, maio 2005.

RINCON, A.; VECCHI, M.; VENTURINI, F. **ICT spillovers, absorptive capacity and productivity performance**. Perugia: Università di Perugia, ago. 2012.

SOLOW, R. M. **We'd better watch outNew York Times**. jul. 1987. Disponível em: <http://www.standupeconomist.com/pdf/misc/solow-computer-productivity.pdf>

CAPÍTULO 7

IMPACTO DOS INVESTIMENTOS SOBRE A PRODUTIVIDADE DAS FIRMAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS

Alexandre Messa*

1 INTRODUÇÃO

Parte da literatura de crescimento econômico assume que a adoção de novas tecnologias ocorre por meio de novas gerações de máquinas e equipamentos (M&E). Esta linha, que remete a Solow (1962), parte da distinção entre progresso técnico incorporado e desincorporado. O primeiro se referiria a inovações tecnológicas que são introduzidas no processo produtivo de forma incorporada nas novas gerações de M&E. Por sua vez, o progresso técnico desincorporado seria todo aquele que não depende da introdução de novos bens de capital e afeta igualmente as máquinas velhas e novas.

Com isso, o crescimento da produtividade poderia ocorrer de duas formas: por meio do progresso técnico incorporado, ou daquele desincorporado. Tal raciocínio leva então à conclusão de que deveria haver uma relação positiva entre aquisições de M&E por parte das firmas, e suas respectivas produtividades. Porém, os estudos empíricos no nível da firma não corroboram essa expectativa. Por um lado, Hugget e Ospina (2001) e Sakellaris (2004) encontram um efeito negativo dos picos de investimento sobre a produtividade total dos fatores (PTF) das firmas. Por outro, Power (1998) e Nilsen, Raknerud, Rybalka e Skjerpen (2009) encontram efeitos de pequena magnitude sobre a produtividade do trabalho.

Algumas possíveis explicações para esse aparente paradoxo podem ser apontadas. A explicação talvez mais imediata vem do modelo de *learning-by-doing* de Jovanovic e Nvarko (1996). Sob tal arcabouço, a produtividade da firma tenderia a crescer conforme ela adquirisse conhecimento, por meio do próprio processo produtivo, a respeito da tecnologia adotada. A partir deste ponto de vista, a produtividade da firma imediatamente após a adoção de novas tecnologias poderia de fato ser menor do que sob a tecnologia antiga. Porém, conforme a firma aprendesse a respeito da nova tecnologia, sua produtividade tenderia a crescer, podendo eventualmente alcançar ou ultrapassar seu nível de produtividade sob a tecnologia antiga.

* Técnico de Planejamento e Pesquisa da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura – Diset/Ipea.

Uma segunda possível explicação parte da percepção de que, frequentemente, o objetivo da firma ao realizar investimentos não é propriamente o crescimento da produtividade. Dois diferentes arcabouços teóricos costumam explorar essa ideia. Por outro lado, na literatura de organização industrial, modelos como os de Spence (1979) e Dixit (1980) exploram a ideia de que as firmas podem incorrer em um sobreinvestimento como uma estratégia para deter a entrada de novos concorrentes. Por seu turno, a literatura de finanças corporativas costuma introduzir a separação entre propriedade e controle da firma, dissociando as figuras do acionista da firma (seu proprietário) da de seu administrador (que detém o controle das decisões da firma). Com isso, os investimentos da firma não seriam realizados visando a maximização do valor da firma, mas sim a maximização da utilidade do administrador. Por exemplo, nos modelos de construção de império, a firma poderia incorrer em sobreinvestimento e crescimento excessivo visando benefícios (como *status* pessoal) a seu administrador – vide Jensen (1986) e Zwiebel (1996).

A partir desse ponto de vista, o presente trabalho tem o objetivo de investigar o impacto do investimento sobre a produtividade no nível da firma. Com esse intuito, parte-se da metodologia desenvolvida em Power (1998), que se baseia na ideia de que a existência de custos fixos e afundados no processo produtivo faz com que não seja lucrativo para a firma o investimento imediato em cada nova tecnologia. Como consequência, a trajetória dos investimentos da firma apresentaria um comportamento intermitente, levando à ocorrência de eventuais picos em determinados anos, representando a adoção de novas tecnologias.[1] A estratégia empírica desenvolvida consiste, então, em dois passos: primeiro, a identificação de tais picos na série de investimentos da firma; segundo, a investigação da trajetória da produtividade em resposta àqueles picos.

Este trabalho investiga o impacto desses picos de investimento tanto sobre a PTF, quanto sobre a produtividade do trabalho. Com relação à primeira, os resultados observados parecem corroborar a hipótese de *learning-by-doing*: nota-se uma queda imediata na PTF, seguida de uma convergência gradual a níveis anteriores. Já com relação à produtividade do trabalho, observa-se o inverso: um aumento imediato, seguido de uma queda gradual.

Para compreender melhor esses resultados, o presente trabalho também investiga os efeitos dos picos de investimento sobre os componentes da produtividade, ou seja, sobre o produto da firma e sua demanda por fatores de produção. Com isso, observa-se um efeito imediato positivo sobre o produto da firma, seu pessoal ocupado, e as intensidades de capital e de utilização de insumos intermediários. Dessa forma, mostra-se que o efeito positivo dos picos de investimento

1. Esta ideia é baseada em modelos de progresso técnico incorporado com a existência de custos fixos e afundados no processo produtivo, tais como os de Chari e Hopenhayn (1991) ou Cooper, Haltiwanger e Power (1999).

sobre a produtividade do trabalho é gerado especialmente pela maior intensidade do capital, que mais do que compensa a queda na PTF. Esses efeitos combinados provocam então um efeito positivo sobre a produtividade do trabalho, concomitante a um efeito negativo sobre a PTF.

Este artigo concilia, então, as diferentes evidências reportadas pela literatura. Conforme exposto anteriormente, os resultados encontrados referentes ao impacto dos investimentos sobre a produtividade da firma variam ao longo das diferentes medidas de produtividade. Ao examinar o efeito dos investimentos sobre a demanda por fatores de produção por parte da firma, o presente trabalho logra estabelecer a correspondência entre esses diferentes resultados.

Para abordar essas questões, o presente artigo conta com três seções além desta introdução. Enquanto a seção dois apresenta a construção das variáveis empregadas, a seção três introduz o modelo empírico estimado e discute os resultados encontrados. A última seção traça então as conclusões finais.

2 CONSTRUÇÃO DAS VARIÁVEIS

Para a análise a seguir, foram utilizadas a Pesquisa Industrial Anual (PIA), realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), e a Relação Anual de Informações Sociais (Rais), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), ambas referentes ao período compreendido entre 1996 e 2010. A partir de tais fontes, foram construídas as variáveis referentes à PTF, aos picos de investimento e à idade do investimento das firmas. As construções dessas variáveis e o modelo empírico são abordados nas subseções a seguir.

2.1 Estimação da PTF no nível da firma

Admita uma função de produção Cobb-Douglas, tal que, para uma determinada firma i,

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\beta_k} L_{it}^{\beta_l} M_{it}^{\beta_m}, \quad (1)$$

em que Y_{it} representa o produto da firma i no ano t; K_{it}, seu estoque de capital; L_{it}, seu pessoal ocupado; M_{it}, os insumos intermediários;[2] e A_{it}, um parâmetro tecnológico. Extraindo o logaritmo na equação (1),

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + \beta_m m_{it} + v_{it} + u_{it}, \quad (2)$$

2. No presente trabalho, Y_{it}, L_{it} e M_{it} são dados, respectivamente, pelas variáveis referentes à receita bruta, número médio de empregados no ano, e consumo operacional intermediário da PIA. Por sua vez, K_{it} é dado pela série construída a partir da metodologia descrita em Alves e Silva (2008).

em que as variáveis em minúsculo representam o logaritmo natural das respectivas variáveis, e $\ln A_{it} = \beta_0 + v_{it} + u_{it}$. Sob esta especificação, a produtividade da firma seria dada por $w_{it} = \beta_0 + v_{it}$, enquanto u_{it} seria um componente i.i.d. representando desvios inesperados. Com isso, uma vez dadas as estimativas $\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_k$, $\hat{\beta}_l$ e, $\hat{\beta}_m$ a produtividade da firma poderia ser estimada como

$$\hat{w}_{it} = y_{it} - \hat{\beta}_k k_{it} + \hat{\beta}_l l_{it} + \hat{\beta}_m m_{it}. \quad (3)$$

De imediato, os parâmetros em questão podem ser estimados, a partir da equação (2), por OLS. Porém, um problema de simultaneidade pode ocorrer caso haja correlação entre a variável omitida v_{it} e qualquer uma das variáveis dependentes. Neste caso, os pressupostos do modelo OLS seriam violados, podendo levar a estimadores viesados.

Para resolver esse problema de simultaneidade, foi desenvolvida uma extensa literatura – para uma revisão desta, vide Van Beveren (2012). Com base nessa literatura, o presente trabalho utilizará três métodos de estimação de $\hat{w}_{it}$: Blundell e Bond (2000), Levinsohn e Petrin (2003) e Wooldridge (2009).

2.2 Picos de investimento

Seja I_{it} a taxa de investimento da firma i no ano t, definida como a razão entre as aquisições de M&E[3] da firma em t e o estoque de capital desta em $t-1$. Denote I_{iMED} como a mediana dessa taxa, para a firma i, ao longo do período analisado. Então, neste trabalho, identifica-se como tendo ocorrido um pico de investimento no ano t caso uma das duas condições a seguir sejam satisfeitas:

$$\textbf{(C1)} \quad I_{it} > \min\left\{0,20; \alpha I_{iMED}\right\}$$

$$\textbf{(C2)} \quad I_{it} > \min\left\{0,20; \beta I_{iMED}\right\}, \text{ e se observe ou } \left(I_{i(t-1)} > \beta I_{iMED}\right), \quad (4)$$

$$\text{ou} \quad \left(I_{i(t+1)} > \beta I_{iMED}\right),$$

em que α e β são constantes positivas arbitrárias.

A ideia por trás do critério citado é que picos de investimento devem ser caracterizados como eventos raros e significativos na história da firma. A característica relativa à significância é capturada pela regra absoluta, segundo a qual a taxa de investimento deve corresponder ao menos a 20% do estoque de capital da firma.

3. Neste trabalho, para aquisições de M&E é utilizada a variável homônima da PIA, acrescida da produção própria e de melhorias referentes a este tipo de capital.

Esta regra foi utilizada isoladamente por Cooper, Haltiwanger e Cooper (1999), e associada a outras regras por Power (1998), Nilsen, Raknerud, Rybalka e Skjerpen (2009) e Grazzi, Jacoby e Treibich (2013).

Por sua vez, o atributo de ser um evento raro é capturado pela regra relativa, que determina que a taxa de investimento da firma deva ser superior à sua taxa de investimento mediana, multiplicada por uma constante. O valor desta constante (no presente trabalho, 1,75) é arbitrário. A tabela 1 mostra a sensibilidade da classificação proposta a partir de diferentes valores para a constante em questão. Nota-se uma variação pouco significativa ao longo dos diferentes valores, sendo que o fator preponderante mostra-se a regra absoluta.

Além disso, assim como procedido em Power (1998), a regra relativa em (C1) é complementada por (C2), que tem o intuito de acomodar significativos investimentos que acabam por vezes sendo realizados em anos consecutivos, ao invés de integralmente em um ano específico. Para β, este trabalho utiliza o mesmo valor que Power (1998), 0,90.

TABELA 1
Percentuais de observações e investimento agregado classificados como picos, para diferentes valores de α e β

α/β	% Observações	% Investimento agregado
0/0	11,92	27,67
1,75/0,9	11,30	26,90
2,5/0,9	11,20	26,79
3,25/0,9	11,14	26,68

Elaboração do autor, a partir da PIA.

Para caracterizar o processo de investimento das firmas investigadas, a tabela 2 mostra as séries das frequências de picos e das taxas de investimento (dadas pela razão entre o investimento agregado em t e o estoque de capital agregado em $t-1$), ao longo do período analisado. A correlação entre as duas séries é de 34%. Porém, ao se considerar apenas o período compreendido entre 1996 e 2004, essa correlação passa a ser de 81%. Dessa forma, parece haver uma mudança no comportamento das séries a partir de 2005.

Uma possível explicação seria que, neste segundo período, os esforços de investimento teriam se tornado mais distribuídos ao longo das firmas, gerando menos picos concomitante a um aumento da taxa de investimento. Para verificar essa hipótese, a tabela 2 exibe também a série de índices de Herfindahl para o investimento a cada ano. A correlação entre esta série e a da taxa de investimento é de 71%, o que mostra um processo de acumulação de capital relativamente

concentrado em poucas firmas. Ainda, a partir de 2005 o índice de Herfindahl apresenta um comportamento crescente, acompanhando a taxa de investimento. Esse comportamento evidencia um aumento da concentração no processo de acumulação de capital das firmas, o que sugere que a possível explicação apontada para o comportamento da série de picos não procede. Dessa forma, este é um tópico que necessita ser investigado mais profundamente.

TABELA 2
Séries referentes à frequência dos picos de investimento, à taxa de investimento, e ao índice de Herfindahl

Anos	Picos (%)	Taxa de investimento (%)	Índice de Herfindahl
1996	5,5	1,57	0,018
1997	9,7	1,64	0,015
1998	9,2	1,69	0,020
1999	10,7	2,02	0,020
2000	13,1	2,11	0,030
2001	13,1	2,87	0,034
2002	13,3	2,59	0,009
2003	13,7	2,73	0,014
2004	14,2	3,61	0,055
2005	9,7	3,68	0,041
2006	10,3	4,10	0,060
2007	13,8	5,16	0,033
2008	12,0	5,75	0,034
2009	10,5	4,91	0,060
2010	12,2	5,22	0,080

Elaboração do autor, a partir da PIA.

Em seguida, foi construída a variável idade do investimento, dada pela diferença entre o ano de determinada observação e o ano em que foi observado o pico anterior para a referida firma. Por exemplo, suponha uma firma em 2000 cujo pico anterior tenha sido observado em 1997. Então, a idade de seu investimento é considerada como sendo de três anos. A tabela 3 mostra a frequência das observações referentes à idade do investimento. Na linha denotada $6+$ estão agrupadas as observações cuja idade do investimento é igual ou maior que seis. Assim, percebe-se

uma diminuição gradual do percentual conforme cresce a idade do investimento, seguido de percentual levemente superior na linha $6+$.[4]

TABELA 3
Frequência da variável idade do investimento (1996-2010)

Idade do investimento	% das observações
0	36,7
1	17,9
2	12,7
3	9,0
4	6,6
5	4,9
6+	12,1

Elaboração do autor, a partir da PIA.

3 MODELO EMPÍRICO

Seja Z_{it} um vetor contendo: variáveis binárias referentes à idade do investimento (de zero a cinco anos); variáveis referentes à idade da firma, e ao quadrado desta;[5] variáveis binárias referentes ao ano da observação (de 1996 a 2010); variáveis binárias referentes ao tamanho da firma (até 250 empregados, de 250 a 500, de 500 a 1.000, de 1.000 a 2.500, de 2.500 a 5.000, e acima de 5.000); e variáveis binárias referentes ao setor da firma, a dois dígitos da Classificação Nacional de Atividade Econômica (CNAE) do IBGE.[6]

Em seguida, considere as variáveis (todas elas em logaritmo): ptf_bb_{it}, ptf_lp_{it} e ptf_w_{it}, referentes às medidas de PTF obtidas a partir, respectivamente, de Blundell e Bond (2000), de Levinsohn e Petrin (2003) e de Wooldridge (2009); a produtividade do trabalho, $\left(y_{it} - l_{it}\right)$; o produto, y_{it}; o pessoal ocupado, l_{it}; a intensidade do capital, $\left(k_{it} - l_{it}\right)$; e a intensidade da utilização de insumos intermediários, $\left(m_{it} - l_{it}\right)$.

4. Para a construção da tabela 3, utilizaram-se apenas as observações com idade do investimento determinada, ou seja, não se considerando as observações das firmas antes da identificação de seus respectivos primeiros picos ao longo do período compreendido. Por este motivo, o percentual de observações com idade do investimento zero na tabela 3 é superior ao percentual de observações caracterizadas como picos pela tabela 1.

5. Neste trabalho, no primeiro ano em que uma determinada firma aparece na PIA, como idade da firma utiliza-se a variável *proxy* referente ao tempo de trabalho na firma de seu trabalhador mais antigo (antiguidade em termos não de idade do trabalhador, mas sim de tempo de trabalho na firma), obtido a partir da Rais. Com base nesta *proxy* utilizada para o primeiro ano em que a firma aparece na base, a idade para os anos subsequentes é estimada apenas acrescentando uma unidade a cada ano.

6. Variável esta também obtida pela PIA.

Para cada uma das variáveis indicadas anteriormente como variável dependente, estima-se, por efeitos fixos, a equação (5):

$$x_{it} = \beta Z_{it} + u_i + \varepsilon_{it}, \quad (5)$$

em que x_{it} representa a variável dependente em questão, β , um vetor de parâmetros, u_i , o efeito fixo da firma, e ε_{it} , o termo de erro.

A partir dos coeficientes das variáveis binárias referentes à idade do investimento, observa-se o efeito do pico sobre cada uma das variáveis dependentes. Dessa forma, investiga-se, por um lado, tal efeito sobre a produtividade das firmas, sendo esta mensurada por meio das distintas medidas de PTF e pela produtividade do trabalho. Em seguida, investiga-se o efeito do pico sobre os componentes de tais medidas de produtividade, ou seja, sobre o produto da firma e sua demanda por fatores de produção.

3 RESULTADOS

A apresentação dos resultados será dividida em duas partes. A primeira delas expõe o efeito dos picos de investimento sobre as diferentes medidas de produtividade. A segunda parte exibe tal efeito sobre os componentes de tais medidas.

3.1 Efeitos sobre a produtividade da firma

A tabela 4 mostra os resultados das estimações da equação (5) para as medidas de PTF e para a produtividade do trabalho como variáveis dependentes. Nota-se que todos os parâmetros referentes às variáveis binárias de idade do investimento mostram-se significativamente diferentes de zero.

O gráfico 1 ilustra os efeitos da idade do investimento em termos percentuais.[7] Com relação às medidas de PTF, nota-se um comportamento comum entre elas: uma queda imediata em torno de 20% a 25%, seguida de um aumento gradual. No quinto ano após o pico, a PTF mostra-se em torno de 12% inferior ao nível anterior ao pico.

Por sua vez, a produtividade do trabalho apresenta um crescimento imediato de 11%, seguido de uma queda gradual. Cinco anos após, a produtividade do trabalho mostra-se apenas 2% superior ao nível anterior ao pico.

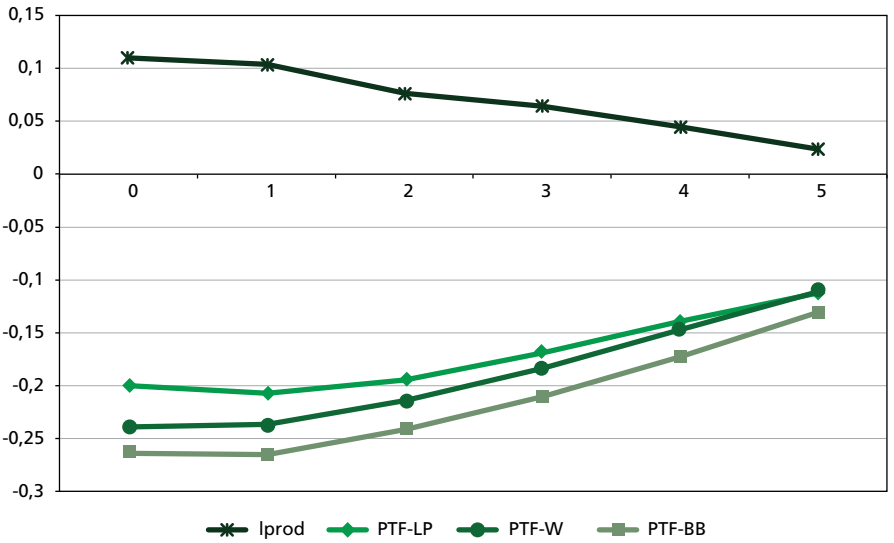
7. Os efeitos percentuais foram estimados pela fórmula $exp\left[\hat{\beta} - 0{,}5Var\left(\hat{\beta}\right)\right] - 1$, para cada em questão, $\hat{\beta}$ conforme proposto por Kennedy (1981).

TABELA 4
Estimativas da relação entre as medidas de produtividade da firma e a idade do seu investimento (1996-2010)

Variáveis	PTF-LP	PTF-BB	PTF-W	Produtividade do Trab.
Idade	-0,0437***	-0,0541***	-0,0620***	0,0343***
	(0,00396)	(0,00448)	(0,00406)	(0,00265)
Idade ao quadrado	-0,00008***	0,000290***	0,000133***	-0,000431***
	(0,000028)	(0,000032)	(0,000029)	(0,000029)
Idade do invest. (0 anos)	-0,223***	-0,306***	-0,273***	0,104***
	(0,00756)	(0,00855)	(0,00776)	(0,00776)
Idade do invest. (1 ano)	-0,232***	-0,308***	-0,270***	0,0985***
	(0,00723)	(0,00817)	(0,00742)	(0,00747)
Idade do invest. (2 anos)	-0,216***	-0,276***	-0,241***	0,0738***
	(0,00693)	(0,00784)	(0,00712)	(0,00728)
Idade do invest. (3 anos)	-0,185***	-0,236***	-0,203***	0,0622***
	(0,00679)	(0,00768)	(0,00697)	(0,00726)
Idade do invest. (4 anos)	-0,150***	-0,189***	-0,159***	0,0439***
	(0,00677)	(0,00766)	(0,00695)	(0,00737)
Idade do invest. (5 anos)	-0,119***	-0,140***	-0,118***	0,0234***
	(0,00691)	(0,00781)	(0,00709)	(0,00765)
Pessoal ocupado (250-500)	-0,0166	-0,157***	-0,182***	-0,295***
	(0,0103)	(0,0117)	(0,0106)	(0,0114)
Pessoal ocupado (500-1000)	0,0122	-0,211***	-0,311***	-0,464***
	(0,0169)	(0,0191)	(0,0174)	(0,0183)
Pessoal ocupado (1000-2500)	-0,0750***	-0,231***	-0,476***	-0,707***
	(0,0267)	(0,0302)	(0,0274)	(0,0276)
Pessoal ocupado (2500-5000)	-0,0164	-0,183***	-0,658***	-0,915***
	(0,0469)	(0,0531)	(0,0482)	(0,0450)
Pessoal ocupado (> 5000)	0,0882	0,0866	-0,739***	-1,343***
	(0,0818)	(0,0925)	(0,0840)	(0,0688)
Constante	2,912***	9,837***	-5,112***	10,13***
	(0,275)	(0,311)	(0,283)	(0,270)
Número de observações	127.074	127.074	127.074	179.828
R-squared	0,877	0,895	0,494	0,041
Número de firmas	30.822	30.822	30.822	35.475
F stat	13.499	16.070	1.844	120,9
Model df	30.872	30.872	30.872	35.525
Residual df	96.201	96.201	96.201	144.302

Elaboração do autor, a partir da PIA.
Notas: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1
Obs.: Desvios padrão em parênteses.

GRÁFICO 1
Estimativas da relação entre as medidas de produtividade da firma e a idade do seu investimento (tabela 4)



Elaboração do autor, a partir da PIA.

3.1.1 Firmas com apenas uma unidade local

Picos de investimento podem responder a dois propósitos: por um lado, podem ser motivados por uma renovação tecnológica do parque industrial; por outro, podem ser parte de uma expansão da firma. Conforme seja o propósito do pico de investimento em questão, o impacto sobre a produtividade da firma pode ser distinto. Sob este ponto de vista, para os propósitos do presente trabalho, de particular importância são os picos destinados a renovar tecnologicamente o parque industrial da firma, ou reequipá-lo com novas máquinas e equipamentos. De fato, a partir da ideia de progresso técnico incorporado – segundo a qual a inovação tecnológica seria introduzida no processo produtivo de forma incorporada nas novas gerações de M&E –, espera-se uma resposta positiva da produtividade em relação a esse tipo de investimento.

A partir apenas dos dados das pesquisas utilizadas, torna-se difícil, senão inviável, a identificação da motivação de cada pico de investimento. Porém, uma vez que a PIA fornece o número de unidades locais de cada firma, optou-se por fazer uma análise restrita às firmas que permaneceram, ao longo de todo o período analisado, com apenas uma unidade local. A expectativa é que os picos de investimento por parte dessas firmas tendam a ser caracterizados primordialmente como de reequipamento, em detrimento à motivação por uma expansão da firma.

A tabela 5 reporta a distribuição das firmas que permaneceram com apenas uma unidade local ao longo de todo o período, ao longo dos quartis de cada variável. Deve-se notar que tais quartis se referem à totalidade das firmas. Assim, por exemplo, a tabela 5 mostra que, no que se refere à medida de PTF por meio de Levinsohn e Petrin (2003), 9,9% das firmas com apenas uma unidade local se encontram no primeiro quartil (referente a todas as firmas). Da mesma forma, no que se refere à produtividade do trabalho, 13,8% das firmas com uma unidade local se situam no último quartil.

Dessa forma, pelas duas últimas colunas da tabela nota-se se tratar de firmas de pequeno porte. Uma vez que a presença dessas firmas no primeiro quartil é mais intenso para o estoque de capital do que para o pessoal ocupado, uma menor intensidade do capital reflete-se em uma maior presença dessas firmas nos dois primeiros quartis referentes à produtividade do trabalho. Por sua vez, ao se examinar as medidas de PTF, percebe-se que essas firmas apresentam um percentual ligeiramente maior nos quartis superiores.

TABELA 5
Distribuição (em %) das firmas com uma unidade local, ao longo dos quartis[8] de cada variável (1996-2010)

Quartil	PTF-LP	PTF-BB	PTF-W	Produtividade do Trab.	Pessoal ocupado	Estoque de capital
0%-25%	9,9	15,9	6,3	37,6	39,6	58,9
25%-50%	23,1	23,9	17,1	29,8	31,0	30,7
50%-75%	37,6	26,3	23,5	18,8	21,2	8,5
75%-100%	29,4	33,9	53,2	13,8	8,2	1,8

Elaboração do autor, a partir da PIA.

A tabela 6 mostra os resultados obtidos a partir da estimação de (5), utilizando as diferentes medidas de produtividade como variável dependente. O gráfico 2 ilustra os efeitos estimados. Notam-se efeitos no mesmo sentido daqueles observados para a totalidade das firmas, mas com magnitudes maiores. Assim, de forma contrária ao esperado, observa-se uma queda imediata em torno de 35% a 50% por parte das diferentes medidas de PTF, seguida de um aumento gradual, até se alcançar um nível em torno de 11% a 15% inferior a antes do choque, depois de transcorrido cinco anos. Por sua vez, por parte da produtividade do trabalho, há um aumento imediato de 20%, seguido de uma gradual convergência ao nível anterior ao pico.

8. Os quartis são referentes à totalidade das firmas. A interpretação correta da tabela 5 seria: no que se refere, por exemplo, à variável PTF-LP, de 100% das firmas com uma unidade local, 9,9% se situam no primeiro quartil, 23,1% no segundo, 37,6% no terceiro, e 29,4% no quarto.

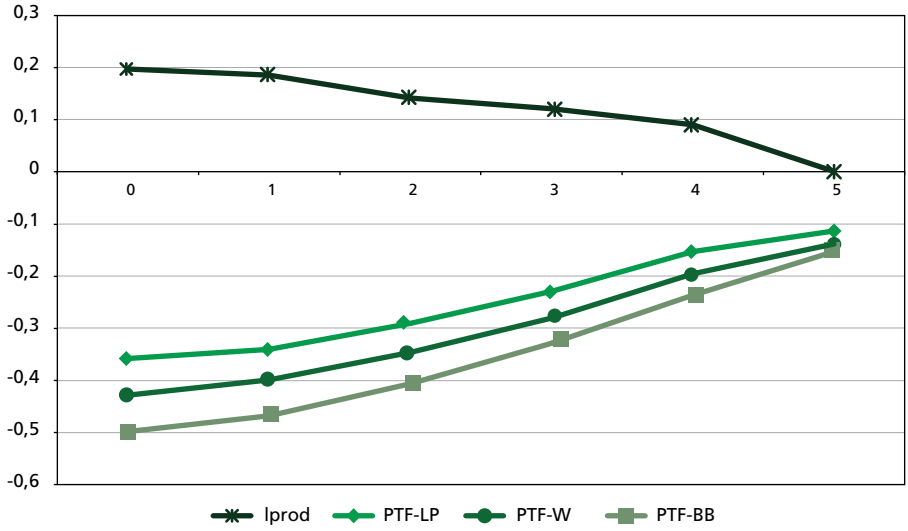
TABELA 6
Estimativas da relação entre as medidas de produtividade e a idade do investimento, para as firmas com apenas uma unidade local (1996-2010)

Variáveis	PTF-LP	PTF-BB	PTF-W	Produtividade do Trab.
Idade	-0,0275*	-0,00403	-0,0272*	0,0673***
	(0,0142)	(0,0158)	(0,0151)	(0,0124)
Idade ao quadrado	-0,000912***	-0,000794***	-0,000418***	-0,00117***
	(0,000142)	(0,000157)	(0,000151)	(0,000158)
Idade do invest. (0 anos)	-0,444***	-0,689***	-0,560***	0,180***
	(0,0314)	(0,0349)	(0,0335)	(0,0334)
Idade do invest. (1 ano)	-0,415***	-0,631***	-0,508***	0,170***
	(0,0302)	(0,0335)	(0,0322)	(0,0321)
Idade do invest. (2 anos)	-0,344***	-0,521***	-0,424***	0,132***
	(0,0291)	(0,0323)	(0,0310)	(0,0311)
Idade do invest. (3 anos)	-0,260***	-0,399***	-0,329***	0,115***
	(0,0285)	(0,0316)	(0,0303)	(0,0306)
Idade do invest. (4 anos)	-0,165***	-0,270***	-0,217***	0,0870***
	(0,0285)	(0,0317)	(0,0304)	(0,0310)
Idade do invest. (5 anos)	-0,121***	-0,165***	-0,148***	0,0358
	(0,0297)	(0,0330)	(0,0316)	(0,0324)
Pessoal ocupado (250-500)	-0,0704*	-0,209***	-0,143***	-0,424***
	(0,0372)	(0,0414)	(0,0397)	(0,0411)
Pessoal ocupado (500-1000)	-0,0828	-0,348***	-0,238***	-0,775***
	(0,0718)	(0,0798)	(0,0765)	(0,0778)
Pessoal ocupado (1000-2500)	-0,432***	-0,378**	-0,0357	-1,559***
	(0,146)	(0,162)	(0,156)	(0,148)
Constante	-16,47***	22,93***	8,692***	8,323***
	(0,339)	(0,377)	(0,361)	(0,277)
Número de observações	28.952	28.952	28.952	38.786
R-squared	0,857	0,862	0,406	0,063
Número de firmas	10.782	10.782	10.782	12.696
F stat	2.648	2.756	302,4	42,42
Model df	10.822	10.822	10.822	12.736
Residual df	18.129	18.129	18.129	26.049

Elaboração do autor, a partir da PIA.
Notas: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1
Obs.: Desvios padrão em parênteses.

GRÁFICO 2

Estimativas da relação entre as medidas de produtividade e a idade do investimento, para as firmas com apenas uma unidade local (tabela 6)



Elaboração do autor, a partir da PIA.

3.1.2 Firmas em expansão

De forma exploratória, foram investigadas também as firmas em expansão, definidas, no presente trabalho, como aquelas que apresentam um pico de investimento em t e, ao mesmo tempo, ou reportem um aumento no número de unidades locais em t, ou o reportem em $t-1$ e não apresentam pico em tal ano. O efeito esperado dos picos de investimento sobre a produtividade desse tipo de firma não é imediatamente claro. Por um lado, há questões referentes a retornos de escala; por outro, assim como nas demais firmas, há a expectativa de que novas safras de M&E sejam mais produtivas.

A tabela 7, de forma análoga à tabela 5, mostra a distribuição das firmas em expansão, ao longo dos quartis de cada variável. Neste caso, nota-se uma distribuição bastante uniforme ao longo dos quartis, o que sugere que as firmas em expansão apresentam características razoavelmente semelhantes à totalidade das firmas.

TABELA 7
Distribuição (em %) das firmas em expansão, ao longo dos quartis de cada variável (1996-2010)

Quartil	PTF-LP	PTF-BB	PTF-W	Produtividade do Trab.	Pessoal ocupado	Estoque de capital
0%-25%	24,6	22,8	27,8	23,4	33,9	27,9
25%-50%	25,1	23,0	24,4	23,7	22,5	20,5
50%-75%	25,2	25,2	23,6	25,5	18,7	22,6
75%-100%	25,2	29,0	24,2	27,4	24,9	28,9

Elaboração do autor, a partir da PIA.

A tabela 8 mostra os resultados obtidos a partir da estimação de (5), para as medidas de produtividade como variável dependente; o gráfico 2 ilustra os efeitos estimados. Novamente, notam-se resultados que vão na mesma direção daqueles para a totalidade das firmas. Porém, no caso das firmas em expansão, os efeitos observados mostram-se de magnitudes inferiores. De fato, percebe-se um efeito imediato negativo sobre a PTF, em torno de 10%, seguido de melhora pequena e gradual, fazendo com que, cinco anos após o pico, a PTF permaneça em torno de 6% inferior. Já a produtividade do trabalho apresenta um aumento imediato de 11%, seguido de uma convergência gradual ao nível anterior ao pico.

TABELA 8
Estimativas da relação entre as medidas de produtividade e a idade do investimento, para as firmas em expansão (1996-2010)

Variáveis	PTF-LP	PTF-BB	PTF-W	Produtividade do Trab.
Idade	-0,0399***	-0,0635***	-0,0745***	0,0140***
	(0,00706)	(0,00771)	(0,00736)	(0,00476)
Idade ao quadrado	-0,000068	0,000212***	6,63e-05	-0,000116**
	(0,000046)	(0,000050)	(0,000048)	(0,000050)
Idade do invest. (0 anos)	-0,0665***	-0,117***	-0,153***	0,103***
	(0,0170)	(0,0185)	(0,0177)	(0,0170)
Idade do invest. (1 ano)	-0,0815***	-0,122***	-0,158***	0,105***
	(0,0154)	(0,0169)	(0,0161)	(0,0159)
Idade do invest. (2 anos)	-0,0904***	-0,118***	-0,150***	0,0875***
	(0,0142)	(0,0155)	(0,0148)	(0,0148)
Idade do invest. (3 anos)	-0,0841***	-0,113***	-0,128***	0,0724***
	(0,0131)	(0,0143)	(0,0137)	(0,0141)
Idade do invest. (4 anos)	-0,0765***	-0,0941***	-0,110***	0,0506***
	(0,0123)	(0,0135)	(0,0129)	(0,0135)

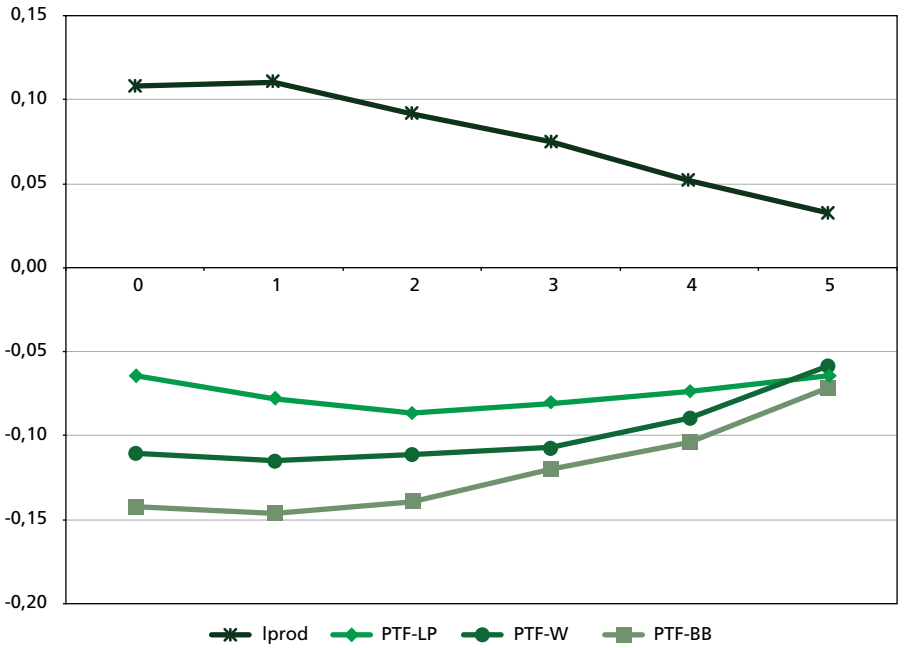
(Continua)

(Continuação)

Variáveis	PTF-LP	PTF-BB	PTF-W	Produtividade do Trab.
Idade do invest. (5 anos)	-0,0665***	-0,0599***	-0,0738***	0,0322**
	(0,0117)	(0,0128)	(0,0122)	(0,0133)
Pessoal ocupado (250-500)	0,0130	-0,0979***	-0,148***	-0,325***
	(0,0172)	(0,0188)	(0,0180)	(0,0193)
Pessoal ocupado (500-1000)	0,0494*	-0,180***	-0,285***	-0,468***
	(0,0268)	(0,0293)	(0,0280)	(0,0295)
Pessoal ocupado (1000-2500)	0,0540	-0,113***	-0,439***	-0,644***
	(0,0391)	(0,0427)	(0,0408)	(0,0410)
Pessoal ocupado (2500-5000)	0,0287	-0,121*	-0,701***	-0,886***
	(0,0610)	(0,0667)	(0,0636)	(0,0609)
Pessoal ocupado (> 5000)	0,0169	0,0967	-0,895***	-1,152***
	(0,103)	(0,112)	(0,107)	(0,0933)
Constante	3,622***	8,560***	-9,859***	11,01***
	(0,496)	(0,542)	(0,517)	(0,486)
Número de observações	37.242	37.242	37.242	55.572
R-squared	0,864	0,913	0,514	0,037
Número de firmas	10.611	10.611	10.611	16.100
F stat	3.308	5.476	550,3	29,37
Model df	10.661	10.661	10.661	16.150
Residual df	26.580	26.580	26.580	39.421

Elaboração do autor, a partir da PIA.
Notas: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1
Obs.: Desvios padrão em parênteses.

GRÁFICO 3
Estimativas da relação entre as medidas de produtividade e a idade do investimento, para as firmas em expansão (tabela 5).



Elaboração do autor, a partir da PIA.

3.2 Efeitos sobre o produto e sobre os fatores de produção

No intuito de procurar compreender melhor os resultados apresentados na subseção anterior, analisam-se os efeitos dos picos de investimento sobre o produto da firma e sobre sua demanda por fatores de produção. Dessa forma, estima-se a mesma equação (5) por efeitos fixos, utilizando como variável dependente o produto, o número de empregados, a intensidade do capital e a intensidade da utilização de insumos intermediários (com todas essas variáveis expressas em logaritmo).

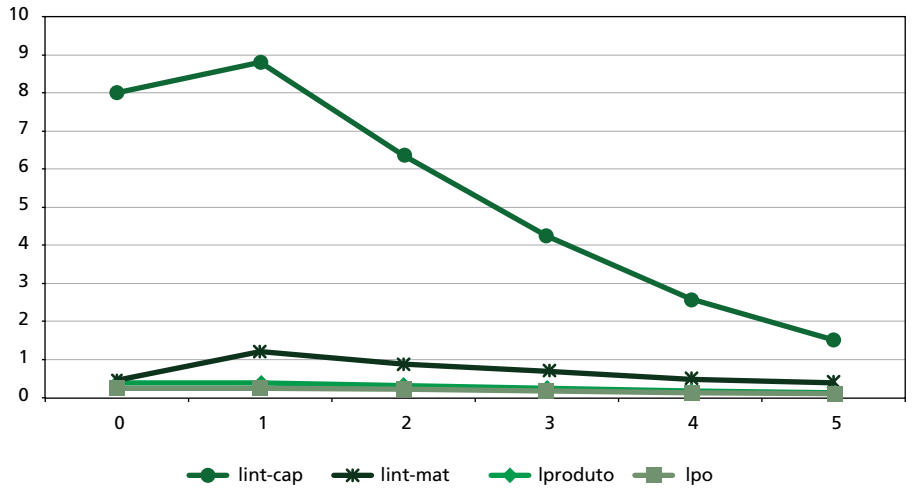
A tabela 9 apresenta os resultados obtidos, enquanto o gráfico 4 ilustra os efeitos da idade do investimento sobre as variáveis em questão. Nota-se um aumento imediato tanto do produto, quanto da demanda por fatores de produção. No entanto, esse aumento atinge seu máximo no ano seguinte ao pico. A partir do segundo ano após o mesmo, a resposta positiva por parte das variáveis começa a cair, mas mantém níveis positivamente persistentes.

TABELA 9
Estimativas da relação entre os componentes da produtividade da firma e a idade do seu investimento (1996-2010)

Variáveis	PTF-LP	PTF-BB	PTF-W	Produtividade do Trab.
Idade	0,00542**	-0,0283***	0,308***	-0,143***
	(0,00270)	(0,00220)	(0,00865)	(0,00923)
Idade ao quadrado	-0,000984***	-0,000562***	-0,00458***	-0,00129***
	(0,00003)	(0,000024)	(0,000094)	(0,000091)
Idade do invest. (0 anos)	0,321***	0,214***	2,198***	0,377***
	(0,00790)	(0,00642)	(0,0254)	(0,0243)
Idade do invest. (1 ano)	0,330***	0,230***	2,284***	0,791***
	(0,00760)	(0,00618)	(0,0244)	(0,0234)
Idade do invest. (2 anos)	0,273***	0,197***	1,996***	0,634***
	(0,00741)	(0,00603)	(0,0238)	(0,0228)
Idade do invest. (3 anos)	0,225***	0,160***	1,657***	0,530***
	(0,00739)	(0,00601)	(0,0237)	(0,0226)
Idade do invest. (4 anos)	0,172***	0,127***	1,280***	0,399***
	(0,00749)	(0,00610)	(0,0240)	(0,0230)
Idade do invest. (5 anos)	0,120***	0,0948***	0,920***	0,331***
	(0,00778)	(0,00633)	(0,0249)	(0,0238)
Pessoal ocupado (250-500)	0,573***	0,868***	-0,832***	-0,434***
	(0,0116)	(0,00943)	(0,0371)	(0,0345)
Pessoal ocupado (500-1000)	0,999***	1,459***	-1,425***	-0,735***
	(0,0186)	(0,0152)	(0,0596)	(0,0556)
Pessoal ocupado (1000-2500)	1,419***	2,121***	-1,838***	-1,052***
	(0,0281)	(0,0228)	(0,0898)	(0,0838)
Pessoal ocupado (2500-5000)	1,889***	2,800***	-2,142***	-1,367***
	(0,0458)	(0,0373)	(0,146)	(0,136)
Pessoal ocupado (> 5000)	2,332***	3,671***	-2,625***	-2,109***
	(0,0702)	(0,0570)	(0,224)	(0,207)
Constante	12,63***	2,501***	1,136	2,514***
	(0,275)	(0,223)	(0,878)	(0,856)
Número de observações	180.329	180.382	179.173	167.526
R-squared	0,146	0,180	0,224	0,085
Número de firmas	35.488	35.585	35.158	34.951
F stat	486,0	609,8	812,6	242,0
Model df	35.538	35.636	35.208	35.001
Residual df	144.790	144.745	143.964	132.524

Elaboração do autor, a partir da PIA.
Notas: *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1
Obs.: Desvios padrão em parênteses.

GRÁFICO 4
Estimativas da relação entre os componentes da produtividade da firma e a idade do seu investimento (tabela 9)



Elaboração do autor, a partir da PIA.

3.3 Discussão sobre os resultados

Os resultados apresentados nas seções anteriores parecem apontar em algumas direções. Em primeiro lugar, o processo de investimento da firma, com uma grande presença de observações nulas concomitantes a saltos, apontam para a presença de não convexidades no processo de ajuste do capital. Dentre as diversas fontes de não convexidades, duas costumam ser enfatizadas na literatura. Uma delas diz respeito à irreversibilidade do capital, ou seja, uma suposta impossibilidade, por parte da firma, de recuperar parte do capital investido por meio da venda desse estoque de capital. Essa irreversibilidade poderia ser consequência tanto de uma especificidade do capital (como máquinas produzidas sob encomenda), quanto da ausência de um mercado para tal. Outra fonte de não convexidade pode ser a existência de custos fixos no processo de investimento. Estes custos fixos podem ocorrer, por exemplo, caso a firma tenha que paralisar parte de sua produção durante um intervalo de tempo, para permitir a instalação de novas máquinas. De qualquer forma, a presença de não convexidades induziria a firma a optar por um processo de investimentos intermitente, com períodos de investimento nulo ou reduzido, intercalados por picos deles.

Em segundo lugar, deve-se notar que há uma queda na PTF da firma em resposta ao pico de investimento, seguida de uma convergência a níveis anteriores. Esse comportamento pode ser resultado de *learning-by-doing*. O ponto de difícil

interpretação, porém, é a reduzida velocidade de convergência aos níveis anteriores. Este é um ponto que necessita ser mais profundamente investigado.

De qualquer forma, um ponto que corrobora a interpretação de *learning-by-doing* é a diferença dos efeitos exercidos de acordo com o tipo de firma. Mais precisamente, nota-se um efeito mais acentuado sobre as firmas com apenas uma unidade local, do que sobre aquelas em expansão de unidades locais. De fato, no caso daquelas, os picos de investimento sugerem um evento de reequipamento da firma. Já no caso das firmas em expansão, possivelmente não haveria a substituição de tecnologias antigas por novas, mas de fato uma alocação destas novas máquinas em unidades locais novas, ou seja, essa mudança tecnológica seria marginal. Com isso, é de se esperar que, para as firmas com apenas uma unidade local, o impacto imediato negativo sobre a PTF seja mais acentuado do que sobre aquelas em expansão.

Em terceiro lugar, nota-se um impacto positivo dos picos de investimento sobre a produtividade do trabalho da firma, concomitante a uma maior demanda por fatores de produção. Para ilustrar este resultado, considere uma firma que apresente um pico de investimento em t. Para uma variável x qualquer, defina $\Delta x_t = x_t - x_{t-1}$. Então, a partir de (3), após as devidas manipulações algébricas, obtém-se

$$\begin{aligned}\Delta\left(y_{it} - l_{it}\right) = \hat{\beta}_k \Delta\left(k_{it} - l_{it}\right) + \hat{\beta}_m \Delta\left(m_{it} - l_{it}\right) \\ + \left(\hat{\beta}_k + \hat{\beta}_m + \hat{\beta}_l - 1\right)\Delta l_{it} + \Delta\hat{w}_{it}.\end{aligned} \tag{6}$$

Na equação (6), o lado esquerdo representa a variação da produtividade do trabalho, $\Delta\left(y_{it} - l_{it}\right)$. Por sua vez, o lado direito expressa a soma das variações da intensidade do capital, $\Delta\left(k_{it} - l_{it}\right)$, da intensidade da utilização de insumos intermediários, $\Delta\left(m_{it} - l_{it}\right)$, do número de trabalhadores, Δl_{it}, e da PTF, $\Delta\hat{w}_{it}$. Deve-se notar que o termo $\left(\hat{\beta}_k + \hat{\beta}_m + \hat{\beta}_l - 1\right)\Delta l_{it}$ captura efeitos de escala. Em outras palavras, suponha $\Delta l_{it} > 0$. Então, a firma apresentará um aumento ou uma queda em sua produtividade do trabalho caso a firma apresente, respectivamente, retornos crescentes $\left(\hat{\beta}_k + \hat{\beta}_m + \hat{\beta}_l - 1 > 0\right)$ ou decrescentes $\left(\hat{\beta}_k + \hat{\beta}_m + \hat{\beta}_l - 1 < 0\right)$ de escala. Assim, a influência desse termo para a produtividade do trabalho varia de acordo com o setor.

De qualquer forma, o que se percebe pela equação (6) é que, para efeitos de produtividade do trabalho, a queda na PTF é mais do que compensada pela maior intensidade do capital e da utilização de insumos intermediários. Essa maior intensidade dos fatores de produção é responsável então por uma maior produtividade do trabalho concomitante à menor PTF.

4 CONCLUSÃO

Este artigo procurou investigar o impacto do investimento sobre a produtividade no nível da firma. Com relação à PTF, os resultados apontam para uma queda imediata em resposta aos picos de investimento, seguido de uma convergência gradual a níveis anteriores, corroborando a hipótese de *learning-by-doing*. Já com relação à produtividade do trabalho, observa-se o inverso: um aumento imediato, seguido de uma queda gradual. Posteriormente, mostra-se que o efeito positivo dos picos de investimento sobre a produtividade do trabalho é gerado especialmente pela maior intensidade do capital resultante, que mais do que compensa a queda observada na PTF.

De qualquer forma, alguns pontos merecem ser investigados mais profundamente. Em primeiro lugar, conforme foi destacado, a convergência da PTF aos níveis anteriores ao pico de investimento se mostra demasiadamente lenta. A dúvida que essa percepção coloca é se esses níveis serão eventualmente ultrapassados e um efeito positivo poderá então ser observado.

Um segundo ponto para pesquisa futura é a investigação da heterogeneidade setorial em relação aos efeitos dos picos. De fato, o processo de inovação varia de acordo com a atividade econômica, um ponto explorado pela tipologia de Pavitt (1984). Dessa forma, um ponto a ser investigado é se o efeito desses picos varia conforme o tipo de processo de inovação do setor.

Finalmente, os resultados seriam mais ricos e claros caso as estimações fossem realizadas no nível da planta, e não da firma. Esse procedimento é inviabilizado pela indisponibilidade de dados. De fato, as estimações restritas às firmas que, ao longo de todo o período, apresentaram apenas uma unidade local foi uma forma de se tentar contornar essa indisponibilidade de dados. Porém, uma análise no nível da planta não restrita a essas firmas poderia enriquecer mais a análise.

REFERÊNCIAS

ALVES, P.; SILVA, A. **Estimativa do estoque de capital das empresas industriais brasileiras**. Rio de Janeiro: Ipea, 2008. (Texto para Discussão)

BLUNDELL, R.; BOND, S. GMM estimation with persistent panel data: an application to production function. **Econometric Reviews**, v. 19, n. 3, p. 321-340, 2000.

CHARI, V. V.; HOPENHAYN, H. Vintage human capital, growth, and the diffusion of new technology. **Journal of Political Economy**, v. 99, n. 6, p. 1142–1165, 1991.

COOPER, R.; HALTIWANGER, J.; POWER, L. Machine replacement and the business cycle: lumps and bumps. **American Economic Review**, v. 89, p. 921-946, 1999.

DIXIT, A. The role of investment in entry deterrence. **Economic Journal**, v. 90, n. 357, p. 95-106, 1980.

GEYLANI, P. C.; STEFANOU, S. E. Linking investment spikes and productivity growth. **Empirical Economics**, v. 45, n. 1, p. 157-178, 2013.

HUGGETT, M.; OSPINA, S. Does productivity growth fall after the adoption of new technology? **Journal of Monetary Economics**, v. 48, n. 1, p. 173-195, 2001.

JENSEN, M. Agency cost of free cash flow, corporate finance, and takeovers. **American Economic Review**, v. 76, n. 2. 1986.

JOVANOVIC, B.; NYARKO, Y. Learning by doing and the choice of technology. **Econometrica,** v. 64, n. 6, p. 1299-1310, 1996.

LEVINSOHN, J.; PETRIN, A. Estimating production functions using inputs to control for unobservables. **Review of Economic Studies**, v. 70, n. 2, p. 317-341, 2003.

NILSEN, O. *et al*. Lumpy investments, factor adjustments, and labour productivity. **Oxford Economic Papers**, v. 61, n. 1, p. 104-127, 2009.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.

POWER, L. The missing link: technology, investment, and productivity. **The Review of Economics and Statistics**, v. 80, n. 2, p. 300-313, 1998.

SAKELLARIS, P. Patterns of plant adjustment. **Journal of Monetary Economics**, v. 51, n. 2, p. 425-450, 2004.

SOLOW, R. Technical Progress, capital formation and economic growth. **American Economic Review**, n. 52, p. p. 76-86, 1962.

SPENCE, A. M. Investment strategy and growth in a new market. **The Bell Journal of Economics**, v. 10, n. 1. p. 1-19, 1979.

VAN BEVEREN, I. Total factor productivity estimation: a practical review. **Journal of Economic Surveys**, v. 26, n. 1, p. 98-128, 2012.

WOOLDRIDGE, J. M. On estimating firm-level production functions using proxy variables to control for unobservables. **Economic Letters**, v. 104, n. 3, p. 112-114, 2009.

ZWIEBEL, J. Dynamic capital structure under managerial entrenchment. **American Economic Review**, v. 86, n. 5, p. 1197-1215, 1996.

CAPÍTULO 8

RENTABILIDADE, INVESTIMENTO E PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA: 2000-2009

Carlos Pinkusfeld Bastos*
Ricardo Bielschowsky**
Eduardo Costa Pinto***
Nahuel Guaita****
Silvio Guaita*****

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo analisar algumas relações básicas entre rentabilidade, investimento e produtividade na indústria de transformação brasileira nos anos 2000-2009.

Há uma procedente sensação de pessimismo com o futuro da indústria do Brasil: entre 2000 e 2013 o produto interno bruto (PIB) cresceu 58% e a indústria de transformação apenas 35%, apesar da crescente e elevada utilização de sua capacidade instalada. Enquanto isso, a balança comercial do setor industrial, que a partir de 2002 começava a apresentar clara melhora, sendo superavitária nesse ano e tendo crescido tal superávit até um valor máximo de US$ 31,1 bilhões em 2005, registrou seu maior déficit em 2013, no valor de US$ 59,7 bilhões. Essa piora na balança comercial do setor industrial notada a partir de 2006 deu-se com algumas importantes exceções, como automotiva e alguns setores processadores de recursos naturais (como alimentos e celulose), e o desempenho em termos de produção, investimento, produtividade e comércio externo tem sido decepcionante.

Algumas explicações para tal fenômeno se repetem nas análises de grande parte dos economistas brasileiros. O mau desempenho dever-se-ia, em primeiro lugar, à baixa rentabilidade provocada pela taxa de câmbio apreciada, somada ao fato de que a produtividade industrial evoluiu de forma desfavorável,[1] assim como ao fato de que a competitividade sistêmica (genericamente chamada de "custo Brasil") é ruim, relativamente à dos países competidores. Segundo, e complementarmente,

*Professor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ).
**Professor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ).
***Professor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ).
****Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ).
*****Doutorando do PPGE do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ).

1. Squeff (2012) e Bonelli e Pessoa (2012) mostraram queda na produtividade com base nas Contas Nacionais, mas estes últimos usam também dados da PIA-IBGE, mostrando que, com estes dados, chegou a haver (pequeno) aumento.

argumenta-se que é difícil resistir à forma avassaladora com que a engrenagem sino-asiática de aumento de produtividade com baixos salários vem castigando a indústria no Ocidente; ainda mais, adicionariam alguns, em condições em que a política industrial não tem tido o peso suficiente para compensar a existência de um câmbio em nível apreciado, a despeito do processo de desvalorização iniciado no segundo semestre de 2011, que resgatou o nível de câmbio real para manufaturas registrado ao final de 2004.

Ocorre, porém, que esse tipo de argumentação não tem sido acompanhado de estudos que o detalhem e o corroborem naquilo que é crucial para o correto entendimento da problemática levantada: rentabilidade, investimento, produtividade, e a relação entre essas variáveis.

De fato, pouco se pesquisa no Brasil o processo de formação de capital fixo e seus determinantes fundamentais, quais sejam, o grau de utilização da capacidade já instalada e a expectativa de rentabilidade futura, que depende do que os empresários esperam sobre a evolução futura da demanda e se as margens de lucro realizadas nos novos projetos serão adequadas.

Este estudo busca dar uma contribuição ao entendimento da dinâmica do investimento produtivo na indústria de transformação. Produtividade é aqui tomada como resultado do investimento, e este, por sua vez, é entendido como dependente do crescimento da demanda que se relaciona com a rentabilidade, como mencionado no parágrafo anterior. Em forma simples, o esquema analítico do roteiro de causalidade pode ser assim resumido:

Variação no valor das vendas recentes e das esperadas a médio e longo prazo → *Variação da capacidade ocupada e da rentabilidade, atual e esperada* → *Variação do Investimento* → *Variação da Produtividade*

No caso do investimento há, felizmente, alguns trabalhos que representam exceções ao vazio de conhecimento no Brasil.[2] Este estudo procura ir algo além, adicionando um elemento eventualmente mencionado, mas não estudado nos trabalhos citados, ou seja, a questão da rentabilidade. Para essa variável há um único estudo: Pinto (2010), que apurou a rentabilidade para os grupos econômicos industriais entre 1996 e 2007 com base em dados da *Gazeta Mercantil*.

2. CNI/Cepal, 1997 e 2001, Bielschowsky (2002); Torres, Puga e Meireles (2010); BNDES, série Visões do Desenvolvimento (vários números), Kupfer e Laplane (2010), Sarti e Hiratuka (2010) Bielschowsky, Squeff e Vasconcelos (2014). Há maior número de trabalhos sobre investimento agregado, como apontam Santos e Pires (2009) e Luporini e Alves (2010), que identificam mais de vinte estudos nesta linha. Para uma discussão recente que dialoga com este estudo, ler Santos *et al.* (2014).

No âmbito deste estudo foi pesquisada e sistematizada uma nova base de dados, ou seja, a da *Revista Exame*, sobre rentabilidade das 453 maiores empresas industriais (com a exceção dos sub-ramos petróleo e gás, refino de petróleo e coque e álcool) no país, em termos de vendas, que disponibilizaram os dados de lucro líquido e patrimônio líquido, no período 1996-2012.[3] A representatividade desta amostra em relação ao total da indústria de transformação no período analisado foi de 57% em média.

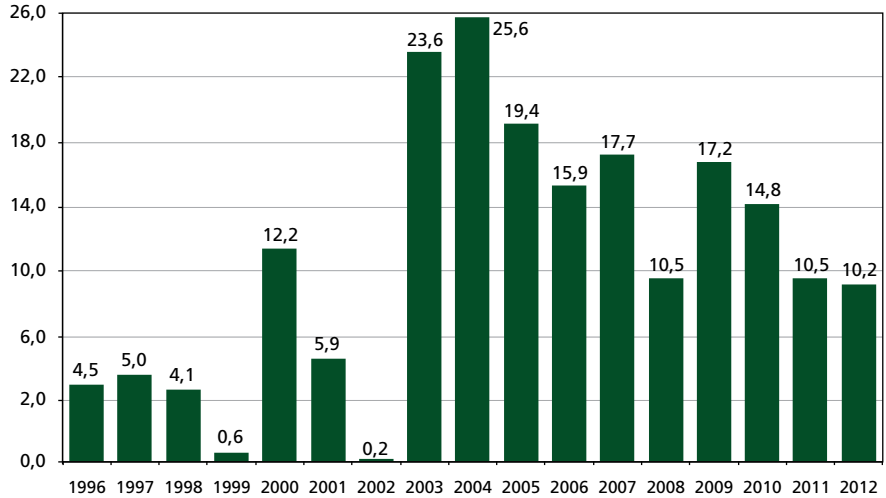
Este texto tem três seções, além da introdução. A próxima é sobre rentabilidade das grandes empresas da indústria de transformação brasileira. A sessão 3 define o problema da indústria brasileira do ponto de vista da "tríade" rentabilidade/investimento/produtividade, enunciando-o com base em números agregados e desagregados, e realiza um exercício de correlação entre, por um lado, rentabilidade e investimento e, por outro, entre investimento e produtividade. Na sessão 4, alinhavam-se algumas ideias a título de conclusão.

2 RENTABILIDADE DAS GRANDES EMPRESAS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO

Os resultados apresentados no gráfico 1 mostram, em sintonia com Pinto (2010), e em flagrante contraposição ao que se tem imaginado devido à apreciação cambial posterior a 2005, que as 453 maiores empresas da indústria brasileira foram, em média, muito rentáveis, ao longo de quase toda a década dos anos 2000 (14,3% em média anual entre 2000 e 2012), com a exceção do anos 2001 (5,9%) e 2002 (0,2%). A rentabilidade sobre o patrimônio líquido foi ainda maior entre 2003 e 2012 (16,5%). Isso significa que, nesses últimos 10 anos, as empresas industriais obtiveram um lucro líquido total de 1,64 vezes o valor do patrimônio líquido total.

3. A descrição detalhada por nome, por classificação dos setores de atividades, por subgrupo (agroindústria, bens de consumo não duráveis e duráveis e bens intermediários e de capital) e por grupo (recursos naturais, consumo de massa e bens de capital e intermediário) das 453 maiores empresas industriais da amostra será realizada no apêndice metodológico e estatístico. Além disso, apresenta-se a evolução da representatividade da amostra em relação ao total da indústria de transformação no período.

GRÁFICO 1
Rentabilidade sobre o patrimônio líquido (%) das empresas industriais (com a exceção dos sub-ramos petróleo e gás, refino de petróleo e coque e álcool): 453 maiores empresas em vendas, 1996-2012



Elaboração do autores, a partir das informações da *Revista Exame* (Maiores e Melhores).

Observe-se que o gráfico 1 cobre uma série temporal maior do que se examina no restante deste trabalho – limitado à década de 2000, devido às restrições de informações sobre investimento e produtividade. Ele mostra, por um lado, que os anos 2000 são de flagrante contraste com a baixa rentabilidade nos anos 1990 (média próxima a 3,5%, em 1996-1999) e, por outro, que ocorreu desaceleração dessa rentabilidade a partir de 2009 (de 17,2% naquele ano para 14, 8% em 2010, com nova redução a 10,2%, em 2012).

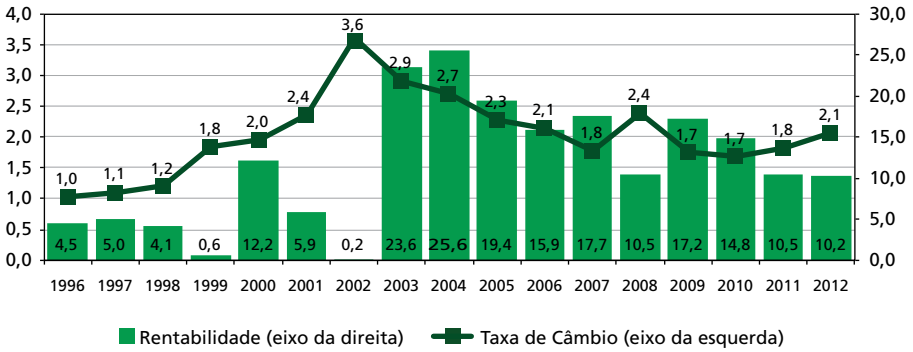
Além desses resultados, chama atenção, ainda na década de 2000, tanto a baixíssima rentabilidade das empresas industriais em 2002 (0,2%) quanto a rápida recuperação desse indicador no ano seguinte de 2003 (23,6%).

É importante assinalar que, nesse período, não ocorreram mudanças contábeis que justificassem essa quebra estrutural da série. O resultado da rentabilidade pode ser explicado, em boa medida, pelas variações abruptas na taxa de câmbio e seus impactos no lado financeiro (passivo e resultado financeiro da demonstração de resultados) das empresas industriais.

Entre 2001 e 2002, ocorreu abrupta desvalorização cambial, da ordem de 53,4%, que foi acompanhada por uma redução na rentabilidade das empresas industriais de 5,9% para 0,2%. No ano seguinte (2003), verificou-se reversão dessa trajetória para as duas variáveis. O real se valorizou em 19,3% no cotejo com o ano de 2002 e a rentabilidade sobre o patrimônio líquido aumentou de 0,2%, em 2002,

para 23,6% em 2003 (gráfico 2). Quais foram os mecanismos de transmissão entre as variações na taxa de câmbio e na rentabilidade das grandes empresas industriais?

GRÁFICO 2
Rentabilidade sobre o patrimônio líquido (%) das 453 empresas industriais e taxa de câmbio (R$/US$), 1996-2012



Elaboração do autores, a partir das informações da *Revista Exame* (Maiores e Melhores) e do Banco Central do Brasil.
Nota: a taxa de câmbio é igual à taxa média mensal do último mês do ano.

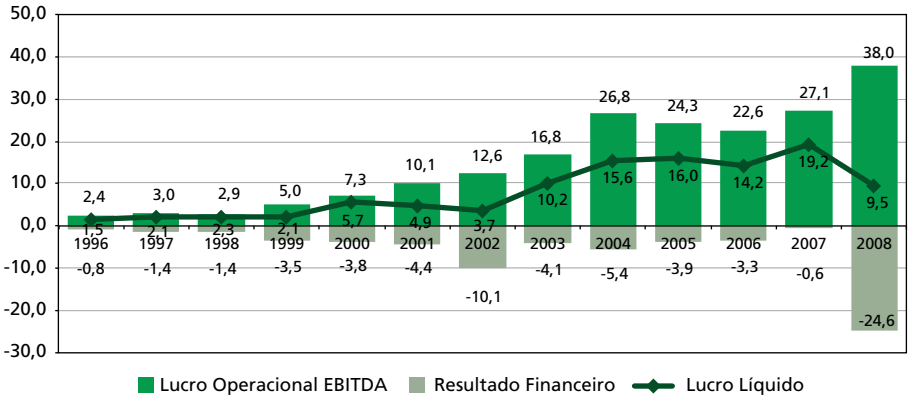
Nossa hipótese principal é a de que resultou de seu significativo endividamento em dólar, motivada por captações de empréstimos internacionais abaixo da taxa de juros interna. A abrupta desvalorização cambial, como a verificada entre 2001 e 2002, teria provocado significativo aumento em reais das dívidas externas das empresas, implicando o aumento do passivo e uma piora expressiva na conta financeira da demonstração de resultados. Isso teria afetado de forma negativa o lucro líquido (que é soma do lucro operacional EBITDA com o resultado financeiro menos os impostos sobre o lucro) e, consequentemente, da rentabilidade sobre o patrimônio líquido.

Infelizmente, não existe disponível a demonstração de resultados detalhada das 453 empresas industriais da nossa amostra entre 1996 e 2012, mas há evidências dos efeitos financeiros negativos da desvalorização cambial (e, vice-versa, dos efeitos positivos da valorização) para 17 empresas indústrias de capital aberto[4] (que são obrigadas a disponibilizar todas as informações contábeis) que fazem parte da amostra total das 453 empresas. Entre 2001 e 2002, o lucro operacional elevou-se em 24,8% (de R$ 10,1 bilhões para R$ 12,6 bilhões) e o déficit do resultado financeiro cresceu 126,9% (de R$ -4,4 bilhões para R$ -10,1 bilhões). A despeito do crescimento do lucro operacional em 2002, verificou-se redução do lucro líquido de 24,4% (de R$ 4,9 bilhões para R$ 3,7 bilhões) decorrente da expansão

4. As 17 empresas são: AMBEV, Siderúrgica Nacional, Gerdau, Usiminas, Embraer, Perdigão S/A, Souza Cruz, Weg, Suzano Papel, Fosfertil, Sadia S/A, Braskem, Klabin S/A, Aracruz, Duratex, Eternit, Kepler e Weber. Cabe observar que boa parte dessas firmas atua no ramo da agroindústria e de bens intermediários.

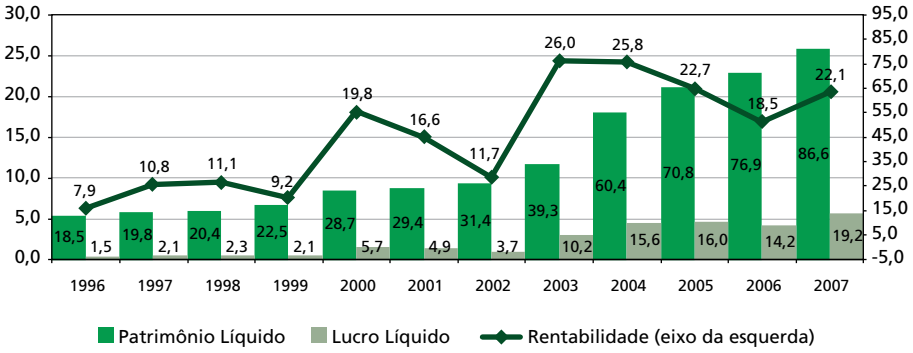
das despesas financeiras originadas da desvalorização cambial (gráfico 3). Com essa redução do lucro líquido, ocorreu diminuição da rentabilidade sobre o patrimônio de 16,6% em 2001 para R$ 11,7%, em 2002, dessas 17 empresas (gráfico 4).

GRÁFICO 3
Lucro operacional (EBITDA), resultado financeiro e lucro líquido de 17 empresas industriais de capital aberto, 1996-2008
(R$ bilhões)



Elaboração do autores, a partir das informações de Econométrica.

GRÁFICO 4
Patrimônio líquido (R$ bilhões), lucro líquido (R$ bilhões) e rentabilidade sobre o patrimônio (%) de 17 empresas industriais de capital aberto, 1996-2007



Elaboração do autores, a partir das informações de Economática.

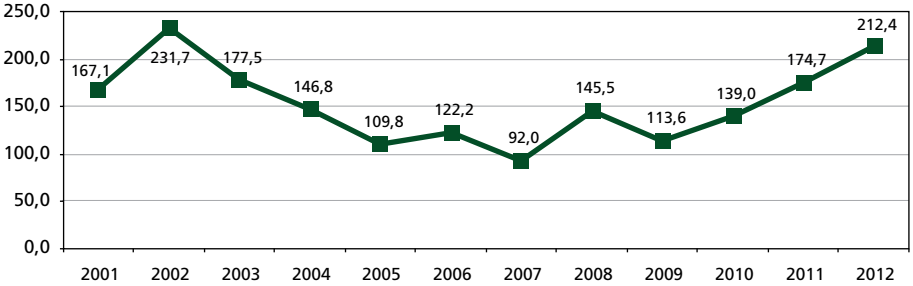
No sentido inverso, a valorização cambial verificada entre 2002 e 2003 implicou uma redução em reais das dívidas externas das empresas, provocando diminuição das despesas financeiras. Com isso, ocorreu expressivo aumento do lucro líquido e, consequentemente, da rentabilidade. Para as 17 empresas de nossa

subamostra, verificou-se que, entre 2002 e 2003, o lucro operacional elevou-se em 33,5% (de R$ 12,6 bilhões para R$ 16,8 bilhões) e o déficit financeiro caiu 59,4% (de R$ -10,1 bilhões para R$ -4,1 bilhões). Com isso, ocorreu elevação do lucro líquido de 177,3% (de R$ 3,7 bilhões para R$ 10,2 bilhões) decorrente, em parte, da redução das despesas financeiras (gráfico 3). Esse resultado do lucro líquido, mesmo com o aumento de 25% do patrimônio líquido (de R$ 31,4 bilhões para R$ 39,3 bilhões), proporcionou elevação da rentabilidade de 11,7%, em 2002, para 26%, em 2003, para a subamostra (gráfico 4).

A dinâmica da taxa de câmbio e da rentabilidade dessas 17 empresas industriais de capital aberto entre 2001 e 2003 evidencia a relação expressiva entre valorização e melhora financeira nestas grandes empresas industriais (e vice-versa) neste curto período. É, portanto, forte a suspeita de que esta tendência pode ser extrapolada para o conjunto das 453 empresas, umas vez que estas são igualmente firmas grandes e com acesso ao mercado externo de crédito.

Observe-se, "*en passant*", que a desvalorização em 2002 e a posterior valorização cambial em 2003 e nos anos seguintes pode ter tido efeito bastante generalizado no conjunto da economia brasileira, já que houve forte variação do endividamento externo do conjunto das empresas não financeiras, quantificado em moeda nacional (real), conforme mostra o gráfico 5. Entre 2001 e 2002, o endividamento geral aumentou 38,7% (de R$ 167,1 bilhões para R$ 231,7 bilhões) e no ano seguinte (2003) caiu 23,4% (de R$ 231,7 bilhões para R$ 177,5 bilhões), atingindo menor patamar em 2007 (R$ 92 bilhões – queda de 60% entre 2002 e 2007.

GRÁFICO 5
Endividamento externo das empresas brasileiras não financeiras, 2001-2012
(R$ bilhões)



Fonte: Banco Central do Brasil.
Nota: a dívida externa foi convertida em real utilizando a taxa de câmbio média do mês de dezembro de cada ano.

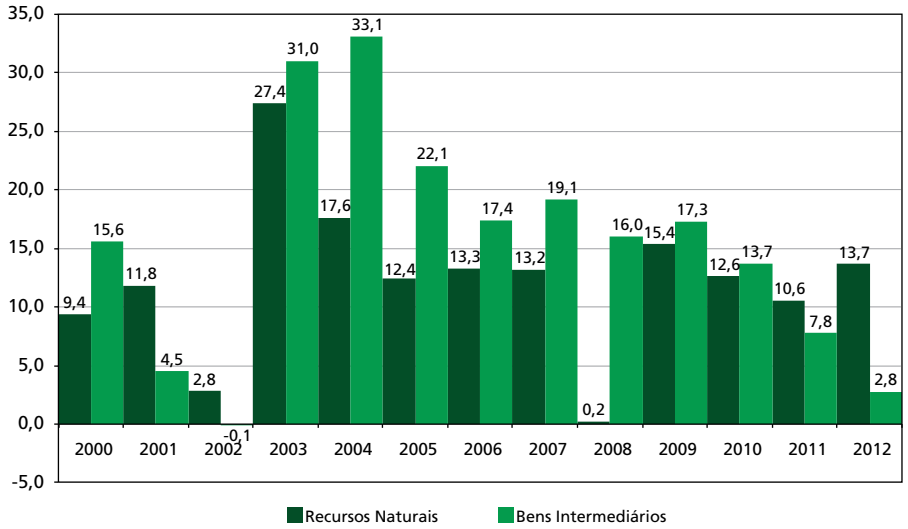
A subida da rentabilidade na indústria a partir de 2003 e a queda nos anos 2010 não se deram de forma homogênea entre todos os subsetores, muito menos podem ser entendidas apenas como uma decorrência das variações cambiais.

O salto da rentabilidade entre 2002 e 2003 foi fortemente influenciado pela valorização cambial, mas a manutenção da rentabilidade num nível elevado nos anos seguintes só pode ser explicada por meio da combinação da elevação dos preços das *commodities* (e seus efeitos sobre o setor da agroindústria e dos bens intermediários) e da importante expansão do mercado interno via aumento da demanda, puxado pelo setor de bens de consumo de massa).

A elevação dos preços das *commodities* e a expansão do mercado interno geraram impactos diferenciados nas empresas industriais. Esses efeitos heterogêneos podem ser mais bem compreendidos com a subdivisão apresentada nos gráficos 6 e 8. Percebe-se que o segmento de bens intermediários, que exporta parte significativa de sua produção, foi o que apresentou a partir de 2003 a maior rentabilidade sobre o patrimônio líquido (18% em média entre 2003 e 2012), com expressiva redução em 2011 (7,8%) e 2012 (2,8%).

GRÁFICO 6

Rentabilidade sobre o patrimônio líquido (%) das empresas industriais (com a exceção dos sub-ramos petróleo e gás, refino de petróleo e coque e álcool) por recursos naturais e bens intermediários : 453 maiores empresas em vendas, 2000-2012

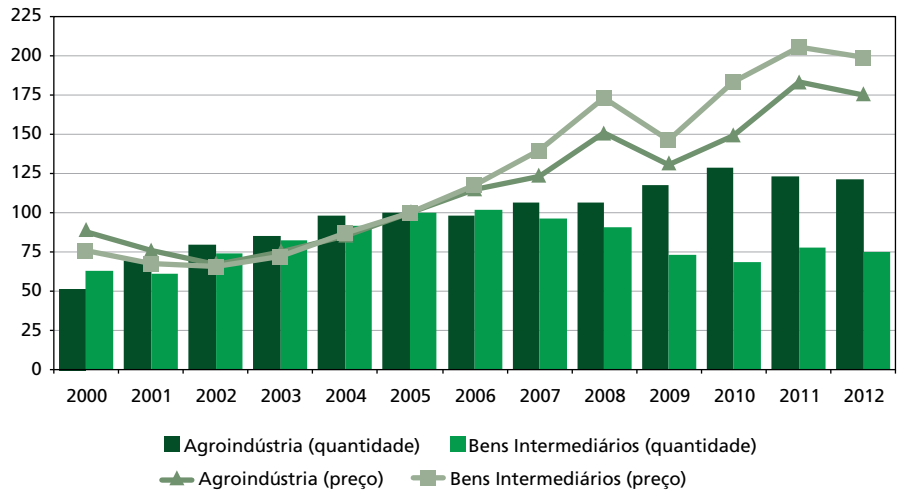


Elaboração do autores, a partir das informações da *Revista Exame* (Maiores e Melhores).

A explicação para esse fenômeno deve ser procurada numa característica da economia internacional do período, qual seja, na forte elevação dos preços internacionais de *commodities*, sobretudo o de minério, ferro e aço. Entre 2003 e 2008, o preço das exportações brasileiras de bens intermediários aumentou 17,9%, em média, e a quantidade exportada elevou-se em 2,8%, em média. Com a crise in-

ternacional, e a posterior desaceleração da economia mundial, ocorreu redução na taxa de crescimento do preço deste tipo de bem exportado (de 6,4% entre 2009 e 2012) e queda na quantidade exportada (de 4% entre 2009 e 2012). Essa situação se deteriorou ainda mais entre 2012 e 2001 quando o preço e a quantidade dos bens intermediários exportados caíram 6% e 3%, respectivamente (gráfico 7).

GRÁFICO 7
Preço (médio US$/ ton.) e quantidade (milhões de ton.) das exportações brasileiras dos setores de recursos naturais (Agroindústria) e de bens intermediários (2005=100), 2000-2012



Fonte: Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC).

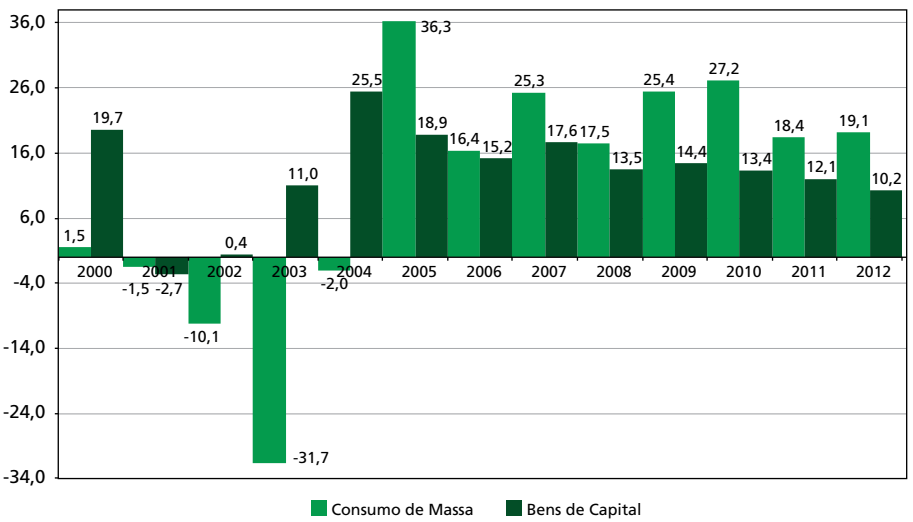
A rentabilidade dos setores de recursos naturais, mais especificamente a Agroindústria, foi de 13,6% entre 2003 e 2012, sendo que não se verificou grande dispersão dessa variável ao longo do período, com a exceção de 2008 (0,2%) (gráfico 6). O resultado negativo nesse último ano se deveu ao expressivo prejuízo de grandes empresas do ramo de papel e celulose, notadamente a Aracruz e outras, que estavam com forte exposição no mercado de derivativos de câmbio e foram pegas no contrapé com a desvalorização cambial de 2008, decorrente da crise internacional.

O nível de rentabilidade sobre o patrimônio dos produtores da Agroindústria permaneceu elevado ao longo dos anos 2000, mesmo após 2011. Isso ocorreu em virtude das características deste setor que, ao mesmo tempo, destina sua produção tanto primordialmente para exportação (papel e celulose, produtos de fumo e de madeira) quanto essencialmente para o mercado interno (alimentos e bebidas). No que diz respeito à produção voltada para o mercado externo, verificou-se que

o preço e a quantidade exportada da Agroindústria cresceram 11% e 3,9% em média anual entre 2003 e 2012, respectivamente (gráfico 7). No que se refere aos segmentos que destinam sua produção para o mercado interno, observou-se, a partir de 2005, uma expansão com o maior crescimento da economia brasileira.

E, como se observa no gráfico 8, nos segmentos de bens de capital e, sobretudo, dos bens de consumo de massa, o aumento de rentabilidade só ocorreu a partir de meados da década de 2000, justamente quando passa a ocorrer forte aumento na demanda por estes segmentos. Entre 2000 e 2004, as rentabilidades médias anuais sobre o patrimônio líquido do segmento produtor de bens de consumos de massa e de capital foram de -8,8% e de 10,8%; ao passo que, entre 2005 e 2012, a rentabilidade média anual elevou-se para 23,2% e 14,4%, respectivamente. É interessante ressaltar que, nestes últimos, a rentabilidade teve algum declínio a partir de 2010, mas permaneceu elevada – foi assim, particularmente, nos segmentos de bens duráveis de consumo.

GRÁFICO 8
Rentabilidade sobre o patrimônio líquido (%) das empresas industriais (com a exceção dos sub-ramos petróleo e gás, refino de petróleo e coque e álcool) por recursos naturais e bens intermediários: 453 maiores empresas em vendas, 2000-2012



Elaboração do autores, a partir das informações da *Revista Exame* (Maiores e Melhores).

Esse crescimento da rentabilidade dos segmentos produtores voltados, em boa medida, para o mercado interno foi fruto, inicialmente, resultado de alguma flexibilização da orientação contracionista da política econômica, com políticas creditícias expansionistas, e, posteriormente, com as medidas de combate à crise internacional, que impactaram de forma expressiva no aumento da massa

de rendimentos.[5] Num contexto de redução da restrição externa, essas medidas proporcionaram, até 2010, a expansão da economia brasileira puxada pelos investimentos e pelo consumo das famílias, que criou as condições para um consumo de massas que articulou crescimento com distribuição de renda, e que durou até 2010 (Teixeira; Pinto, 2012).

A economia brasileira recuperou-se rapidamente da crise devido à recuperação do setor externo e ao crescimento do consumo das famílias de 4,4% em 2009, auge da crise no Brasil, mas voltou a patinar a partir de 2011, sobretudo no componente formação bruta de capital fixo.

3 ENUNCIADO GERAL DA INTERPRETAÇÃO E FATOS ESTILIZADOS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA: RENTABILIDADE, INVESTIMENTO E PRODUTIVIDADE

No esquema analítico aqui adotado, a dinâmica da demanda afeta a capacidade ocupada/nível de utilização e a rentabilidade (corrente e esperada) que impactam na decisão capitalista de investir. Por sua vez, o investimento afeta a produtividade por meio do aumento do estoque de capital e da modernização de máquinas e equipamentos.

Esse esquema analítico apoia-se no modelo kaleckiano dos determinantes do investimento. Para Kalecki (1977), o montante do investimento, principal variável da dinâmica econômica, num determinado momento, depende de três variáveis discriminadas a seguir.

1) *Da acumulação interna dos lucros das firmas* (lucros correntes retidos após distribuição para os acionistas), que afeta a disponibilidade de recursos financeiros próprios para novos investimentos acumulados.

2) *Das variações nos lucros por unidade de tempo*. A elevação dos lucros impacta positivamente os investimentos na medida em que "um aumento dos lucros do começo ao fim do período considerado tornam atraentes certos projetos anteriormente considerados não lucrativos, permitindo dessa forma a ampliação dos limites dos planos de investimentos" (Kalecki, 1977, p. 118).

3) *Das variações no estoque de capital*. O incremento no estoque de capital, mantendo-se constante o lucro, afeta negativamente a taxa de lucro, restringindo os limites dos planos de investimento. Em outras palavras, quando as empresas aumentam seu estoque de capital, num contexto anterior de existência de capacidade, isso afeta negativamente a decisão de investir.

5. O crédito expandiu-se de 26,1% do PIB em dezembro de 2003 para 45,2% do PIB em dezembro de 2010. Além da expansão do crédito pelos bancos públicos durante a crise de setembro de 2008, outras medidas foram adotadas pelo governo, tais como reduções das alíquotas do IR e do IPI sobre carros novos, material de construção e eletrodomésticos, do IOF nas operações de crédito das pessoas físicas e da Cofins sobre motos.

Em linhas gerais, pode-se afirmar que, do ponto de vista do financiamento, o aumento na rentabilidade (acumulação interna dos lucros das firmas) afeta o investimento por duas vias principais. Por um lado, aumenta o lucro retido pelas firmas, possibilitando o financiamento com recursos próprios sem a necessidade de recorrer a opções mais arriscadas de financiamento (nacional ou estrangeiro), seja ele no mercado financeiro, seja no acionário. Por outro lado, desloca a restrição financeira, possibilitando maior acesso a crédito. Claro é que a disponibilidade de recursos é um condicionante, e não um determinante do investimento, já que a firma capitalista não irá investir para aumentar capacidade ociosa.

Sendo assim, o grau de utilização é um dos elementos fundamentais para a compreensão da dinâmica do investimento. Ou seja, se a demanda aumenta, aumentando o grau de utilização, o investimento tende a responder até ajustar o estoque de capital ao novo nível de demanda. Se o nível da demanda cresce, o investimento se ajusta ao novo nível e não há por que continuar crescendo. Entretanto, se houver taxa positiva de crescimento da demanda – liderada por gastos autônomos, como exemplo – a taxa de crescimento do investimento responderá positivamente, seguindo o princípio kaleckiano do ajustamento do estoque de capital ou acelerador flexível. De forma resumida, o mecanismo do acelerador postula que o investimento privado em nova capacidade produtiva reage a variações na utilização da capacidade instalada corrente e também das expectativas dos empresários quanto à evolução da demanda em períodos posteriores que, por sua vez, também exercem um impacto sobre as margens de lucro que poderão ser realizadas nos novos projetos.

A partir desse esquema analítico, apresentaremos nas subseções seguintes os fatos estilizados da indústria de transformação na década de 2000, buscando compreender as interconexões entre as variáveis rentabilidade, investimento e produtividade.

3.1 Fatos estilizados da indústria de transformação

A dinâmica da indústria de transformação entre 2002 e 2012 – e, quando possível, até 2013, caso haja dados disponíveis para mostrar a tendência mais recente – somente consegue ser analisada a partir dos efeitos da dinâmica da economia brasileira e das mudanças no contexto internacional no período. Isso implica separar temporalmente esse período em três subperíodos: *i*) entre 2000 e 2003; *ii*) entre 2004 e 2010; e *iii*) a partir de 2011.

Em termos de crescimento do PIB, o primeiro período, de 2000 a 2003, caracteriza-se por relativamente baixo crescimento do PIB, com média anual de 2,3%. A partir de 2004 até 2010 (segundo período), o crescimento econômico toma novo alento e se acelera para uma taxa média de 4,5% ao ano, a despeito da grave crise internacional de 2008, que teve um impacto muito forte sobre a

taxa de crescimento do produto em 2009. A partir de 2011 (terceiro período), há forte desaceleração do crescimento econômico com a média até 2013 caindo para 2,1% – e, certamente, dados os resultados dos primeiros dois trimestres de 2014 – reduzindo-se ainda mais ao término de 2014 (tabela 1).

TABELA 1
Variações do PIB, investimento, consumo, investimento da indústria de transformação e rentabilidade da indústria de transformação
(médias anuais %)

	2000-2003	2004-2010	2011-2013*
PIB	2,3	4,5	2,1
Consumo privado	4,5	5,2	3,3
Investimento	-1,1	9,2	2,3
Rentabilidade da indústria de transformação (com a exceção dos sub-ramos petróleo e gás, refino de petróleo e coque e álcool)	6,1	17,3	10,4

Fonte: Ipeadata e base de dados própria, a partir das informações da *Revista Exame* (Maiores e Melhores).
Nota: *médias de variação calculadas a partir de dados de 2000, sendo que os dados de rentabilidade se estendem apenas até 2012, mas, dada a existência dos outros dados até 2013, optamos por apresentá-los.

Como esperado pelo princípio do acelerador, observa-se, na tabela 1, que no período de aceleração do crescimento do PIB o investimento (de todos os setores da economia brasileira e da indústria de transformação) cresceu a uma taxa muito superior ao do produto agregado e consumo, ao passo que na fase de desaceleração pós-2011 dá-se o inverso, com destaque para forte retração no investimento da indústria de transformação. A rentabilidade também foi mais elevada no período de mais alto crescimento, mas a redução após 2011 é apenas moderada, preservando um patamar bem superior ao alcançado aos no subperíodo de baixo crescimento anterior, isto é, 2001-2003. Ainda assim, pode-se dizer que a queda de rentabilidade a partir de 2011 sinaliza para uma situação menos confortável em termos de expectativas empresariais e de capacidade de financiamento para novos investimentos.

A trajetória agregada da relação entre crescimento, investimento e rentabilidade da indústria de transformação também foi verificada no nível desagregado dos grandes ramos desse setor. Essa desagregação permite que tenhamos uma noção mais precisa de quanto, de fato, ocorreu de expansão da capacidade produtiva e de como variou a rentabilidade. Infelizmente, a inexistência de Contas Nacionais depois de 2009 impede a realização da desagregação de 2010 em diante.

Nos grupos recursos naturais, consumo de massa, bens intermediários e de capital, também se verificaram movimentos no investimento e na lucratividade que segue o ciclo econômico. Em forma consistente com o que se espera do efeito desfavorável do acelerador num contexto de reversão, houve, no período 2001-2003, uma queda muito forte do investimento e dos lucros Na fase de expansão que se

iniciou a partir de 2004 e se acelerou ainda mais depois de 2006, o investimento e a rentabilidade reagiram de forma muito vigorosa ao crescimento da demanda agregada, apresentando taxas médias de crescimento bastante elevadas. Já 2009 foi um ano atípico, com queda abrupta no início do ano e recuperação forte desde então – a qual, pelo menos nos dados agregados, estendeu-se até 2010 (tabela 2).

TABELA 2
Taxas de variação anual dos investimentos, e taxas de rentabilidade da indústria de transformação (com a exceção dos sub-ramos petróleo e gás, refino de petróleo e coque e álcool), por grandes grupos de setores (médias anuais dos períodos assinalados)

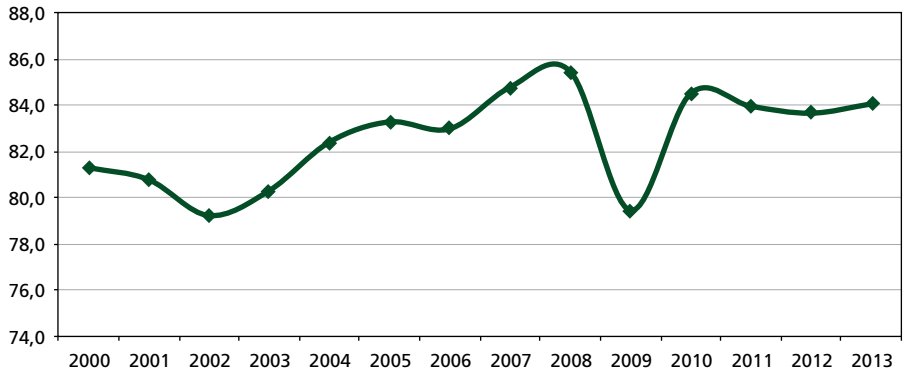
Grupos/Fases	Declínio	Expansão	Recessão
	2001-2003	2004-2008	2009
INVESTIMENTO			
Agroindústria	-3,3	10,1	-19,0
Bens de consumo não duráveis	-11,9	9,3	-28,0
Bens de consumo duráveis	-11,5	8,9	-23,9
Bens intermediários	-10,4	11,6	-21,3
Bens de capital	-8,4	12,0	-22,7
RENTABILIDADE			
Agroindústria	14,0	11,3	15,4
Bens de consumo não duráveis	-8,3	19,5	23,5
Bens de consumo duráveis	-20,9	23,7	29,9
Bens intermediários	11,8	21,5	17,3
Bens de capital	2,9	18,1	14,4

Fonte: Investimento em Bielschowsky, Squeff e Vasconcelos (2014) e rentabilidade com base de dados própria, a partir das informações da *Revista Exame* (Maiores e Melhores).

Essa evolução dos investimentos da indústria de transformação na década de 2000 é explicada pela dinâmica do nível de utilização da capacidade instalada (Nuci) da indústria – que é uma *proxy* da trajetória da demanda. Vejamos como se deu essa trajetória.

A partir do início do ciclo em 2004, a indústria de transformação começa a expandir a utilização da capacidade instalada, e a realizar forte expansão do investimento, como mencionado anteriormente. Após a abrupta queda em função da crise de 2008, o formato da curva da utilização da capacidade segue o da recuperação econômica. Sofre, contudo, nova reversão a partir de 2011, uma vez mais de acordo com o ciclo econômico (gráfico 9). Vale anotar que mesmo no pico da atividade econômica, ao final de 2010, a utilização da capacidade encontrava-se num nível aquecido, mas não há condições de definir até que ponto o quadro então prevalecente era de restrição pelo lado da oferta, ou seja, de teto à expansão estabelecido por falta de capacidade produtiva, porque as políticas restritivas de 2011 trataram de desacelerar bruscamente o próprio crescimento da economia.

GRÁFICO 9
Nível de utilização (Nuci) da indústria de transformação, 2000-2013
(média anual; %)



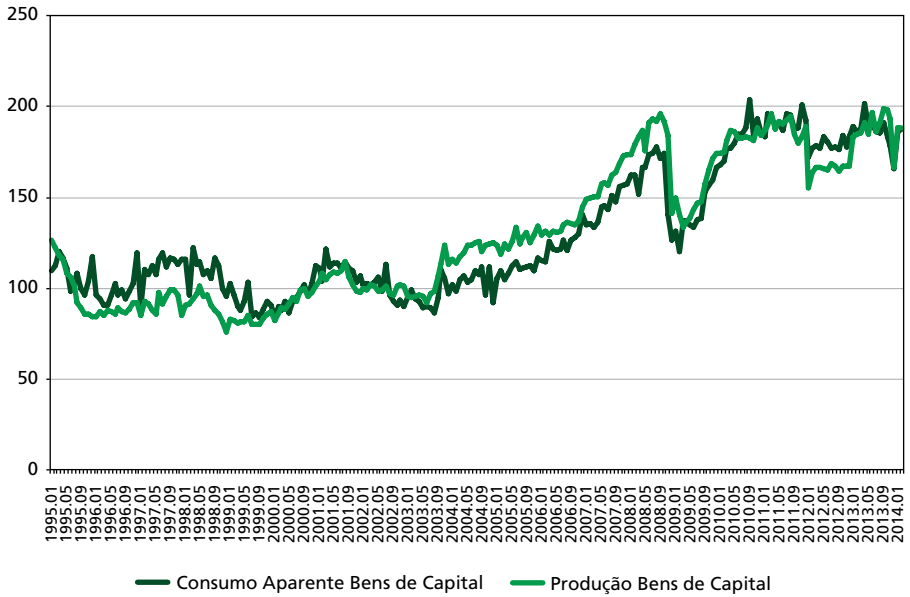
Fonte: Ipeadata.

Cabe observar que, a se seguir a tendência observada no gráfico 9, caso haja um novo ciclo expansivo a partir de 2015, o ponto de saída da capacidade instalada será levemente superior ao do ciclo anterior, cerca de 1% acima, não ficando claro se essa pequena elevação possa caracterizar um entrave a um novo ciclo expansivo.

Até aqui se descreveu o desempenho cíclico do investimento do setor industrial brasileiro, que seguiu de forma bem comportada as oscilações de recuperação do ciclo e depois uma nova desaceleração a partir de 2011, associado aos movimentos do nível de utilização da indústria de transformação. Também se observou que, em nenhum momento, com a exceção dos anos de 2001 e 2002, pode-se afirmar que a rentabilidade tenha se constituído uma barreira tanto pelo lado da provisão de recursos internos quanto como um sinal de retorno pouco atraente ao capitalista.

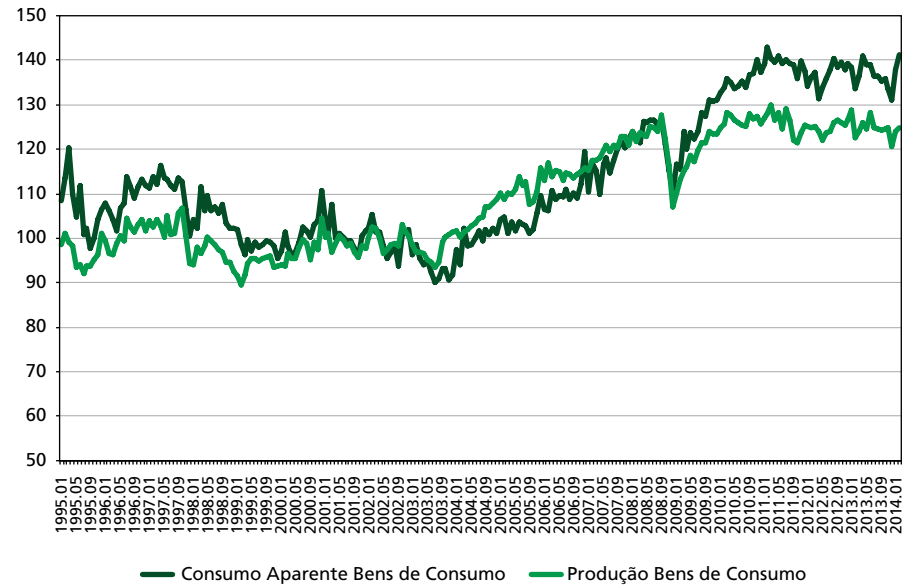
A despeito do ciclo de expansão da indústria de transformação entre 2004 e 2010, observou-se, desde 2006, um desempenho negativo no que diz respeito à evolução do saldo comercial industrial. Para analisarmos este processo, observaremos a evolução da relação entre produção e consumo aparente – variável que mede a absorção interna ao somar a produção com a importação e descontar as exportações. Logo, esta relação avalia o quanto da absorção interna é atendida pela produção doméstica. Os gráficos 10, 11 e 12 estão divididos em três grande grupos, os de bens de capital, os de intermediários e os de consumo.

GRÁFICO 10
Produção e consumo aparente de bens de capital, 1995-2013



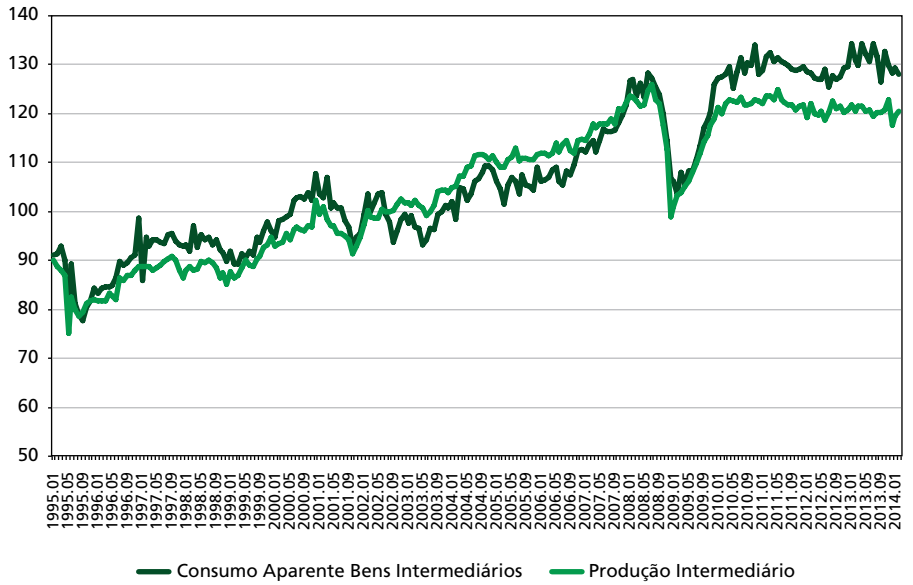
Fonte: Ipea.

GRÁFICO 11
Produção e consumo aparente de bens de consumo, 1995-2013



Fonte: Ipea.

GRÁFICO 12
Produção e consumo aparente de bens intermediários, 1995-2013



Fonte: Ipea.

Como se pode observar a partir dos grandes ramos da indústria de transformação, descontados os bens de capital, há um padrão interessante: *i*) um primeiro e ainda relativamente moderado descolamento entre a expansão do consumo aparente e da produção até a crise do final de 2008 e início de 2009, como mostram nos gráficos acima o cruzamento das linhas que representam as duas variáveis; b) uma exacerbação dessa tendência em 2010, e, após essa data, uma exacerbação dessa tendência; c) certa "cristalização" da brecha entre consumo e produção a partir de 2011, quando ambas as variáveis entram num período de relativa estagnação (gráficos 10, 11 e 12). Por certo, esse padrão representa uma preocupação para aqueles que analisam o desempenho da indústria, por suas implicações estruturais, e exige ao menos a formulação de algumas hipóteses explicativas para entender o que se passou no período examinado.

A formulação feita a seguir persegue dois caminhos complementares. O primeiro busca entender esse movimento desagregando os setores, e o segundo, o entendimento sobre até que ponto esse comportamento é resultado de alguma mudança na estrutura produtiva – mais especificamente da relação produção doméstica e importações.

A partir dos dados calculados de relação entre consumo aparente e produção, apresentados na tabela 3 a seguir, pode-se verificar que, após a crise de 2008,

ou mais precisamente a partir da saída da crise por meio das políticas contracíclicas estabelecidas pelo governo federal, a característica geral é uma expansão da razão consumo aparente/produção em todos os setores destacados.[6] Alguns setores partem de um patamar muito baixo, a saber produtos de madeira, derivados de petróleo, produtos de borracha, produtos de metal e outros materiais de transportes. Um segundo grupo que estabelecemos com uma relação entre 1 e 1,10 engloba têxteis, vestuário, produtos farmoquímicos, minerais não metálicos, máquinas e equipamentos, metalurgia e móveis. Finalmente, há um grupo que já possuía uma relação elevada, acima de 1,10, composto por informática, veículos automotores e produtos químicos. O crescimento médio destas razões é expressivo, cerca de 37%, ainda que não haja uma regularidade entre menor relação antes de 2008 e maior taxa de crescimento. O exemplo mais gritante é o da informática, seguida de veículos automotores, que já possuíam as relações mais elevadas antes de 2008 e, ainda assim, registram também uma das mais elevadas taxas de crescimento, cerca de 47% e 76%, respectivamente. Outros setores que cresceram bastante a relação entre consumo aparente e produção foram vestuário, produtos de metal, outros materiais de transporte, produtos farmoquímicos, máquinas e equipamentos e veículos automotores. Não procuraremos desenvolver uma análise detalhada dessa evolução, mas apenas anotar que em alguns casos, como produtos de metal, outros materiais de transporte e produtos farmoquímicos, o valor-base era bastante reduzido.

TABELA 3
Relação consumo aparente/produção

	Período 2000-2008	Período 2009-2013	Variação
Têxteis	1,005	1,138	13,2
Vestuário	1,024	1,465	43,1
Produtos de madeira	0,963	1,108	15,1
Celulose	0,994	1,198	20,5
Derivados de petróleo	0,988	1,093	10,6
Produtos químicos	1,106	1,319	19,3
Produtos farmoquímicos	1,012	1,471	45,3
Produtos de borracha	0,973	1,256	29,1
Minerais não metálicos	1,025	1,293	26,1
Metalurgia	1,025	1,293	26,1
Produtos de metal	0,998	1,427	42,9
Informática	1,382	2,030	46,9
Máquinas e equipamentos	1,049	1,770	68,8
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,040	1,344	29,3
Veículos automotores	1,142	2,014	76,4
Moveis	1,058	1,306	23,4
MÉDIA	1,049	1,408	33,5

Fonte: Ipea.
Elaboração dos autores.

6. Apesar da tendência geral, destacamos neste estudo aqueles cuja tendência foi mais pronunciada.

Como o consumo aparente inclui a produção doméstica mais as importações, é possível examinar como estas se relacionam com o crescimento da razão consumo aparente/produção doméstica. Utilizam-se aqui os dados calculados pela Confederação Nacional de Indústria (CNI) de penetração de importações e coeficiente de insumos importados.

Como se pode observar, a partir da tabela 4, a tendência geral é de expansão tanto das importações como fração da produção quanto dos insumos importados. Em dois casos, há redução do coeficiente de penetração das importações (importação sobre produção) combinada com elevação da participação dos insumos importados na produção. Este seria um caso menos negativo, em princípio, para a produção nacional, uma vez que a utilização de mais insumos importados não implica crescimento da importação em relação à produção total, ou seja, mantêm-se uma parcela do processo produtivo, e, consequentemente, empregos, em território nacional. Na amostra aqui selecionada há prevalência de casos nos quais a ampliação do coeficiente de penetração é superior à do coeficiente de insumos importados, mas não a ponto de caracterizar uma clara tendência.

TABELA 4
Evolução setorial dos coeficientes de importação e de penetração de importações 2009-2014 x 2000-2008

Setores		Taxa de variação 2009-2013/2008-2000 (%)
Têxteis	Coef. insumos importados	42,3
	Coef. penetração importações	50,4
Vestuário	Coef. insumos importados	5,2
	Coef. penetração importações	121,3
Madeira	Coef. insumos importados	47,7
	Coef. penetração importações	-36,6
Celulose e papel	Coef. insumos importados	24,7
	Coef. penetração importações	5,1
Derivados do petróleo e biocombustíveis	Coef. insumos importados	3,2
	Coef. penetração importações	37,1
Químicos	Coef. insumos importados	40,2
	Coef. penetração importações	14,6
Farmoquímicos e farmacêuticos	Coef. insumos importados	10,9
	Coef. penetração importações	20,9
Borracha e material plástico	Coef. insumos importados	5,7
	Coef. penetração importações	19,3
Minerais não metálicos	Coef. insumos importados	7,5
	Coef. penetração importações	13,0

(Continua)

(Continuação)

Setores		Taxa de variação 2009-2013/2008-2000 (%)
Metalurgia	Coef. insumos importados	44,8
	Coef. penetração importações	34,9
Produtos de metal	Coef. insumos importados	8,6
	Coef. penetração importações	21,4
Informática, eletrônicos e ópticos	Coef. insumos importados	18,5
	Coef. penetração importações	3,8
Máquinas e materiais elétricos	Coef. insumos importados	-9,0
	Coef. penetração importações	-7,9
Máquinas e equipamentos	Coef. insumos importados	24,4
	Coef. penetração importações	-0,4
Veículos automotores	Coef. insumo importados	3,4
	Coef. penetração importações	14,3
Móveis e produtos diversos	Coef. insumo importados	9,3
	Coef. penetração importações	27,2

Fonte: CNI.
Elaboração dos autores.

Até este ponto procuramos ilustrar como o desempenho recente da indústria foi tal que se abriu uma brecha entre produção e absorção doméstica. Ou seja, apesar de alta rentabilidade e de expansão consistente do consumo aparente, a capacidade de oferta se expandiu aquém do que o mercado interno absorveu.

Outro problema identificado na evolução indústria de transformação diz respeito à questão da produtividade, uma vez que mesmo nos ciclo de expansão, em que se verificou elevação dos investimentos da capacidade produtiva, não ocorreu um crescimento da produtividade, como esperado pelo nosso esquema analítico (Variação do produto (das vendas) → *Variação do Investimento* → *Variação da Produtividade*). Pelo contrário, o que se observou foi uma expansão do valor adicionado e do investimento e um mau desempenho da produtividade na indústria de transformação.

O comportamento da produtividade tem sido, para vários estudiosos da indústria brasileira, um enigma.[7] Apesar da evolução favorável do investimento no período de maior crescimento, de 2004 a 2010, tal comportamento não parece ter revertido em ganhos de produtividade mais consistentes (tabela 5).

Duas advertências devem ser assinaladas, a princípio. Primeiro, o dado das Contas Nacionais para o ano de 2005 apresenta crescimento excepcionalmente

7. Ver Ipea (2012) e Squeff (2012).

forte da mão de obra ocupada, o que resulta em queda também expressiva da produtividade neste ano. Sem dúvida, uma boa explicação histórica ou microeconômica é aqui exigida, porque não era de se supor que as empresas tenham nesse ano contratado um número tão elevado de funcionários a ponto de reduzir a produtividade – ademais em um ano em que o salário real também subiu. Por esta razão, calculamos a variação da produtividade evitando o efeito distorcido de 2005. A segunda advertência é sobre a oscilação pró-cíclica da produtividade, que afeta fortemente o ano de 2009, o qual, por este motivo, separamos dos anteriores (tabela 5). O mesmo vale para a economia pós-2011, quando se utilizam outras bases de dado que não as Contas Nacionais, como a Pesquisa Industrial Anual (PIA), por exemplo. Aí também a reversão cíclica iniciada em 2011 tem um impacto negativo sobre a variação da produtividade.

TABELA 5
Taxas de crescimento médio da produtividade do trabalho

	2003 -2000	2008 -2004	2009
Agroindústria	1,53	-1,35	-2,86
Consumo de massa	-0,80	1,32	-0,87
Bens intermediários e de capital	-0,69	0,54	-9,53

Fonte: Contas Nacionais.
Elaboração dos autores.

Nos dados da tabela 5 existe, na maioria das células, uma tendência esperada da natureza pró-cíclica da variação da produtividade do trabalho, à exceção do caso da agroindústria entre 2004 e 2008. Mas a taxa é relativamente reduzida neste último período para os bens de consumo de massa e bens intermediários e de capital. Como, paralelamente, parece ter ocorrido uma elevação do salário real, ainda que também apenas suave, permanece carente de melhor explicação a expansão da rentabilidade das empresas no período. Um dos caminhos já explorados na seção anterior diz respeito a questões ligadas à gestão financeira das empresas e, certamente, à crescente utilização da capacidade instalada. Apesar de esses dois fatores serem relevantes, a questão aqui é apenas enunciada como polêmica, demandando estudos específicos mais aprofundados.

Apresenta-se a seguir um exercício simples de correlação entre os fatores que determinam o investimento (tabela 6) . Ele nos permite assinalar algumas importantes evidências do quadro analítico aqui apresentado, bem como dos fatos estilizados da indústria de transformação brasileira.

TABELA 6
Matriz de correlações, 2000-2009

Variáveis	Rentabilidade (t-1)	Rentabilidade (t-1) – Selic	Nuci	Taxa de câmbio	FBKF
Rentabilidade (t-1)	1,00	0,92	0,65	-0,10	0,40
Rentabilidade (t-1) – Selic	0,92	1,00	0,67	-0,19	0,52
Nível de utilização (Nuci)	0,65	0,67	1,00	-0,57	0,84
Taxa de câmbio	-0,10	-0,19	-0,57	1,00	-0,79
FBKF	0,40	0,52	0,84	-0,79	1,00

Elaboração do autores, a partir das informações da *Revista Exame* (Maiores e Melhores), e Bielschowsky, Squeff e Vasconcelos (2014).

Como se pode observar na tabela 6, há forte correlação entre utilização da capacidade e investimento, o que aponta na direção da validade do mecanismo do acelerador. Também interessante é notar que a correlações são, quase sempre, mais fortes quando se considera, no lugar de rentabilidade, o diferencial entre esta e a Selic – ou seja, o custo de oportunidade da decisão capitalista entre realizar investimento ou aplicação financeira. É importante observar que os resultados de correlação com variáveis defasadas de rentabilidade e investimento são muito mais robustas que as correlações com variáveis contemporâneas. Este resultado reforça a ideia que uma elevada rentabilidade das empresas é importante para gerar lucros retidos (acumulação interna dos lucros das firmas) que atuarão como fonte de financiamento interno do novo investimento.

Em relação ao câmbio, deve-se ter certo cuidado com os resultados aqui explicitados. Na seção anterior, explicamos a relação particular entre rentabilidade e câmbio no período. Não se deve, assim, buscar, ao contrário das demais correlações realizadas, uma explicação estrutural ou permanente que oponha desvalorização cambial e rentabilidade. O mesmo deve ser dito para investimento. São múltiplos os canais do câmbio para o investimento e, eventualmente, a dominância de um ou outro mecanismo de causação, sem falar na existência de outros fatores ocorrendo em paralelo no período analisado, que podem explicar o resultado obtido.

Apenas a título de ilustração, uma valorização cambial resultando em ganhos salariais pode, por meio da demanda por consumo, elevar o produto e, assim, via acelerador, o investimento agregado. Uma valorização cambial pode, também, ao baratear os bens de capital, facilitar a decisão de investimento, principalmente em setores cuja rentabilidade não dependa diretamente das variações, para as receitas de vendas, desse mesmo comportamento do câmbio.

Outra hipótese é a do câmbio real valorizado inviabilizar setores que tenham dinamismo tecnológico e externalidades fortes, que impliquem uma taxa de crescimento da economia superior àquela derivada diretamente do crescimento de tal setor.

Particularmente, no período examinado, a valorização cambial foi acompanhada de medidas de incentivo ao crédito doméstico, relaxamento da instância fiscal e medidas de transferência de renda com melhoria da distribuição de renda, que acabaram por aquecer os componentes domésticos de demanda. Não surpreende, então, a correlação evidenciada na tabela 6.

3.2 Hipóteses explicativas dos fatos estilizados da indústria de transformação

Durante todo o ciclo expansivo de 2004 a 2010, a indústria apresentou alta rentabilidade e elevada taxa de investimento, que reagiu adequadamente, via mecanismo do acelerador ao aumento da utilização da capacidade instalada. As medidas tomadas pelo governo Dilma Roussef desaqueceram bruscamente a trajetória prévia de forte crescimento e, com isso, consequentemente, tanto a rentabilidade quanto a utilização da capacidade instalada e, finalmente, o investimento.

O dado que demanda uma explicação, pois não segue a trajetória normal do ciclo econômico, representando, possivelmente, uma mudança estrutural, é o da brecha entre consumo aparente e produção doméstica para bens de consumo e intermediários. Ainda que não sejamos capazes de oferecer uma explicação definitiva que demandaria estudos microeconômicos mais específicos, podemos aventar algumas hipóteses.

O investimento na indústria, apesar de pujante e muito rentável, abriu espaço a um acelerado aumento das importações que, ademais, não foi compensado por um aumento das exportações, o que fica patente na abertura de um grande déficit na balança comercial da indústria de transformação.

Uma primeira hipótese é que, apesar de pujante o crescimento do investimento no período de ascensão, não foi suficiente para estabelecer plantas capazes de "substituir importações" ou mesmo tornarem-se eficientes nas exportações, resultado que poderia ser creditado à brusca reversão ocorrida em 2011. Infelizmente, não é possível pelos meros dados de fluxos de investimento analisar em quanto se amplia a capacidade produtiva, requerendo-se, para tanto, dados sobre estoque de capital ainda inexistentes quando se trata de indústria de transformação. De acordo com a hipótese levantada por Bielschowsky, Squeff e Vasconcellos (2014), o ciclo de investimento dos anos 2000 na indústria de transformação teria se concentrado em reposição e modernização, contendo relativamente pouca expansão e diversificação, e resultando, portanto, em pouca expansão na capacidade de oferta.

Devem-se aguardar os resultados de pesquisa ainda em andamento, sobre estoque de capital, para lançar luzes mais fortes na discussão.[8]

Ao lado de progressiva eliminação do saldo comercial, outro resultado desfavorável no comportamento da indústria de transformação foi – em que pese o forte aumento dos investimentos nos anos 2004-2010 – a estagnação na produtividade. A hipótese acima mencionada, de que teriam prevalecido investimentos em reposição e modernização, mas não em expansão – e, portanto, em novas plantas capazes de ocupar espaços numa economia mundial em rápido processo inovativo, seja de processos como de produtos – constitui um interessante caminho para futuras investigações sobre o tema.

A maior penetração de produtos importados em atividades tradicionais possivelmente resulta de uma tendência natural dada a nova ordem produtiva internacional com o sudeste asiático, e já iniciando a África, como áreas de produção preferencial destes bens. Já o desempenho desfavorável de alguns setores mais modernos sinaliza para dificuldade de adaptação da oferta a novos perfis de demanda – como é o caso de partes, peças e componentes eletrônicos, em que ocorreu uma verdadeira avalanche de importações – ou seja, pouco investimento em diversificação e em inovação.

Outra importante hipótese, complementar à anterior, diz respeito à própria conjuntura internacional, na qual o Brasil apresenta rápida recuperação da crise de 2008-2009, enquanto vários países desenvolvidos, como os Estados Unidos e países europeus permaneceram em recessão, ou, na melhor das hipóteses, estagnados. O mercado brasileiro, de tamanho absoluto expressivo, passou a ser, então, uma destinação relevante à oferta mundial instalada, muito superior à demanda corrente dos países mais desenvolvidos. Como a produção industrial hoje é composta de redes ligadas a grandes firmas transnacionais, é natural que estas ajustem suas capacidades globais internacionais a uma estratégia de minimização de perdas pelo desaquecimento de importantes mercados.[9]

A estrutura produtiva brasileira ainda tem forte presença de setores e plantas instaladas nos anos 1970. Esse envelhecimento estrutural, e a falta de diversificação e avanço para setores que hoje são os mais dinâmicos da produção capitalista mundial, acaba resultando numa menor produtividade do trabalho e no estabelecimento de certa "rigidez estrutural".[10] Mas há um agravante: mesmo em setores tradicionais, especialmente em bens intermediários como petroquímica e siderurgia, os investimentos em expansão estão bem aquém da expansão do consumo aparente.

8. Projeto KLEMS, Ipea/UFRJ/Cepal.

9. Um caso típico foi o do setor automotivo, no qual o México amplia de forma substancial suas exportações para a Aladi em meio ao desaquecimento do seu mercado principal, os Estados Unidos.

10. A expressão é de Kupfer e Carvalho (2007).

Nossa forte suspeita é a de que, apesar de elevada rentabilidade, o investimento em uma expansão e diversificação não prosperou adequadamente. Os empresários parecem jogar suas fichas na preservação da capacidade corrente de extrair bons lucros sobre as plantas ou linhas de produção já existentes – sobre o capital já enraizado – investindo em reposição e numa modernização que não altera de forma mais efetiva o mix de oferta doméstica; é como se não fizessem apostas no futuro, mesmo quando há forte estímulo de demanda interna. A reação do investimento ao aumento da demanda – mecanismo do "acelerador" – estaria sendo, neste sentido mais qualitativo, "cautelosa", evitando maiores enraizamentos de capital.

Resta buscar entender, por meio de estudos futuros, por que os empresários parecem sentir-se pouco estimulados a expandir com diversificação produtiva, associando novos produtos a novos processos mais eficientes. Poder-se-ia cogitar que seus cálculos lhes transmitem uma expectativa pouco favorável de rentabilidade sobre o novo capital frente aos riscos e incertezas de mercado. Considerariam que os custos relativamente mais elevados do investimento em expansão com diversificação e inovação no Brasil – inclusive taxas de juros de curto prazo – não recomendam novas apostas contra a concorrência internacional, diante das perspectivas dessa concorrência e da insegurança quanto à continuidade da expansão da economia brasileira.

É interessante observar, a propósito de tais incertezas, que parecia estar em curso no Brasil, no período 2006-2010, uma recuperação da confiança empresarial no futuro da economia brasileira. O forte crescimento em 2010 parecia confirmar boas expectativas prévias à crise de 2008 sobre crescimento. Este parecia possuir fôlego longo, inaugurado com a ampliação no valor das *commodities* baseados em recursos naturais, e confirmado pela expansão do mercado interno de consumo de massa e pela recuperação dos investimentos em infraestrutura. Os eventos posteriores nas economias brasileira e mundial parecem ter interrompido esse ciclo.[11]

Outra hipótese interessante a explorar diz respeito à própria inserção do país nas cadeias de produção global e na análise de como essa ordem produtiva internacional afeta as decisões de investimentos locais, diferenciando empresas estrangeiras de nacionais. Sem estudos mais específicos e setoriais é difícil avaliar até que ponto os setores de capital nacional seriam, e são, capazes de, efetivamente, ser responsáveis por essa ampliação de capacidade com diversificação.

O que fica claro do estudo aqui empreendido é que a rentabilidade das grandes empresas industriais no período não foi empecilho a este processo, e sua razão deve ser procurada nos caminhos específicos aqui sugeridos ou outros a serem levantados pelos pesquisadores da dinâmica da nossa indústria.

11. Para uma análise da interrupção do ciclo expansivo, leiam-se Serrano e Summa (2012), Kupfer e Laplane (2010) e Sarti e Hiratuka (2010). Bielschowsky (2012) analisa a existência de três frentes de expansão potenciais, ou seja, investimentos em recursos naturais, em infraestrutura e em bens de consumo de massa.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho mostrou que, não obstante a apreciação cambial, a rentabilidade das grandes empresas do setor industrial brasileiro – para as quais se dispõe de dados aqui apresentados – foi elevada a partir de 2003 e durante todo o ciclo expansivo de 2004-2010; mesmo nos anos 2011-2012, de desaceleração econômica, apesar de sofrer algum declínio, ela permaneceu elevada. Confirmou, dessa forma, os resultados obtidos anteriormente por Pinto (2010).

A expansão econômica e a elevada rentabilidade das grandes empresas tiveram, como era de se esperar pelo mecanismo do acelerador, efeitos favoráveis sobre os investimentos, que se elevaram em cerca de 10% ao ano no período 2004-2008 – para os quais dispomos de dados setoriais.

No entanto, também se identificou que o referido ciclo expansivo não teve uma correspondência perfeita entre expansão de demanda e expansão da produção, o que pode ter sido responsável por forte brecha no balanço comercial da indústria.

Infelizmente, não existem estimativas confiáveis dos estoques de capital das firmas industriais para que se avalie o quanto do investimento privado foi capaz de expandir a capacidade produtiva corrente. No entanto, é de se supor que isto tenha sido um dos fatores responsáveis por um primeiro – e ainda relativamente suave – aumento no coeficiente de penetração das importações entre 2005 e 2008, e também pelo forte e surpreendente aumento nesse período e daí até 2010, não desfeito nos anos subsequentes.

Cabe investigar com maiores estudos – por setores e tamanhos de empresas – quais problemas concorreram para o resultado pouco favorável no período recente. Mas é razoável supor que tanto fatores pelo lado da demanda quanto pelo da oferta tenham concorrido para a manutenção da elevada brecha externa a partir de 2011 – quando ocorreu forte desaceleração tanto do consumo quanto da produção de bens industriais.

Acreditamos ser necessário realizar tais estudos para verificar, também, a legítima suspeita de Bielschowsky, Squeff e Vasconcellos (2014), de que em vários importantes setores da indústria teriam prevalecido investimentos em modernização, com pouca expansão de capacidade, e que, ademais, a indústria como um todo não tenha se caracterizado por investimentos em diversificação produtiva.

É possível listar, em forma tentativa, um conjunto de fatores que podem ter sido responsáveis pelo comportamento do investimento e do comércio externo da indústria de transformação. Trata-se de possíveis causas tanto por conta de fatores de demanda quanto de oferta.

1) A crise mundial provocou capacidade ociosa global a partir de 2008, e a isto se somou a desaceleração da economia brasileira a partir de 2011. Mesmo considerando-se que a indústria brasileira manteve um bom nível de utilização de capacidade, o fato de que uma parte considerável de sua produção é realizada por filiais das empresas multinacionais – ávidas por "desovar" no Brasil a produção de suas matrizes e filiais sediadas em economias em crise ou em recessão – pode ter adiado decisões de investir no Brasil em 2010, e ainda mais depois disso, quando ocorreu desaceleração do crescimento da produção e da demanda no país. Ou seja, a crise mundial e a desaceleração interna posterior a 2010 podem ter tido importante efeito desestimulador.

2) Tudo indica que o êxito em termos de expansão dos investimentos, da produtividade e de competitividade da engrenagem produtiva sino-asiática na indústria de transformação represente um forte risco a investimentos no Brasil. Isto pode ser acirrado pelo fato de que as empresas matrizes das filiais aqui instaladas, quando não realizam esforços por maximizar sua produção em suas casas-matrizes e em suas proximidades geográficas, deslocam-na preferencialmente a suas filiais na China e cercanias.

3) O anterior é algo que pode estar sendo especialmente intenso justamente nos segmentos e cadeias de valor de maior dinamismo na demanda e maior densidade tecnológica e maior. Nesse sentido, o fato de que o padrão recente de desenvolvimento brasileiro inclui mudança no perfil distributivo e forte expansão na demanda por bens de maior intensidade tecnológica, por camadas das populações que previamente não tinham acesso a esses bens, também pode ter concorrido para a ampliação da brecha externa.

4) Há, contudo, indicações sólidas de que houve pouca expansão de capacidade mesmo em alguns importantes setores tradicionais, e aparentemente sem maiores problemas de competitividade, como siderurgia e petroquímica. É possível que o padrão de propriedade posterior às privatizações não tenha sido favorável a um aumento dos investimentos em expansão.

5) Em alguns segmentos, especialmente naqueles em que predominam empresas de porte pequeno e médio e com baixas margens de lucro, a apreciação da taxa de câmbio também pode ter concorrido para conter investimentos. Isso não elimina, porém, a necessidade de se perguntar como tal reação se coaduna com as evidências de elevadas taxas de rentabilidade das grandes empresas em quase todo o espetro setorial, e até que ponto os elementos de natureza microeconômica, setorial e conjuntural, como os anteriormente listados, não teriam sido mais relevantes ao comportamento investidor do que a taxa de câmbio.

O estudo também identificou, em forma tributária de outros estudos (por exemplo, Squeff, 2012), que, no que se refere à produtividade, ocorreu um desempenho pouco virtuoso da indústria brasileira. Algumas hipóteses podem ser sugeridas, com base em dados como os levantados neste trabalho, mas, como se sabe, trata-se de um terreno que igualmente demanda o aprofundamento de estudos microeconômicos mais específicos.

A discussão sobre as perspectivas da economia brasileira e suas dificuldades para perseguir um ciclo expansivo mais persistente e com melhor inserção internacional combina problemas e limitações domésticas com um ambiente internacional que apresenta desafios importantes em termos de inserção em mercados industriais dinâmicos. Entre as deficiências apontadas por vários analistas da economia brasileira estaria a incapacidade de uma elevação sustentada do investimento industrial, gerando, assim, impactos positivos sobre ganhos de produtividade e competitividade.

A decisão de investimento em nova capacidade, e especificamente em nova capacidade que incorpora inovações de produto e modernização tecnológica, tem que considerar as dimensões da dinâmica da produção industrial internacional. Assim, além do impacto fundamental do grau de utilização da capacidade já instalada, há que se levar em conta a expectativa de rentabilidade futura, que depende do que os empresários esperam sobre a evolução futura da demanda e se as margens de lucro que poderão ser realizadas nos novos projetos serão adequadas. Essa dimensão não pode ser captada *ex post* com valores de rentabilidade efetivamente auferidos, e estão relacionadas a setores novos cuja avaliação de ganho é prospectiva, e não exatamente igual à corrente.

Conclui-se que a combinação de alta lucratividade com investimentos em setores e produtos nos quais a indústria já possui alguma vantagem competitiva não garante que esta vá acompanhar a trajetória da dinâmica capitalista determinada segundo padrões de concorrência globais.

Os resultados aqui analisados apontam para um quadro complexo no qual não se vislumbram soluções unidimensionais para os problemas de evolução da indústria brasileira. Argumentos simplistas envolvendo as relações entre rentabilidade, câmbio, investimento e ampliação da capacidade de produção devem ser abandonadas em favor de explicações mais complexas que incorporem as dimensões das mudanças da estrutura produtiva moderna, inserção competitiva internacional, fatores de infraestrutura física e institucional (financiamento, sistema de inovação) e, finalmente, a manutenção de um nível de demanda agregada relativamente constante que evite os *stop and go* que caracterizam a economia em anos recentes. A manutenção de uma alta propensão a investir com modernização associada à expansão e diversificação da capacidade produtiva só se concretizará com a afirmação de uma trajetória clara da demanda que limite a insegurança quanto à decisão de investir do empresário.

Por fim, a complexidade aludida anteriormente e que rejeita soluções simplistas e unidimensionais traz para o centro da discussão propostas de radicalização da política industrial, capazes de perseguir estratégias competitivas que compatibilizem o recente surto de crescimento com equidade a uma inserção internacional e a um desenvolvimento da indústria de transformação dinâmicos e que sejam sustentáveis no médio prazo.

REFERÊNCIAS

BIELSCHOWSKY, R. **Investimento e reformas no Brasil**: indústria e infraestrutura nos anos 1990. Brasília, Ipea, 2002.

BIELSCHOWSKY, R., SQUEFF, G.; VASCONCELOS, L. Evolução dos investimentos nas três frentes de expansão da economia brasileira na década de 2000. In: CALIXTRE, A.; BIANCARELLI, A.; CINTRA, M. (org.)**Presente e futuro do desenvolvimento brasileiro**. Brasília: Ipea, 2014.

BONELLI, R; PESSÔA, S. A. Desindustrialização no Brasil: fatos e versões. In: BACHA, Edmar Lisboa; BOLLE, M. B. de. (Org.). **Novos dilemas da política econômica** – ensaios em homenagem a Dionísio Dias Carneiro. Rio de Janeiro: LTC Editora Ltda., 2011.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. série Visões do Desenvolvimento (vários números)

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Comunicado nº 133**. Brasília: Ipea, 2012.

KALECKI, M. Teoria da dinâmica econômica. São Paulo: Editora Nova Cultura, 1977.

KUPFER, D.; CARVALHO, L. Síndrome macroeconômica, competitividade e crescimento. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Altos Estudos, 2007. Mimeografado.

KUPFER, D.; LAPLANE, M. F. **Perspectivas do investimento no Brasil**: síntese final. Campinas: Editora Unicamp; Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2010.

LUPORINI, V.; ALVES, J. Investimento privado: uma análise empírica para o Brasil. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 449-475, 2010.

PINTO, E. **Bloco no poder e governo Lula**. 2010. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

SANTOS, C. H. M. dos; PIRES, M. C de C. Qual a sensibilidade dos investimentos privados a aumentos na carga tributária brasileira? Uma investigação econométrica. **Revista de economia política**, v. 29, n. 3, p. 213, 2009.

SANTOS, C. H. M. dos *et al*. **Revisitando a dinâmica trimestral do Investimento no Brasil**: 1996-2012. [s.l: s.n.].

SARTI, F.; HIRATUKA, C. (Coord.). **Perspectivas do investimento na indústria**. Rio de Janeiro: Synergia, 2010.

SERRANO, F.; SUMMA, R. F. A desaceleração rudimentar da economia brasileira desde 2011. **Oikos**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, 2012.

SQUEFF, G. C **Desindustrialização:** luzes e sombras no debate brasileiro. Brasília: Ipea, 2012. (Texto para Discussão, n. 1747).

TEIXEIRA, R. A.; PINTO, E. C. A economia política dos governos FHC, Lula e Dilma: dominância financeira, blocos no poder e desenvolvimento econômico. **Economia e Sociedade**, Campinas, v. 21, número especial, 2012.

TORRES FILHO, E. T.; PUGA, F.; MEIRELES, B. **Perspectivas do investimento**: 2010-2013. Rio de Janeiro: BNDES, 2011.

APÊNDICE METODOLÓGICO E ESTATÍSTICO

A base de dados da rentabilidade das empresas industriais brasileiras foi construída a partir das informações da *Revista Exame* (Maiores e Melhores), que, divulgada anualmente, mostra os resultados contábeis das 1.246 maiores empresas em termos de vendas. Desse total, 453 empresas foram classificadas como pertencentes à indústria de transformação. Para a construção do banco de dados, foram selecionados os anos entre 1996 e 2012.

Além dessa escolha temporal, o banco de dados foi configurado a partir das seguintes variáveis: patrimônio líquido, lucro líquido e rentabilidade sobre o patrimônio líquido (Lucro Líquido/Patrimônio Líquido). Essas variáveis estão definidas no box A.1.

BOX A.1
Principais variáveis: definições

1 Definições das principais variáveis

Patrimônio Líquido Legal (P. L. L.): é a soma do capital, das reservas, dos lucros acumulados e dos resultados de exercícios futuros menos a soma do capital a integralizar, das ações em tesouraria, dos prejuízos acumulados e das despesas de variação cambial registradas no ativo diferido, sem considerar os efeitos da inflação.

Lucro Líquido Legal (L. L. L.): é o resultado nominal do exercício, apurado de acordo com as regras legais (sem considerar os efeitos da inflação), depois de descontada a provisão para o imposto de renda e contribuição social e ajustados os juros sobre o capital próprio, considerados como despesas financeiras.

Taxa de Retorno sobre o patrimônio líquido/Taxa de lucro (Tx. L.): mede o retorno do investimento dos proprietários da empresa. É o lucro líquido (legal) dividido pelo patrimônio líquido (legal) e multiplicado por 100. Para o cálculo, consideram-se como patrimônio os dividendos distribuídos no exercício e juros sobre o capital próprio tidos como passivos.

Fonte: Revista Exame (Maiores e Melhores).

A 453 empresas industriais foram classificadas por grupo, subgrupo e setores de atividades econômicas (CNAE) conforme box A.1. A opção por esta classificação deve-se ao fato de que é possível observar, ao mesmo tempo, a evolução da rentabilidade, do investimento e da produtividade.

TABELA A.1
Número de empresas industriais da amostra por grupo, subgrupo e por setores de atividades

Grupo	Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Nº de empresas
Recursos naturais	Agroindústria	Alimentos e bebidas	133
		Produtos do fumo	3
		Produtos de madeira – exclusive móveis	6
		Celulose e produtos de papel	25
		Total (1)	167
Consumo de massa	Bens de consumo não duráveis	Têxteis	18
		Artigos do vestuário e acessórios	9
		Artefatos de couro e calçados	6
		Jornais, revistas, discos	3
		Produtos farmacêuticos	14
		Perfumaria, higiene e limpeza	5
		Subtotal	55
	Bens de consumo duráveis	Eletrodomésticos	8
		Automóveis, camionetas e utilitários	4
		Móveis e produtos das indústrias diversas	12
		Subtotal	24
		Total (2)	79
Bens de capital e intermediários	Bens intermediários	Produtos químicos	29
		Fabricação de resina e elastômeros	5
		Defensivos agrícolas	15
		Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	2
		Produtos e preparados químicos diversos	6
		Artigos de borracha e plástico	8
		Cimento	8
		Outros produtos de minerais não metálicos	0
		Fabricação de aço e derivados	27
		Metalurgia de metais não ferrosos	10
		Peças e acessórios para veículos automotores	33
		Subtotal	143
	Bens de capital	Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	5
		Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	25
		Máquinas para escritório e equipamentos de informática	3
		Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	11
		Material eletrônico e equipamentos de comunicações	11
		Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	1
		Caminhões e ônibus	4
		Outros equipamentos de transporte	4
		Subtotal	64
		Total (3)	207
		TOTAL (1)+(2)+(3)	453

Elaboração dos autores a partir das informações da Revista Exame (Maiores e Melhores).

O número total de empresas industriais da amostra é de 453, sendo 167 do grupo de recursos naturais, 79 do grupo consumo de massa, 143 que atuam na produção de bens intermediários e 64 na produção de bens de capital (tabela A.1). É preciso destacar que existem variações na amostra de um ano para outro, pois as 453 empresas industriais não necessariamente aparecem em todos os anos entre 1996 e 2012. Isto acontece em decorrência de determinadas empresas entraram e saíram da amostra. Segundo Kupfer (2001), ao se utilizar as informações da *Exame* (maiores e melhores) ou de revistas que apresentam este tipo de informação, os estudos estão sujeitos a estes tipos de variações da amostra que são fruto de razões esperadas, bem como por razões decorrentes da própria fonte de informação utilizada.

Quanto aos motivos esperados, destacam-se as diferenças de dinamismos entre as empresas, a ocorrência de fusões e aquisições entre as firmas e a saída e a entrada das empresas. No que diz respeito aos eventos não esperados, verifica-se que, em certas situações, as empresas saem e entram da amostra em virtude de falhas no registro das informações, quer seja devido a situações em que a firma não divulgou o seu balanço contábil em tempo de ser incluído na publicação da revista, quer seja em decorrência de mudanças nas políticas corporativas das empresas[12] ou dos critérios utilizados pela *Revista Exame* ao longo do período analisado.

A despeito desses problemas nos dados disponíveis sobre rentabilidade das empresas, a pesquisa empírica consegue captar os grandes fatos estilizados das principais mudanças/manutenções da rentabilidade da indústria e de vários de seus subsetores.

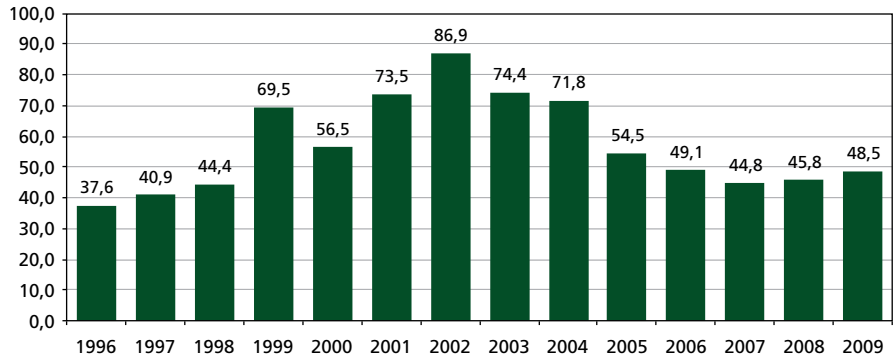
Para verificar a representatividade da amostra em relação ao conjunto da indústria de transformação, utilizou-se a variável vendas, pois ela é, em boa medida, comparável com os dados agregados do valor bruto da produção da indústria de transformação das Contas Nacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Isso já não acontece com as variáveis patrimônio líquido (nas Contas Nacionais atuais não se contabilizam os estoques de riqueza dos setores) e lucro líquido (existem muitas discrepâncias e mediações entre os métodos de cálculo do lucro líquido contábil e do lucro macroeconômico) das empresas industriais.

Os dados do gráfico A.1 mostram elevada representatividade das vendas das 453 empresas industriais (amostra) em relação ao seu equivalente nas Contas Nacionais (universo), a saber: o valor bruto da produção da indústria de transformação (excluído o refino de petróleo). Entre 1996 e 2009, a representatividade média da amostra foi elevada e de 57,0% e apresentou uma amplitude grande ao

12. É preciso destacar que o setor da indústria automobilística está sub-representado na amostra em virtude das políticas corporativas das maiores montadoras instaladas no Brasil que não divulgam os seus balanços. Sendo assim, os grupos Ford e Chevrolet não aparecem na amostra. Além disso, o grupo Volkswagen só aparece entre 1995 e 1998.

longo do período (desvio padrão de 15%). Isso evidencia que a amostra representa boa parte do conjunto da indústria de transformação e que, ao longo do período, ocorreram elevadas variações dessa amostra em virtude dos problemas desse tipo de base (já apresentados anteriormente) e das oscilações do câmbio, uma vez que as informações das vendas das empresas somente estão disponíveis em dólar.

GRÁFICO A.1
Representatividade da amostra (vendas das 453 empresas industriais/valor bruto da produção) em relação à indústria de transformação (menos refino de petróleo) – 1996-2012



Fonte: CNAE/IBGE e banco de dados.

Os nomes das 453 empresas industriais estão listados, no quadro A.1, por subgrupo e setores de atividades econômicas (CNAE).

QUADRO A.1
Nomes das empresas industriais da amostra por subgrupo e por setores de atividades

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Ambev
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Bunge
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cargill
Agroindústria	Alimentos e bebidas	JBS
Agroindústria	Alimentos e bebidas	BRF
Agroindústria	Alimentos e bebidas	BRF/sadia
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Ambev bebidas
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Mondelez Brasil
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Marfrig
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Frigorífico Minerva
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Seara
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Brasil Kirin-Itu
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Aurora Alimentos

(Continua)

(Continuação)

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Agroindústria	Alimentos e bebidas	C. Vale
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Spaipa Coca-Cola
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Rio de Janeiro
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Itambé
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Garoto
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Caramuru
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Granol
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Vonpar Refrescos
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cooxupe
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Parmalat
Agroindústria	Alimentos e bebidas	M. Dias Branco
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Lar
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Norsa
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Arosuco
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cocamar
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Bianchini
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Macedo
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Brasil Kirin-Macacu
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Comigo
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Copacol
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cooperativa Agrária
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cooperalfa
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Yoki
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Coca-Cola Guararapes
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Mataboi
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Camil
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Castrolanda
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Vigor
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Algar Agro
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Coopavel
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Frimesa
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Diplomata
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Coca-Cola Ribeirão Preto
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Pif Paf
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Oleoplan
Agroindústria	Alimentos e bebidas	LBR
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Josapar
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Danone
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Batavo
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Laticínios Bela Vista
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Corol

(Continua)

(Continuação)

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cotrijal
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Moinhos Cruzeiro do Sul
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Brasal Refrigerantes
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Kaefer Agro Industrial
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Frigol
Agroindústria	Alimentos e bebidas	BSBIOS
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Copagril
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Languiru
Agroindústria	Alimentos e bebidas	CDA Alimentos
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Piraqué
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Frigoestrela
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cia. Fluminense Refrigerantes
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cacique
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Coca-Cola CBA
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Bolachas Mabel
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Frisa
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Globoaves São Paulo Agroavícola
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Vilma Alimentos
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Superfrango
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Dori Alimentos
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Frangos Canção
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cosuel
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Moinho Anaconda
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Laticínios Jussara
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Ind. Reunidas Raymundo da Fonte
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Yakult
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cia Maranhense
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Renosa
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Asa Alimentos
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Sococo
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Confepar
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Syngenta Seeds
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Moinho Cearense
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Kowalski
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Ocrim
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Slc Alimentos
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Conservas Oderich
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Centro Oeste Rações

(Continua)

(Continuação)

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Café Iguaçu
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Nutrimental
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Café São Braz
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Agrovêneto
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Bel Chocolates/Leite Hércules
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Complem
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Supra
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Orquídea – Farinhas e Massas
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Leardini
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cravil
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Brasília Alimentos
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Agra
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Santa Helena
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cooperja
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Selita
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Moinho do Nordeste
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Camnpal
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Leitesol
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cotricampo
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Quatá
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Ducoco-ES
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Rivelli Alimentos
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Plant Bem
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cerealista Rosalito
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Adram
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Prodasa
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Saudali
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Mogasa
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cooprata
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Granfino
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Frinal
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Itamaraty
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Globosuínos Agropecuária
Agroindústria	Alimentos e bebidas	São João Alimentos
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cotrisul
Agroindústria	Alimentos e bebidas	CRBS
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Palmali
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Comapi
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Barbosa e Marques
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Moinho Santa Clara

(Continua)

(Continuação)

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Agroindústria	Alimentos e bebidas	Cocam
Agroindústria	Produtos do fumo	Souza Cruz
Agroindústria	Produtos do fumo	ABESP
Agroindústria	Produtos do fumo	Empresa: CTA Continental
Agroindústria	Produtos de madeira - exclusive móveis	PBLOG
Agroindústria	Produtos de madeira - exclusive móveis	Duratex
Agroindústria	Produtos de madeira - exclusive móveis	Arauco
Agroindústria	Produtos de madeira - exclusive móveis	Ie Madeira
Agroindústria	Produtos de madeira - exclusive móveis	Tanac
Agroindústria	Produtos de madeira - exclusive móveis	Swedish Match
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Louis Dreyfus
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Suzano
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Klabin
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Fibria
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Kimberly-Clark
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	International Paper
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Cenibra
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Grupo Orsa
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	MWV Rigesa
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Veracel
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Mili
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Bahia Speciality Cellulose
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Celulose Irani
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Penha
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Jandaia
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Stora Enso Arapoti
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Adami
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Iguaçu Celulose
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Santa Maria
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Ibema
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Tedesco
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Bragagnolo
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Rigesa do Nordeste
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	Novacki
Agroindústria	Celulose e produtos de papel	São Carlos
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Coteminas
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Vicunha
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Hering
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Beira Rio
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Tavex

(Continua)

(Continuação)

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Teka
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Santanense
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	M&G Fibras
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Santo Antônio
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Cedro e Cachoeira
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Karsten
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Pettenati
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Dohler
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Santana Textiles
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Cataguases
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Norfil
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Brastex
Bens de consumo não duráveis	Têxteis	Fiação São Bento
Bens de consumo não duráveis	Artigos do vestuário e acessórios	Astrazeneca
Bens de consumo não duráveis	Artigos do vestuário e acessórios	Doux
Bens de consumo não duráveis	Artigos do vestuário e acessórios	Guararapes
Bens de consumo não duráveis	Artigos do vestuário e acessórios	Arezzo
Bens de consumo não duráveis	Artigos do vestuário e acessórios	Meias Lupo
Bens de consumo não duráveis	Artigos do vestuário e acessórios	Dakota-NE
Bens de consumo não duráveis	Artigos do vestuário e acessórios	Marisol
Bens de consumo não duráveis	Artigos do vestuário e acessórios	Renauxview
Bens de consumo não duráveis	Artigos do vestuário e acessórios	Linhas Círculo
Bens de consumo não duráveis	Artefatos de couro e calçados	Grendene
Bens de consumo não duráveis	Artefatos de couro e calçados	Alpargatas
Bens de consumo não duráveis	Artefatos de couro e calçados	Vulcabras/Azaleia-BA
Bens de consumo não duráveis	Artefatos de couro e calçados	Vulcabras/Azaleia-CE
Bens de consumo não duráveis	Artefatos de couro e calçados	Viposa
Bens de consumo não duráveis	Artefatos de couro e calçados	Fuga Couros
Bens de consumo não duráveis	Jornais, revistas, discos	Globo
Bens de consumo não duráveis	Jornais, revistas, discos	Editora Abril
Bens de consumo não duráveis	Jornais, revistas, discos	Infoglobo
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Hypermarcas
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Novartis
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Roche
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	EMS Sigma Pharma
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Eurofarma
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Ache
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Merck
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Tortuga
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Laboratório Cristalia

(Continua)

(Continuação)

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Biolab Sanus Farmacêutica
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Bristol-Myers Squibb
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Novo Nordisk
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	União Farmacêutica
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Teuto
Bens de consumo não duráveis	Produtos farmacêuticos	Vallée
Bens de consumo não duráveis	Perfumaria, higiene e limpeza	Natura
Bens de consumo não duráveis	Perfumaria, higiene e limpeza	P&G
Bens de consumo não duráveis	Perfumaria, higiene e limpeza	Avon
Bens de consumo não duráveis	Perfumaria, higiene e limpeza	Bombril
Bens de consumo não duráveis	Perfumaria, higiene e limpeza	Providência
Bens de consumo duráveis	Eletrodomésticos	Whirlpool
Bens de consumo duráveis	Eletrodomésticos	Electrolux
Bens de consumo duráveis	Eletrodomésticos	Arno Panex
Bens de consumo duráveis	Eletrodomésticos	Brastemp
Bens de consumo duráveis	Eletrodomésticos	Esmaltec
Bens de consumo duráveis	Eletrodomésticos	Semp Toshiba Informática
Bens de consumo duráveis	Eletrodomésticos	Lorenzetti
Bens de consumo duráveis	Eletrodomésticos	Elgin
Bens de consumo duráveis	Automóveis, camionetas e utilitários	Fiat
Bens de consumo duráveis	Automóveis, camionetas e utilitários	Renault
Bens de consumo duráveis	Automóveis, camionetas e utilitários	Mitsubishi Motors
Bens de consumo duráveis	Automóveis, camionetas e utilitários	Tower Automotive do Brasil
Bens de consumo duráveis	Móveis e produtos das indústrias diversas	Faber-Castell
Bens de consumo duráveis	Móveis e produtos das indústrias diversas	Cisper
Bens de consumo duráveis	Móveis e produtos das indústrias diversas	Eucatex
Bens de consumo duráveis	Móveis e produtos das indústrias diversas	Quero
Bens de consumo duráveis	Móveis e produtos das indústrias diversas	Portobello
Bens de consumo duráveis	Móveis e produtos das indústrias diversas	Tramontina
Bens de consumo duráveis	Móveis e produtos das indústrias diversas	Fibraplac
Bens de consumo duráveis	Móveis e produtos das indústrias diversas	CBC Cartuchos
Bens de consumo duráveis	Móveis e produtos das indústrias diversas	Eliane
Bens de consumo duráveis	Móveis e produtos das indústrias diversas	Furukawa
Bens de consumo duráveis	Móveis e produtos das indústrias diversas	Todeschini
Bens de consumo duráveis	Móveis e produtos das indústrias diversas	Duraflora
Bens intermediários	Produtos químicos	Braskem
Bens intermediários	Produtos químicos	Basf
Bens intermediários	Produtos químicos	Bayer
Bens intermediários	Produtos químicos	Heringer
Bens intermediários	Produtos químicos	Dupont

(Continua)

(Continuação)

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Bens intermediários	Produtos químicos	Braskem QPAR
Bens intermediários	Produtos químicos	Quattor
Bens intermediários	Produtos químicos	Rhodia
Bens intermediários	Produtos químicos	Mosaic
Bens intermediários	Produtos químicos	Goiasfertil
Bens intermediários	Produtos químicos	Dow Brasil Sudeste
Bens intermediários	Produtos químicos	Yara
Bens intermediários	Produtos químicos	Vale Fertilizantes
Bens intermediários	Produtos químicos	Oxiteno NE
Bens intermediários	Produtos químicos	Clariant
Bens intermediários	Produtos químicos	Elekeiroz
Bens intermediários	Produtos químicos	Henkel
Bens intermediários	Produtos químicos	Oxiteno
Bens intermediários	Produtos químicos	Deten Química
Bens intermediários	Produtos químicos	Carbocloro
Bens intermediários	Produtos químicos	Petronas Lubrificantes
Bens intermediários	Produtos químicos	Evonik Degussa
Bens intermediários	Produtos químicos	Quantiq
Bens intermediários	Produtos químicos	Galvani
Bens intermediários	Produtos químicos	Nitro Química
Bens intermediários	Produtos químicos	Nortox
Bens intermediários	Produtos químicos	FCC
Bens intermediários	Produtos químicos	GPC Química
Bens intermediários	Produtos químicos	AKZO Nobel Pulp and Performance
Bens intermediários	Fabricação de resina e elastômeros	Dow
Bens intermediários	Fabricação de resina e elastômeros	Rio Polímeros
Bens intermediários	Fabricação de resina e elastômeros	M&G Polímeros
Bens intermediários	Fabricação de resina e elastômeros	Innova
Bens intermediários	Fabricação de resina e elastômeros	Solvay Indupa
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	FMC Química
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Milenia
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Iharabras
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Nufarm
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Adubos Sudoeste
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Fertigran
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Unifertil
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Fertipar Bandeirantes
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Península Fertilizantes

(Continua)

(Continuação)

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Fertipar Sudeste
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Fertipar Bahia
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Sipcam UPL Brasil
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Fertine
Bens intermediários	Defensivos agrícolas	Fersol
Bens intermediários	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	AKZO Nobel
Bens intermediários	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	Renner Sayerlack
Bens intermediários	Produtos e preparados químicos diversos	Bunge Fertilizantes
Bens intermediários	Produtos e preparados químicos diversos	3M
Bens intermediários	Produtos e preparados químicos diversos	Fertipar
Bens intermediários	Produtos e preparados químicos diversos	Sapore
Bens intermediários	Produtos e preparados químicos diversos	Eternit
Bens intermediários	Produtos e preparados químicos diversos	Stratura Asfaltos
Bens intermediários	Produtos e preparados químicos diversos	IBF
Bens intermediários	Artigos de borracha e plástico	Tigre
Bens intermediários	Artigos de borracha e plástico	Amanco
Bens intermediários	Artigos de borracha e plástico	Vipal
Bens intermediários	Artigos de borracha e plástico	Videolar
Bens intermediários	Artigos de borracha e plástico	Dixie Toga
Bens intermediários	Artigos de borracha e plástico	Cremer
Bens intermediários	Artigos de borracha e plástico	Zaraplast
Bens intermediários	Artigos de borracha e plástico	Engepack-SP
Bens intermediários	Cimento	Votorantim Cimentos
Bens intermediários	Cimento	Votorantim Cimentos N/NE
Bens intermediários	Cimento	Intercement
Bens intermediários	Cimento	Ciminas
Bens intermediários	Cimento	Cimento Itambe
Bens intermediários	Cimento	Cimentos Liz
Bens intermediários	Cimento	Cimento Tupi
Bens intermediários	Cimento	Disbral
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Arcelormittal Brasil
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Usiminas
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	CSN
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Gerdau Aços Longos
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Gerdau Açominas
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Aperam
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	V&M
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Soluções Usiminas
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Votorantim Siderurgia
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Novelis

(Continua)

(Continuação)

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Tupy
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	BBA
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Arcelormittal Tubarão
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Gerdau Aços Especiais
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Belgo Bekaert-NE
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Arcelormittal Gonvarri
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Ferbasa
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	WHB Fundição
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Amsted Maxiom
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Villares Metals
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	ESAB
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	SOUFER
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Brasmetal
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Morlan
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Manchester
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Mundial
Bens intermediários	Fabricação de aço e derivados	Rio Doce
Bens intermediários	Metalurgia de metais não ferrosos	CBA
Bens intermediários	Metalurgia de metais não ferrosos	CBMM
Bens intermediários	Metalurgia de metais não ferrosos	Alcoa
Bens intermediários	Metalurgia de metais não ferrosos	Alunorte
Bens intermediários	Metalurgia de metais não ferrosos	Albras
Bens intermediários	Metalurgia de metais não ferrosos	Votorantim Metais
Bens intermediários	Metalurgia de metais não ferrosos	Termomecânica
Bens intermediários	Metalurgia de metais não ferrosos	Crown
Bens intermediários	Metalurgia de metais não ferrosos	Brasilata
Bens intermediários	Metalurgia de metais não ferrosos	Gravia
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	SPAL
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Pirelli
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Cummins
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Maxiom
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	ZF
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Mahle
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Magneti Marelli
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	TRW
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	MWM International Motores
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Suspensys
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Magneti Marelli COFAP

(Continua)

(Continuação)

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Aethra
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	TEKSID
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Plascar
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Mangels
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Sifco
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Tenneco
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Facchini
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Fras-Le
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Baterias Moura
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Master
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Takata-Petri
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Grupo Delga
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Borlem
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Autometal
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Borrachas Vipal Nordeste
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Comil
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Automotiva Usiminas
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Helibras
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Pósitron
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	DHB Componentes
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Levorin
Bens intermediários	Peças e acessórios para veículos automotores	Pedertractor
Bens de capital	Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	Gerdau Comercial de Aços
Bens de capital	Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	TENARISCONFAB
Bens de capital	Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	Painco
Bens de capital	Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	Ciser
Bens de capital	Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	Metisa
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Eaton
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Usiminas Mecânica
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Atlas Schindler
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	GDK
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Romi
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Bardella
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Metalfrio
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Comau
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Taurus
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Jaraguá Equipamentos

(Continua)

(Continuação)

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Sulzer
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Iesa
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Andritz Hydro Inepar
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	CBC
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Kepler Weber
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Voith Paper
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	KSB
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Toshiba
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Intecnial
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Agritech Lavrale
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Sandvik
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Bamaq
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Jumil
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	CASP
Bens de capital	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	Santal
Bens de capital	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	Positivo Informática
Bens de capital	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	Itautec
Bens de capital	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	Diebold-SP
Bens de capital	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Weg Equipamentos
Bens de capital	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Siemens
Bens de capital	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	ABB
Bens de capital	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Prysmian Group
Bens de capital	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Schneider
Bens de capital	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Nexans
Bens de capital	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Stemac
Bens de capital	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Thyssenkrupp
Bens de capital	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Schulz
Bens de capital	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	PPE Fios
Bens de capital	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	Romagnole
Bens de capital	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Samsung
Bens de capital	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	LG-AM
Bens de capital	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	LG-SP
Bens de capital	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Toshiba-AM
Bens de capital	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Ericsson
Bens de capital	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Panasonic
Bens de capital	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Alcatel-Lucent
Bens de capital	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	IMPSA
Bens de capital	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Intelbras
Bens de capital	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	NEC
Bens de capital	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	Bematech

(Continua)

(Continuação)

Subgrupo	Classificação setorial da indústria por setores de atividades econômicas (CNAE)	Empresas
Bens de capital	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	B. Braun
Bens de capital	Caminhões e ônibus	Marcopolo
Bens de capital	Caminhões e ônibus	Random
Bens de capital	Caminhões e ônibus	Agrale
Bens de capital	Caminhões e ônibus	Rodobens Caminhões-SP
Bens de capital	Outros equipamentos de transporte	Embraer
Bens de capital	Outros equipamentos de transporte	Estaleiro Atlântico SUR
Bens de capital	Outros equipamentos de transporte	Guerra
Bens de capital	Outros equipamentos de transporte	STX OSV

Elaboração dos autores a partir das informações da Revista Exame (Maiores e Melhores).

CAPÍTULO 9

PRODUTIVIDADE NAS EMPRESAS: UMA ANÁLISE A PARTIR DA ESCOLARIDADE E DA DISPERSÃO DA PRODUTIVIDADE

Paulo de Andrade Jacinto*

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a principal característica observada no mercado de trabalho brasileiro está relacionada com a qualificação da mão de obra.[1] A partir das informações da Relação Anual de Informação Social (Rais), é possível verificar que a proporção de trabalhadores com baixa qualificação no setor industrial vem caindo ao longo de todo o período de 1996 a 2010. Ao mesmo tempo, a proporção dos trabalhadores considerados de alta e média qualificação vem apresentando um comportamento oposto, levando quase a uma inversão de posições entre a proporção de trabalhadores com alta e baixa qualificação. Essa característica vem sendo recorrentemente documentada nos estudos sobre oferta e demanda por trabalho no Brasil (Giovannetti; Menezes-Filho, 2006; De Ferranti *et al.*, 2002; Menezes-Filho e Rodrigues, 2003) e, sem dúvida, pode estar associado ao comportamento da produtividade do setor industrial.

Como tem sido evidenciado na literatura internacional, a relação entre a qualificação da mão de obra e a produtividade é positiva.[2] Tal evidência sugere que investimentos na formação de mão de obra mais qualificada passa ser uma estratégia importante, seja ela para uma empresa ou para uma nação se o objetivo for aumentar a produtividade. Se pensarmos especificamente em termos de uma nação, direcionar esforços para qualificar a mão de obra deveria ser um dos principais tópicos na agenda de políticas públicas. No entanto, para levar adiante uma

* Professor do Programa de Pós-Graduação em Economia (PPGE) da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS) e pesquisador do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

1. Aqui, assumimos que a qualificação da mão de obra está diretamente associada à escolaridade. Por isso, quanto maior a escolaridade, maior a qualificação do trabalhador. Outra forma de definir a qualificação poderia ser considerando as faixas de escolaridade. Por exemplo, trabalhadores com terceiro grau completo poderiam ser considerados como sendo trabalhadores de alta qualificação, ao passo que trabalhadores com ensino fundamental incompleto seriam considerados não qualificados.

2. A literatura internacional apresenta evidências em nível micro, em que a educação e a produtividade, medida pelos rendimentos dos trabalhadores, são positivamente correlacionados, dando suporte à hipótese de que os trabalhadores mais qualificados podem usar os insumos tangíveis da firma de forma mais efetiva. Ver Hellerstein, Neumark (1995), Hellerstein, Neumark (1999) e Hellerstein, Neumark, Troske (1999).

política com esse fim, é necessário conhecer melhor a relação entre as características do trabalhador, da empresa e a produtividade, o que seria apenas possível por meio de informações em nível de empresa.

Nesse sentido, nos últimos anos, a disponibilidade de informações do tipo *employer-employee* vem permitindo que isso ocorra e a produtividade em nível da empresa passou a ser objeto de inúmeros estudos, como mostra Bartelsman e Doms (2000), Jones (2001), Ilmakunnas, Maliranta e Vainiomäki (2004), Ilmakunnas, Maliranta (2005), Haskel, Hawkes e Pereira (2005), Abowd e Kramarz (2006), Iranzo, Schivardi e Tosetti (2008), Biesebroeck (2011), Lopes e Teixeira (2012), entre outros. Para esses autores, as evidências geradas a partir desses estudos têm apontado a existência de uma persistente diferença na produtividade entre as empresas e permitido compreender melhor a relação entre produtividade e as características observadas das empresas, como o tamanho, a idade, a tecnologia, a atividade de inovação, entre outras. Contudo, ao que parece, ainda são necessários estudos que incluam as características do pessoal ocupado e, ao mesmo tempo, continuem dando atenção como essas características estão relacionadas à dispersão de produtividade nas empresas.

Por isso, o presente estudo procura evidenciar a relação entre as características do pessoal ocupado, principalmente no que se refere à escolaridade, como uma *proxy* para a qualificação, e a produtividade do trabalho na empresa para o Brasil no período de 1996 a 2010. A partir desse resultado, o foco passa ser a dispersão da produtividade, visando dar ênfase ao papel da qualidade do insumo trabalho (Griliches, 1957; Fox e Smeets, 2011), levando em consideração que os resultados de políticas públicas deverão ser diferentes caso a dispersão da produtividade seja devido à qualidade do insumo ou alguma característica da empresa. Apenas para ilustrar esse segundo ponto, os estudos de Olley e Pakes (1996) e Syverson (2004) sugerem que a dispersão da produtividade diminui com a competição, ao passo que, para Griliches (1957), a dispersão de produtividade reflete a qualidade de insumos entre as empresas.

Assim, além dessa breve introdução, o estudo está composto por mais três seções. A próxima seção faz uma breve descrição da relação entre escolaridade e produtividade e apresenta os procedimentos metodológicos utilizados na estimação, bem como a fonte de dados. Na seção três, é realizada a descrição e análise dos resultados. Por fim, a seção quatro apresenta as considerações finais.

2 ESCOLARIDADE E PRODUTIVIDADE

A teoria do capital humano nos permite entender, de forma simples, a relação entre escolaridade e produtividade. Por essa teoria, quanto maior for a escolaridade do trabalhador, mais habilidoso ele será. E, por sua vez, mais produtivo. A principal

implicação dessa teoria é mostrar que os trabalhadores mais escolarizados são os que ganham os maiores salários. Assim, conhecendo os benefícios gerados pela escolaridade, a escolha do nível ótimo de escolaridade dar-se-ia a partir da comparação entre o valor presente dos ganhos ao longo da vida associada com os diferentes anos de escolaridade. As evidências geradas por essa teoria podem ser observadas em inúmeros estudos que estimaram uma função de rendimentos minceriana, a qual relaciona rendimentos e escolaridade e dá uma ideia da associação entre escolaridade e produtividade, uma vez que o salário dos trabalhadores é igual à sua produtividade marginal.

Outra forma de olhar essa relação é por meio dos modelos de sinalização da escolaridade. Por esses modelos e, de forma análoga à teoria do capital humano, o trabalhador com maior nível de escolaridade recebe um salário maior. Porém, a diferença é que esse resultado não seria gerado por causa da escola que permitiu o trabalhador adquirir conhecimento e se tornar mais habilidoso, mas sim porque as firmas utilizam a escolaridade como um sinal para diferenciar os trabalhadores mais qualificados daqueles que são menos qualificados. Em linhas gerais, nesses modelos supõe-se que a escolaridade estaria associada à produtividade, mesmo considerando que ela não seria a sua causa.[3]

Uma terceira maneira de entender a relação entre a escolaridade e produtividade é a partir da observação do ambiente no qual os trabalhadores estão inseridos. Segundo Jones (2001), os retornos à escolaridade são maiores em ambientes dinâmicos porque a escolaridade permite melhorar o acesso dos trabalhadores à informação e melhorar, ainda, sua habilidade em decodificar e entender as novas informações. Por isso, é possível que trabalhadores com o mesmo nível de escolaridade não apresentem a mesma produtividade, supondo que a principal razão para isso seria o ambiente em que eles estão trabalhando e que poderia estar atuando nos efeitos que a escolaridade teria no aumento da produtividade. Um resultado importante dessa relação pode ser visto na demanda por trabalhadores viesada por mudança tecnológica devido à capacidade que os trabalhadores com maior nível de escolaridade teriam de implementar as novas tecnologias.

Os estudos de Jones (2001), Ilmakunnas, Maliranta e Vainiomäki (2004), Ilmakunnas, Maliranta (2005), Biesebroeck (2011), Lopes e Teixeira (2012) abordaram a relação da escolaridade e produtividade a partir das informações em nível da empresa e utilizaram a teoria do capital humano. As evidências dessa relação foram geradas estimando uma função de rendimento minceriana e uma função de produção conjuntamente, assumindo que o coeficiente estimado da escolaridade na equação de rendimentos seria uma estimativa do impacto da escolaridade sobre

3. Para uma apresentação desses modelos de sinalização da escolaridade, ver Ehrenberg e Smith (1994).

produtividade sob a condição de que os rendimentos dos trabalhadores seriam iguais à sua produtividade marginal.

Diferente desses estudos, a abordagem adotada na estimação da relação entre escolaridade e produtividade aqui é mais simples e direta. Inicialmente, será realizada uma descrição dos modelos a serem estimados para identificar qual a relação entre escolaridade e produtividade do trabalho, empregando duas *proxies* para a escolaridade: número de pessoal ocupado com segundo e terceiro grau, e a escolaridade média. Espera-se que a relação seja positiva e as firmas que possuem maior proporção de trabalhadores com maior escolaridade (e, por sua vez, com maior qualificação) venham apresentar maior produtividade. A partir dessa constatação, o foco do estudo passa a ser a dispersão da produtividade nas firmas. Por isso, na sequência, diferentes *proxies* para qualidade do insumo trabalho são incorporadas na estimação de uma função Cobb-Douglas com intuito de analisar a dispersão da produtividade das firmas.

2.1 Escolaridade e produtividade do trabalho

A análise da relação entre produtividade e a escolaridade da mão de obra no setor industrial do Brasil será feita a partir de um conjunto de regressões em um painel desbalanceado, considerando informações sobre escolaridade e a produtividade do trabalho. O modelo a ser estimado emprega uma equação para a produtividade do trabalho na qual a variável escolaridade é segmentada considerando o pessoal ocupado com segundo e terceiro grau. Assume-se que essa segmentação permitirá identificar que a contribuição para o produto da empresa será diferente segundo a escolaridade de cada trabalhador. Trata-se de uma forma simples e intuitiva de olhar a composição da força de trabalho e a qualidade desse insumo utilizado pelas firmas, como pode ser visto na equação Eq. (1).

$$Y/L_{it} = \beta_0 + \beta_1 ln(K/L)_{it} + \beta_2 ln(po_sgrau)_{it} + \beta_3 ln(po_tgrau)_{it} + \beta_4 ln(tenure)_{it} + \beta_5 ln(idade)_{it} + X_{it}\delta + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

onde a variável Y/L_{it} é a produtividade por trabalhador (valor adicionado/pessoal ocupado), K/L_{it} é o estoque de capital por pessoal ocupado, *po_sgrau* é o número de pessoal ocupado com segundo grau, *po_tgrau* é o número de pessoal ocupado com terceiro grau, *tenure* é o tempo que o trabalhador está na empresa e idade é a idade média do pessoal ocupado na empresa. X_{it} é uma matriz de regressores específicos à firma com variáveis adicionais que consideram *dummies* setoriais, a atividade exportadora da firma, a origem do capital, a proporção da renda líquida de vendas e *dummies* para idade da firma. Uma especificação alternativa para a Eq. (1) foi adotada no estudo de Haltiwanger, Lane e Spletzer (1999), no qual analisa essa relação a partir das variáveis representando o pessoal ocupado com baixa escolaridade e com alta escolaridade.

Outra forma de olhar a relação entre a produtividade e a escolaridade é utilizar a escolaridade média do pessoal ocupado dentro da firma, embora a Eq. (1) possa ser mais intuitiva em relação à qualidade do insumo utilizado pela firma. Independentemente da forma como a escolaridade entra na Eq. (1), imagina-se que essa relação seja diferente quando forem observados os setores com diferentes intensidades tecnológicas. Por isso, essas duas especificações são estendidas para uma segmentação das empresas de acordo com a sua intensidade tecnológica segundo a classificação da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Na Eq. (1), a variável escolaridade média pode dar uma ideia da relação entre a escolaridade e a produtividade dentro da empresa, porém é razoável pensar que haja firmas com médias de escolaridade semelhantes, mas com diferente dispersão do nível de escolaridade, o que pode levar a diferentes produtividades. Pode haver, dentro da firma, algumas atividades com forte dependência na performance de poucos trabalhadores que lideram uma força de trabalho cuja qualificação é bem dispersa, ao passo que, em outras, requer que todas as tarefas sejam executadas de forma competente por um grupo de trabalhadores com o mesmo nível de qualificação. Assim, a principal questão é saber se há uma conexão entre a composição da força de trabalho, vista na dispersão do nível de escolaridade, e os resultados da firma, como a produtividade.

No estudo de Iranzo, Schivardi e Tosetti (2008), as evidências mostram que há uma relação positiva, sugerindo que maior dispersão da escolaridade dentro da empresa está associada positivamente com a produtividade. Considerando esse aspecto, um conjunto de regressões será estimado tendo como referência a especificação empregada por Ilmakunnas, Maliranta e Vainiomöki (2004), que considerou não apenas a dispersão da escolaridade, mas também a dispersão para a variável idade e *tenure*. Sendo assim, a equação a ser estimada tem a forma a seguir.

$$\begin{aligned} Y/L_{it} = {} & \beta_0 + \beta_1 ln(tenure)_{it} + \beta_2 ln(tenure^2)_{it} + \beta_3 ln(tenure^3)_{it} + \\ & \beta_4 ln(dptenure)_{it} + \beta_5 ln(idade)_{it} + \beta_6 ln(idade^2)_{it} + \beta_7 ln(idade^3)_{it} + \\ & \beta_8 ln(dpidade)_{it} + \beta_9 (EDU)_{it} \beta_{10} (EDU^2)_{it} + \beta_{11} (EDU^3)_{it} + \\ & \beta_{12} (EDU^4)_{it} + \beta_{13} (dpEDU)_{it} + X_{it}\delta + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad (2)$$

em que a variável *dptenure* é o desvio padrão do *tenure* dentro da empresa, a variável *dpidade* é o desvio padrão de idade dentro da empresa e *dpEDU* é o desvio padrão da escolaridade dentro da empresa. Além de incorporar uma variável para capturar a dispersão, essa especificação incorpora potências para as variáveis que representam as características individuais dos trabalhadores, cuja finalidade é averiguar qual a forma dessa relação existente entre essas variáveis e a produtividade.

2.2 Função de produção e a qualidade do insumo trabalho

Ao estimar as Eq. (1) e (2) é possível ter uma ideia da relação que há entre produtividade do trabalho e as variáveis associadas à escolaridade de forma direta. No entanto, há estudos que vão além do interesse nessa composição da força de trabalho e focam a sua análise na dispersão da produtividade entre as firmas de uma mesma indústria via uma função de produção, considerando diferentes medidas de qualidade dos insumos.

Como as diferenças no produto entre empresas podem ser decompostas entre diferenças na medida de insumos, entre as diferenças na tecnologia de produção e nas diferenças nos resíduos, ao assumir a mesma tecnologia de produção para todas as firmas, é possível averiguar até que ponto o uso de *proxies* diferentes para o insumo trabalho na estimação de uma função de produção resultaria em uma dispersão menor da produtividade entre as empresas consideradas mais e menos produtivas. Com esse intuito, o foco da análise passa a ser a estimação de algumas funções de produção do tipo Cobb-Douglas para *proxies* diferentes do insumo trabalho. Como ponto de partida, primeiramente, o modelo a ser estimado é a especificação básica e tradicional da função de produção descrita pela equação a seguir.

$$Ln(Y)_{it} = \beta_0 + \beta_1 ln(K)_{it} + \beta_2 ln(L)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

em que Y_{it} é o valor adicionado, L_{it} é o número de pessoal ocupado, K_{it} é o valor monetário do capital físico e ε é o termo de erro. β_1 e β_2 são as elasticidades dos insumos capital e pessoal ocupado. A análise que se segue focará no ε_{it} que é a produtividade residual a partir do uso de diferentes medidas da qualidade do insumo L_{it} na função de produção.

Que medidas de qualidade de insumo podem ser utilizadas na Eq. (3) no lugar da variável L_{it}? A primeira *proxy* a ser utilizada no lugar da variável, L_{it}, poderia ser uma segmentação segundo o nível de escolaridade do trabalhador, representando, assim, qualidade do insumo capital humano. Considerando a escolaridade por faixa de escolaridade, essa segmentação poderia estar sugerindo uma maneira direta de diferenciar o trabalho qualificado do não qualificado. Por isso, a primeira *proxy* a ser incorporada na Eq. (1) considera o número de trabalhadores segmentados em trabalhadores com segundo e terceiro grau. A eq. (3) modificada a ser estimada passa a ser:

$$Ln(Y)_{it} = \beta_0 + \beta_1 ln(K)_{it} + \beta_2 ln(po_sgrau)_{it} + \beta_3 ln(po_tgrau)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

em que *po_sgrau* é o pessoal ocupado com segundo grau e *po_tgrau* é o pessoal ocupado com terceiro grau. Os β_2 e β_3 são as elasticidades associadas a esses insumos.

Embora não seja frequentemente utilizada na estimação de funções de produção, a folha de pagamento da empresa pode ser empregada como uma *proxy* da

qualidade do trabalho. A essa escolha, implicitamente, assume-se que o salário reflete a produtividade marginal do trabalho em um mercado competitivo. Mesmo que o mercado não seja competitivo, não se pode negar que salários estão diretamente correlacionados com a habilidade. Além disso, talvez, faça mais sentido o insumo trabalho entrar na forma monetária, uma vez que, ao estimar a função de produção, a variável capital físico é mensurada em valor monetário. A especificação da função de produção considerando a folha de pagamento como um insumo é dada pela equação a seguir:

$$Ln(Y)_{it} = \beta_0 + \beta_1 ln(K)_{it} + \beta_2 ln(fpgto)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Outras medidas da qualidade dos insumos mais elaboradas podem ser incorporadas na função de produção no lugar do L_{it}. Para Griliches (1957), a dispersão na produtividade está diretamente associada à má mensuração da qualidade dos insumos. Por isso, em sua abordagem, o insumo trabalho é incorporado como sendo o número de pessoal ocupado vezes uma medida de qualidade desse insumo. Levando em consideração essa medida, a qualidade total do insumo trabalho pode assumir a seguinte forma:

$$q_\theta = (1 + \theta_{tgrau} P_{tgrau}) \quad (6)$$

onde θ representa a razão entre o salário do pessoal ocupado com terceiro grau em relação ao pessoal ocupado com segundo grau, sugerindo uma razão entre o salário dos mais produtivos em relação aos menos produtivos. P*tgrau* é a razão entre o número de pessoal ocupado com terceiro grau em relação ao número total de pessoal ocupado. Considerando essa medida de qualidade e L_{it} como sendo o total de pessoal ocupado, a Eq. (3) modificada a ser estimada passa a ser:

$$Ln(Y)_{it} = \beta_0 + \beta_1 ln(K)_{it} + \beta_2 ln(L_{it} * q_\theta(P_{tgrau}))_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

Uma especificação alternativa à Eq. (7), incorporando essa medida de qualidade do insumo, pode ser obtida ao combiná-la com a variável folha de pagamento. Dessa forma, a equação a ser estimada seria:

$$Ln(Y)_{it} = \beta_0 + \beta_1 ln(K)_{it} + \beta_2 ln(fpgto_{it} * q\theta(P_{tgrau}))_{it} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

As medidas de capital humano empregadas até aqui, como escolaridade e folha de pagamento, podem não capturar de forma adequada as características específicas do trabalhador como a sua habilidade inata ou a habilidade em trabalhar em grupo, entre outras, e as características da empresa como política salarial e a competitividade no mercado de produto. Assim, outra medida da qualidade do insumo vem do efeito fixo do trabalhador gerado a partir da estimação da equação de salários (Fox; Smeets, 2011; Haskel; Hawkes; Pereira, 2005). Considerando o efeito fixo no lugar do número de pessoal ocupado, a equação a ser estimada passa a ser:

$$Ln(Y)_{it}=\beta_0 + \beta_1 ln(K)_{it}+\beta_2 ln(EFT_F)_{it}+\varepsilon_{it} \quad (9)$$

em que a variável *EFT_F* é a soma dos efeitos fixos dos trabalhadores na empresa obtida a partir da estimação de uma equação de rendimento minceriana.

As Eq. (3), (4), (5), (7), (8) e (9) serão utilizadas para gerar a produtividade residual. Para averiguar qual delas apresenta a melhor *proxy* para qualidade do insumo, é necessário adotar alguns critérios. Assim, os critérios utilizados para averiguar a dispersão da produtividade têm como base o R^2 das equações estimadas e medidas adicionais construídas a partir da produtividade residual, como a razão do quartil q95/q5. Se as empresas estão empregando a mesma tecnologia e empregaram os mesmos insumos, esse critério é uma forma intuitiva de ver a diferença de produtividade entre as empresas mais produtivas em relação às menos produtivas. Vale mencionar que a existência de *outliers* pode influenciar essa medida. Procurando contornar esse problema, também será reportada a razão q75/q25, assumindo que essa razão seja menos sensível à existência de possíveis *outliers*.

Embora os critérios citados possam indicar a especificação cujo insumo pode gerar a menor dispersão da produtividade entre as empresas, um terceiro critério poderia ser empregado ao estimar um modelo considerado *benchmark*. Algumas evidências na literatura sobre produtividade mostram que as empresas mais antigas e as que cresceram mais rapidamente são mais produtivas. Como uma forma de evidenciar isso, construiu-se uma variável para crescimento do emprego seguindo o argumento de que as empresas mais produtivas, em média, terão maiores taxas de crescimento do emprego. Por isso, espera-se que, ao incluir essa variável em um modelo base, dado pela Eq. (3), a dispersão da produtividade irá declinar e de forma significativa. A equação a ser estimada seria:

$$Ln(Y)_{it} = \beta_0 + \beta_1 ln(K)_{it} + \beta_2 ln(L)_{it} + \beta_3 (G)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

em que a variável G_{it} é a taxa de crescimento da empresa a cada dois anos. A intuição para utilizar esse modelo como *benchmark* é verificar se após controlar pelas diferentes *proxies* do pessoal ocupado a dispersão apresenta um declínio.

Para a estimação dos modelos descritos foram utilizadas informações da Pesquisa Industrial Anual (PIA) realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o período de 1996 a 2010. Também foi utilizada a base de dados da Relação Anual de Informação Social (Rais), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), além das informações públicas oriundas da Secretaria de Comércio Exterior (Secex), do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). O quadro 1 faz um sumário das variáveis utilizadas nas análises de regressão.

QUADRO 1
Síntese das variáveis utilizadas

Variáveis	Descrição
Capital por pessoal ocupado	Razão entre o estoque de capital e o pessoal ocupado
Pessoal ocupado	Pessoal ocupado
Média de anos de escolaridade (EDU)	Média dos anos de escolaridade do pessoal ocupado na empresa
Tenure	Período em que o trabalhador está dentro da empresa
Idade média	Idade média do pessoal ocupado na empresa
Número de pessoal ocupado com 2º grau completo	Número de pessoal ocupado com 2º grau completo
Número de pessoal ocupado com 3º grau completo	Número de pessoal ocupado com 3º grau completo
Empresa exportadora	Assume valor 1 se a empresa é uma empresa exportadora
Empresa de capital nacional	Assume valor 1 se a empresa é uma empresa de capital nacional na Pesquisa de Inovação (Pintec)
Setor	*Dummies* para setores com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE)
Média de horas trabalhadas	Média de horas trabalhadas do pessoal ocupado na empresa
Controle para idade da empresa	*Dummies* para idade da empresa
Idade da empresa 1	Assume valor 1 se a empresa tem menos de 18 anos e zero caso contrário
Idade da empresa 2	Assume valor 1 se a empresa tem mais de 18 anos e menos de 29 anos e zero caso contrário
Idade da empresa 3	Assume valor 1 se a empresa tem mais de 29 anos e menos de 38 anos e zero caso contrário
Idade da empresa 4	Assume valor 1 se a empresa tem mais de 38 anos e menos de 49 anos e zero caso contrário
Idade da empresa 5	Assume valor 1 se a empresa tem mais de 49 anos e zero caso contrário

Elaboração do autor.

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados gerados para identificar a relação entre escolaridade e produtividade nas empresas industriais brasileiras para o período de 1996 a 2010 são descritos, inicialmente, considerando a produtividade e a escolaridade para a indústria geral e para empresas separadas segundo a sua intensidade tecnológica. Na sequência, serão apresentados resultados que levam em consideração as características da empresa e como está distribuído o insumo trabalho na empresa. Por fim, serão descritos os resultados gerados para estimar a produtividade total dos fatores considerando a qualidade do insumo trabalho em diferentes formas e avaliado a diferença entre as empresas mais produtivas e menos produtivas.

Na tabela 1, observa-se que, para toda a indústria, todos os coeficientes apresentam o sinal esperado e são significativos estatisticamente. A relação entre

escolaridade e produtividade, mensurada por meio dos coeficientes estimados das variáveis pessoal ocupado com segundo grau e pessoal ocupado com terceiro grau é consistente com as expectativas e com a literatura, apresentando uma relação positiva e um coeficiente estimado, cuja magnitude é maior para o número de pessoas com terceiro grau. Ao segmentar as empresas de acordo com a sua intensidade tecnológica, essa relação se mantém para todos os setores (baixa, média-baixa, média-alta e alta tecnologia) para a variável pessoal ocupado com terceiro grau. Esse resultado é diferente para a variável pessoal ocupado com segundo grau quando se observam os setores de média-baixa e alta tecnologia, em que os coeficientes estimados não foram significativos, e para o setor de média-alta, que apresentou sinal negativo.

A variável *tenure*, *proxy* para experiência, descreve o tempo que o trabalhador se encontra na empresa. Espera-se uma relação positiva entre essa variável e a produtividade da empresa. O resultado apresenta uma estimativa com sinal positivo e com significância estatística para a indústria e para os todos os setores segundo a intensidade tecnológica, sugerindo que a relação entre essa variável e a produtividade é positiva. Vale mencionar que o coeficiente estimado dessa variável para o setor de baixa intensidade tecnológica apresenta a maior magnitude, indicando que para esse setor o tempo de empresa assume um papel importante nessa relação.

A variável empresa exportadora apresenta um coeficiente com o sinal positivo e significativo estatisticamente para a indústria geral. Esse resultado também pode ser observado para todos os setores segundo a intensidade tecnológica, sugerindo que as empresas que têm o exterior como seu mercado têm uma relação positiva com produtividade. Como as empresas estão mais expostas à competição, os ganhos de produtividade passam a ser uma estratégia para ampliar o mercado de produtos destas, levando-as a se tornarem mais produtivas.

Ser uma empresa com capital nacional apresenta uma estimativa com sinal negativo e com significância estatística para toda a indústria. É um resultado que se mantém quando considerada a intensidade tecnológica. Nota-se que a magnitude dessa relação entre capital nacional e produtividade aumenta na medida em que passamos de setores com baixa para setores com alta intensidade tecnológica.

TABELA 1
Resultados para relação entre escolaridade e produtividade nas empresas industriais brasileiras – 1996-2010 – efeitos aleatórios

Variáveis	Geral	Intensidade tecnológica			
		Baixa	Média-baixa	Média-alta	Alta
Log do estoque de capital por pessoal ocupado	0,0796***	0,0608***	0,0892***	0,122***	0,0695***
	(0,00144)	(0,00217)	(0,00264)	(0,00314)	(0,00798)
Log do número de pessoal ocupado com 2º grau completo	0,0123***	0,0419***	-0,00899	-0,0183***	0,0294
	(0,00391)	(0,00662)	(0,00714)	(0,00678)	(0,0195)
Log do número de pessoal ocupado com 3º grau completo	0,167***	0,151***	0,175***	0,164***	0,120***
	(0,00437)	(0,00774)	(0,00836)	(0,00718)	(0,0189)
Log do *tenure*	0,0539***	0,0735***	0,0263	0,0468***	0,0666*
	(0,00935)	(0,0166)	(0,0168)	(0,0155)	(0,0386)
Log da idade média	0,127***	0,218***	-0,0668	-0,0565	0,724***
	(0,0448)	(0,0748)	(0,0848)	(0,0781)	(0,198)
Empresa exportadora	0,186***	0,209***	0,171***	0,135***	0,224***
	(0,00811)	(0,0144)	(0,0152)	(0,0126)	(0,0312)
Empresa de capital nacional	-0,102***	-0,0980***	-0,0990***	-0,100***	-0,107***
	(0,00553)	(0,00968)	(0,0102)	(0,00893)	(0,0235)
Proporção da receita líquida de vendas	3,144***	10,71***	2,201***	3,841***	15,90***
	(0,299)	(1,096)	(0,423)	(0,547)	(2,355)
Idade empresa 1	0,200***	0,133***	0,230***	0,251***	0,159**
	(0,0159)	(0,0266)	(0,0294)	(0,0272)	(0,0758)
Idade empresa 2	0,184***	0,138***	0,195***	0,215***	0,0731
	(0,0147)	(0,0250)	(0,0276)	(0,0241)	(0,0685)
Idade empresa 3	0,127***	0,0906***	0,138***	0,141***	0,0259
	(0,0139)	(0,0242)	(0,0266)	(0,0219)	(0,0643)
Idade empresa 4	0,0939***	0,0710***	0,122***	0,0968***	-0,00213
	(0,0121)	(0,0210)	(0,0239)	(0,0185)	(0,0566)
Constante	8,398***	8,096***	9,433***	9,011***	6,822***
	(0,150)	(0,248)	(0,362)	(0,267)	(0,684)
Controles setoriais	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Observações	122.599	50.979	30.632	29.320	6.220
Número de firmas	32.566	14.626	9.214	7.415	1.538

Elaboração do autor, com base nos microdados da PIA e Rais 1996-2010.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.

Pode ser observada nesta tabela uma relação positiva entre a proporção da receita líquida de vendas e a produtividade das empresas. Isso pode ser visto pelo coeficiente positivo e com significância estatística da variável receita líquida de vendas. É um resultado que se mantém quando se considera a segmentação das empresas de acordo com sua intensidade tecnológica, apresentando coeficientes com maiores magnitude para baixa e alta intensidade tecnológica.

A idade da empresa é um aspecto que merece atenção e deve ser levado em consideração na análise. A variável idade da empresa é binária e foi construída considerando cinco quintis, indo da menor idade das empresas para empresas com maior idade em anos. Nota-se que os coeficientes estimados apresentam associação positiva com produtividade e que, comparado com a categoria base, que é ter idade superior a 49 anos, apresenta maiores magnitudes na medida em que passa para quintis de menor idade. Esse mesmo resultado é observado quando são levados em consideração os setores de intensidade tecnológica, com exceção do setor com alta tecnologia que não apresentou coeficientes estimados com significância estatística.

Os resultados para a equação que explora a relação entre escolaridade e produtividade considerando a escolaridade média dentro da empresa podem ser vistos na tabela 2. Observa-se que os coeficientes estimados para as variáveis de estoque de capital por trabalhador, *tenure*, idade média, empresa exportadora, empresa de capital nacional, receita líquida de vendas e idade da firma em geral, qualitativamente, são semelhantes aos resultados apresentados anteriormente com o sinal esperado e significância estatística. Merece atenção a variável pessoal ocupado que possui o sinal positivo e é estatisticamente significativa para o modelo geral, a indústria geral, e para os setores de baixa, média-baixa, média-alta e alta intensidade tecnológica. Nota-se que o coeficiente da variável pessoal ocupado apresenta magnitude decrescente na medida em que o setor aumenta a intensidade tecnológica.

A variável escolaridade média na empresa industrial apresenta um coeficiente positivo e é estatisticamente significativa para a indústria geral. Esse resultado se repete quando segmenta por grupos de empresas industriais segundo a intensidade tecnológica, com exceção para o setor de média-baixa intensidade tecnológica. O sinal positivo da relação entre escolaridade média e produtividade, sugere que maiores níveis de produtividade estão associados a maior escolaridade média. Nota-se que esse aspecto se torna ainda mais relevante quando o setor possui maior intensidade tecnológica, como pode ser visto pela magnitude do coeficiente estimado do setor de baixa intensidade tecnológica, aumentando quando passa para média-alta e alta intensidade tecnológica. É um resultado que está de acordo com a literatura, no qual setores com maior intensidade tecnológica empregam mão de obra mais qualificada, qualificada no sentido de ter maior número de anos de escolaridade.

A descrição dos resultados realizada até aqui levou em consideração a escolaridade em termos de pessoal ocupado com segundo grau e terceiro grau e a escolaridade média. Essa análise foi ampliada ao segmentar as empresas industriais por intensidade tecnológica. No entanto, as empresas podem apresentar uma escolaridade média semelhante, porém a distribuição dessa variável dentro da empresa pode ser mais

concentrada em alguns casos em relação a outros. Por isso, é interessante verificar se há uma relação entre dispersão e produtividade. Em caso positivo, será que nas empresas onde a dispersão da escolaridade é maior essa relação é positiva?

TABELA 2
Resultados para relação entre escolaridade e produtividade nas empresas industriais brasileiras – 1996-2010 – efeitos aleatórios

Variáveis	Geral	Intensidade tecnológica			
		Baixa	Média-baixa	Média-alta	Alta
Log do estoque de capital por pessoal ocupado	0,0667***	0,0493***	0,0800***	0,119***	0,0737***
	(0,0009)	(0,00137)	(0,00190)	(0,00266)	(0,00673)
Log do número de pessoal ocupado	0,114***	0,114***	0,105***	0,0982***	0,0842***
	(0,00379)	(0,00587)	(0,00721)	(0,00743)	(0,0188)
Média de anos de escolaridade (EDU)	0,0805***	0,0923***	-0,00275	0,163***	0,409***
	(0,0149)	(0,0237)	(0,0273)	(0,0292)	(0,0814)
Log do *tenure*	0,0569***	0,0831***	0,0171	0,0507***	0,0779**
	(0,00791)	(0,0126)	(0,0143)	(0,0150)	(0,0383)
Log da idade média	0,353***	0,446***	0,203***	0,113	0,807***
	(0,0358)	(0,0537)	(0,0682)	(0,0724)	(0,186)
Empresa exportadora	0,278***	0,318***	0,255***	0,187***	0,282***
	(0,00755)	(0,0125)	(0,0144)	(0,0124)	(0,0314)
Empresa de capital nacional	-0,137***	-0,128***	-0,138***	-0,142***	-0,137***
	(0,00492)	(0,00803)	(0,00898)	(0,00873)	(0,0238)
Proporção da receita líquida de vendas	4,457***	15,77***	2,811***	5,399***	19,03***
	(0,309)	(1,097)	(0,432)	(0,580)	(2,473)
Idade da empresa 1	0,0947***	0,0195	0,164***	0,198***	0,0914
	(0,0145)	(0,0226)	(0,0272)	(0,0269)	(0,0753)
Idade da empresa 2	0,110***	0,0458**	0,168***	0,177***	0,0569
	(0,0136)	(0,0218)	(0,0256)	(0,0240)	(0,0688)
Idade da empresa 3	0,0753***	0,0244	0,123***	0,122***	0,0322
	(0,0132)	(0,0218)	(0,0250)	(0,0222)	(0,0656)
Idade da empresa 4	0,0733***	0,0343*	0,126***	0,0918***	0,0141
	(0,0117)	(0,0195)	(0,0228)	(0,0189)	(0,0586)
Controles setoriais	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Constante	7,264***	6,968***	8,397***	7,797***	5,449***
	(0,120)	(0,179)	(0,299)	(0,249)	(0,638)
Observações	174.389	82.174	43.978	34.441	6.783
Numero de firmas	50.855	26.338	13.916	8.987	1.768

Elaboração do autor, com base nos microdados da PIA e Rais 1996-2010.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.

A tabela 3 apresenta os resultados para uma especificação utilizada no estudo de Ilmakunnas, Maliranta e Vainiomäki (2004), cujo trabalho era identificar o papel das características do empregador e do empregado para produtividade da empresa, entre elas educação, idade e *tenure* e suas respectivas dispersões. Embora a análise possa ser expandida para os setores de intensidade tecnológica, a partir daqui daremos ênfase aos resultados para a indústria geral.

As Eq. (1), (2) e (3) na tabela 3 mostram os coeficientes estimados para a variável log de *tenure*, log da idade média e a escolaridade média em cada empresa e os seus respectivos desvios padrões. Nota-se que a relação entre *tenure* e idade média é não linear nas variáveis com os sinais dos coeficientes estimados alternando entre positivo e negativo. O desvio padrão para *tenure* apresenta um sinal positivo, sugerindo que a relação dessa variável com a produtividade é positiva. Isto é, na medida em que aumenta a dispersão do *tenure* dentro da empresa, maior a produtividade. Para o coeficiente estimado do desvio padrão da idade média, o sinal é negativo, sugerindo que a dispersão para idade dos trabalhadores é associada de forma negativa com a produtividade.

Para a variável escolaridade, os coeficientes estimados apresentam significância estatística e possuem sinais alternados ora positivos, ora negativos. Esse resultado sugere que a relação é não linear para escolaridade e produtividade quando considerada a equação com apenas controles para setores. O coeficiente estimado do desvio padrão mostra um sinal positivo, indicando que quanto maior for a dispersão da escolaridade dentro das empresas, maior a produtividade. Essa evidência também foi apresentada no estudo de Iranzo, Schivardi e Tosetti (2008).

A equação (4) apresenta os resultados considerando a variável log de *tenure*, log da idade média, escolaridade média e seus respectivos desvios padrões. Qualitativamente, os resultados se mantiveram como a significância dos coeficientes estimados e os sinais ora positivos e ora negativos apresentando uma magnitude maior, com exceção para a variável *tenure,* que não foi estatisticamente significativa.

A partir da Eq. (5), algumas das características da empresa são incorporadas nas estimações. Entre essas características estão: se a empresa é exportadora, se é uma empresa de capital nacional, o investimento líquido em máquinas, a proporção da receita líquida de vendas, as horas trabalhadas e os quintis de idade. Como pode ser observado, os coeficientes estimados para a variável escolaridade média e para o desvio padrão da escolaridade deixam de apresentar significância estatística. Embora, as variáveis *tenure* e idade média e seus respectivos desvios padrões tenham apresentado coeficientes estimados com significância estatística e sinais alternados ora positivos, ora negativos, vale observar que a magnitude desses coeficientes estimados foi maior em relação às Eq. (1) e (2).

TABELA 3
Resultados para relação entre escolaridade e produtividade nas empresas industriais brasileiras – 1996-2010 – efeitos aleatórios

Variáveis	Eq. (1)	Eq. (2)	Eq. (3)	Eq. (4)	Eq. (5)	Eq. (6)
Log do *tenure*	-0,698***	-	-	-0,0153	0,855***	1,110***
	(0,166)	-	-	(0,175)	(0,213)	(0,215)
Log do *tenure*2	0,270***	-	-	0,0151	-0,180***	-0,251***
	(0,047)	-	-	(0,0512)	(0,0619)	(0,0624)
Log do *tenure*3	-0,026***	-	-	0,0004	0,0172***	0,0235***
	(0,004)	-	-	(0,0049)	(0,00598)	(0,00603)
Log do desvio padrão de *tenure*	0,062***	-	-	0,105***	-0,00996	-0,0301***
	(0,007)	-	-	(0,00969)	(0,0111)	(0,0115)
Log da idade média	-	-60,81***	-	-101,8***	-184,0***	-183,3***
	-	(20,80)	-	(21,72)	(27,78)	(27,76)
Log da idade média 2	-	20,68***	-	32,59***	55,55***	55,25***
	-	(5,960)	-	(6,234)	(7,995)	(7,991)
Log da idade média 3	-	-2,261***	-	-3,428***	-5,553***	-5,518***
	-	(0,569)	-	(0,596)	(0,766)	(0,766)
Log do desvio padrão da idade	-	-0,132***	-	-0,277***	-0,280***	-0,279***
	-	(0,0126)	-	(0,0183)	(0,0206)	(0,0206)
Média de anos de escolaridade (EDU)	-	-	0,0900**	0,123***	0,0123	0,00960
	-	-	(0,0386)	(0,0384)	(0,0513)	(0,0513)
Média de anos de escolaridade2 (EDU2)	-	-	-0,0236***	-0,0320***	-0,00215	-0,00160
	-	-	(0,00829)	(0,00825)	(0,0109)	(0,0109)
Média de anos de escolaridade3 (EDU3)	-	-	0,0023***	0,0029***	7,96e-05	6,16e-05
	-	-	(0,000747)	(0,0007)	(0,0009)	(0,0009)
Média de anos de escolaridade4 (EDU4)	-	-	-5,46e-05**	-6,90e-05***	1,72e-05	1,68e-05
	-	-	(2,38e-05)	(2,37e-05)	(3,08e-05)	(3,08e-05)
Log do desvio padrão de EDU	-	-	0,0134***	0,0114***	0,00878***	0,00853***
	-	-	(0,00110)	(0,0011)	(0,00163)	(0,00163)
Empresa exportadora	-	-	-	-	0,249***	0,244***
	-	-	-	-	(0,00836)	(0,00839)
Empresa de capital nacional	-	-	-	-	-0,120***	-0,121***
	-	-	-	-	(0,00581)	(0,00582)
Log do investimento líquido em máquinas	-	-	-	-	0,0803***	0,0796***
	-	-	-	-	(0,00162)	(0,00163)
Proporção da receita líquida de vendas	-	-	-	-	4,202***	4,183***
	-	-	-	-	(0,344)	(0,344)

(Continua)

(Continuação)

Variáveis	Eq. (1)	Eq. (2)	Eq. (3)	Eq. (4)	Eq. (5)	Eq. (6)
Log das horas trabalhadas	-	-	-	-	-	-0,200***
	-	-	-	-	-	(0,0664)
Idade da empresa 1	-	-	-	-	-	-0,0368**
	-	-	-	-	-	(0,0169)
Idade da empresa 2	-	-	-	-	-	0,0479***
	-	-	-	-	-	(0,0157)
Idade da empresa 3	-	-	-	-	-	0,0446***
	-	-	-	-	-	(0,0150)
Idade da empresa 4	-	-	-	-	-	0,0540***
	-	-	-	-	-	(0,0131)
Setores	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Constante	10,16***	66,74***	9,700***	114,3***	210,1***	210,0***
	(0,195)	(24,19)	(0,0677)	(25,20)	(32,15)	(32,14)
Observações	176.272	176.269	175.761	175.758	104.879	104.879
Número de firmas	51.458	51.456	51.288	51.287	32.420	32.420

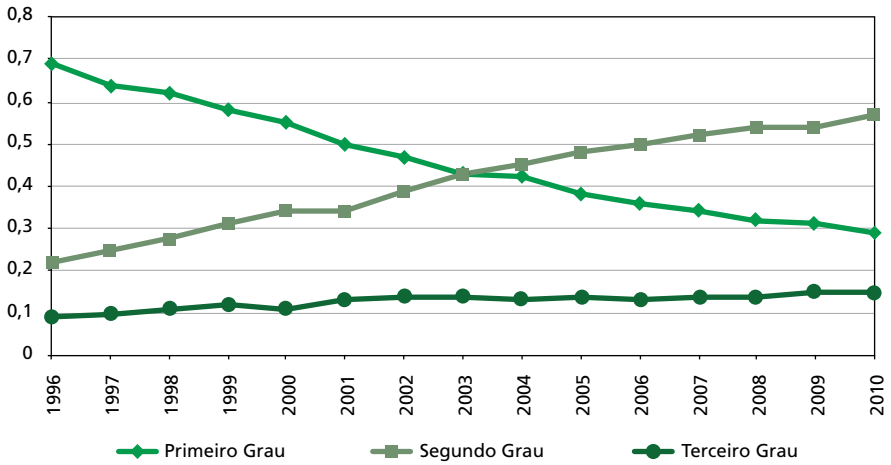
Elaboração do autor, com base nos microdados da PIA e Rais 1996-2010.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.

Em respostas às questões lançadas anteriormente a respeito da forma em que se dá a relação entre as características dos trabalhadores e a produtividade, e se a dispersão tem algum papel importante nessa relação, os resultados sugerem que a relação entre *tenure*, idade média e escolaridade média não é linear com a produtividade. Além disso, a significância estatística dos coeficientes estimados para os desvios padrões dessas variáveis sugere a existência de uma relação com a produtividade.

No caso específico da escolaridade média, quanto maior a dispersão, maior a produtividade. Esse resultado sugere que a produtividade da empresa aumenta com a existência de um *mix* de escolaridade e, por sua vez, de qualificações. Isto reflete as mudanças que ocorreram no mercado de trabalho e dentro das empresas no período em análise. A mão de obra considerada não qualificada (trabalhadores com apenas o primeira grau completo) no período foi sendo substituída pela mão de obra mais qualificada (trabalhadores com segundo e terceiro grau) ao longo dos anos, como pode ser visto no gráfico 1. Essa estratégia empregada pelas empresas possibilitou uma junção de trabalhadores mais escolarizados com aqueles com menor escolaridade, gerando uma complementaridade e permitindo aumentar a produtividade dentro da empresa. Imagina-se que, no limite, quando a empresa chegar a substituir toda mão de obra não qualificada, a produtividade deverá ser maior, estando, assim, em sintonia com a teoria do capital humano.

Em geral, as evidências apresentadas permitem inferir que, independentemente da forma como a escolaridade entra na equação para verificar a relação com a produtividade do trabalho, o resultado é positivo. Em termos de recomendação para políticas públicas, esforços na direção de ampliar o número de trabalhadores qualificados seriam bem-vindos e permitiriam gerar ganhos de produtividade. Ao considerar a dispersão da escolaridade dentro da empresa, os resultados evidenciaram que quanto maior a dispersão dessa variável, maior a produtividade do trabalho. Neste caso, a recomendação de políticas públicas não é tão intuitiva. Uma maneira de entender melhor esse resultado seria olhar no detalhe a composição desses trabalhadores não dando ênfase apenas à escolaridade média, mas sim, buscando mapear o tipo de formação, se ela é técnica ou não.

GRÁFICO 1
Composição do emprego total por faixa de escolaridade no setor industrial, 1996-2010



Elaboração do autor, a partir dos microdados da PIA e Rais.

Outra forma de olhar a relação entre escolaridade e produtividade seria focar a análise na dispersão da produtividade a partir da qualidade dos insumos que diferem entre as firmas. Ou seja, se forem utilizadas *proxies* diferentes para o insumo trabalho na estimação de uma função de produção, como seria a dispersão da produtividade entre os mais e os menos produtivos? A tabela 4 apresenta resultados para estimação de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas para *proxies* diferentes do insumo trabalho. Na estimação, foram utilizados controles para setores e idade da empresa, porém serão reportados apenas os coeficientes relativos à função de produção como capital e *proxies* do insumo trabalho.

A tabela 4 reporta as estimativas da função de produção considerando as *proxies* diferentes para o insumo trabalho. A Eq. (1) apresenta a especificação

tradicional e básica que ajusta o total do pessoal ocupado como insumo trabalho. O coeficiente estimado para essa variável é 0,31 e o coeficiente para capital físico é 0,29 com um R^2 de 0,084. A Eq. (2) mensura a qualidade do insumo ao estimar uma função de produção considerando o número de trabalhadores com segundo e terceiro grau como insumos separados. O coeficiente estimado para trabalhadores com segundo grau é 0,19, enquanto para os trabalhadores com terceiro grau é 0,19. Nota-se que o coeficiente para capital físico declinou para 0,219, sendo que o R^2 aumentou para 0,09. A Eq. (3) assume outra forma de ajustar a qualidade do insumo trabalho ao utilizar a folha de pagamento como uma medida da qualidade da força de trabalho, tendo como hipótese de que os salários refletem o produto marginal do trabalho em um contexto de mercados competitivos. O coeficiente estimado para folha de pagamento é de 0,85 e para o capital físico é de 0,08 com um R^2 de 0,18. Ao considerar a folha de pagamento como *proxy* para insumo trabalho, o coeficiente do capital físico declinou ainda mais em relação à Eq. (1) e (2) e o R^2 aumentou.

As Eq. (4) e (5) empregam *proxies* construídas a partir da razão dos trabalhadores mais produtivos em relação aos menos produtivos, considerando os salários do pessoal com terceiro grau em relação ao pessoal com primeiro grau. Como pode ser observado, os coeficientes estimados são estatisticamente significativos e possuem o sinal esperado. No caso específico da Eq. (5), o coeficiente da variável estoque de capital declinou significativamente em relação à equação base e o R^2 aumentou.

A Eq. (6) considera o efeito fixo do trabalhador a partir de uma equação de salários minceriana como *proxy* para o pessoal ocupado. Como pode ser observado, o coeficiente estimado apresenta o sinal esperado e tem significância estatística, porém sua magnitude é bem inferior quando comparado com o coeficiente estimado para o pessoal ocupado em relação à equação base. O coeficiente de determinação, o R^2, também declinou.

Na literatura sobre produtividade, alguns estudos mostram que as empresas mais antigas e as que cresceram mais rapidamente são mais produtivas. Como uma forma de evidenciar isso, construiu-se uma variável para crescimento do emprego seguindo o argumento de que as empresas mais produtivas, em média, terão maiores taxas de crescimento do emprego. Espera-se que, ao incluir essa variável no modelo base, a dispersão da produtividade venha declinar substancialmente. Por isso, a Eq. (10) corresponde ao *benchmark*. Como pode ser observado na tabela 4, o coeficiente da taxa de crescimento do emprego apresenta o sinal esperado e é estatisticamente significativo com um R^2 de 0,085, ligeiramente superior ao obtido para Eq. (1).

TABELA 4
Resultados para uma função de produção Cobb-Douglas nas empresas industriais considerando diferentes insumos trabalho – 1996-2010

Variáveis	Eq. (1)	Eq. (2)	Eq. (3)	Eq. (4)	Eq. (5)	Eq.6	Eq. 10
Log do estoque de capital por pessoal ocupado	0,291***	0,219***	0,0835***	0,257***	0,0857***	0,426***	0,265***
	(0,008)	(0,009)	(0,007)	(0,008)	(0,007)	(0,009)	(0,017)
Log do número de pessoal ocupado	0,319***	-	-		-	-	0,409***
	(0,006)	-	-		-	-	(0,015)
Log do pessoal ocupado com segundo grau	-	0,199***	-	-	-	-	-
	-	(0,007)	-	-	-	-	-
Log do pessoal ocupado com terceiro grau	-	0,193***	-	-	-	-	-
	-	(0,008)	-	-	-	-	-
Log da folha de pagamento	-	-	0,857***	-	-	-	-
	-	-	(0,008)	-	-	-	-
Log da medida capital humano para pessoal ocupado	-	-	-	0,382***	-	-	-
	-	-	-	(0,007)	-	-	-
Log da medida capital humano para folha pagamento	-	-	-	-	0,847***	-	-
	-	-	-	-	(0,009)	-	-
Efeito fixo do trabalhador	-	-	-	-	-	0,0001***	-
	-	-	-	-	-	(2,50e-05)	-
Taxa crescimento emprego	-	-	-	-	-	-	0,449***
	-	-	-	-	-	-	(0,062)
Setores	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Constante	8,224***	9,823***	-0,176	8,504***	-0,0750	6,936***	9,506***
	(0,137)	(0,169)	(0,138)	(0,142)	(0,144)	(0,155)	(0,297)
Observações	174,977	122,946	176,945	166,074	166,074	176,813	66,889
R^2	0,084	0,094	0,181	0,090	0,178	0,053	0,085
Numero de firmas	51.061	32.679	51.689	48.291	48.291	51.677	15.363

Elaboração do autor, com base nos microdados da PIA e Rais 1996-2010.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.

A tabela 5 apresenta a dispersão da produtividade residual mensurada a partir da estimação da função de produção considerando as diferentes *proxies* para insumo trabalho. O R^2, o desvio padrão da PTF e a razão entre quartis q95/q05 e q75/q25 são os critérios empregados para verificar se há alguma redução na dispersão ao empregar *proxies* diferentes do insumo trabalho. O modelo que apresenta o melhor ajuste considerando como critério o R^2, é o modelo em que a folha de pagamento é considerada proxy para o número de trabalhadores. Pelo critério dos quartis (q95/q05 e q75/q25), o modelo com efeitos fixos apre-

senta a menor dispersão, sendo seguido pelo modelo base que inclui o número de pessoal ocupado. Apesar de os demais modelos apresentarem uma dispersão maior, os valores estão bem próximos.

TABELA 5
Dispersão da produtividade com diferentes controles para insumo trabalho – Cobb-Douglas – 1996-2010

Variáveis	R2	SD(e)	q95/q05	q75/q25
Número de pessoal ocupado	0,090	0,734	0,988	1,405
Pessoal ocupado com segundo e terceiro grau	0,178	0,708	1,022	1,756
Folha pagamento	0,840	0,701	1,031	1,415
Medida de capital humano (pessoal ocupado)	0,090	0,731	0,995	1,502
Medida de capital humano para folha de pagamento	0,181	0,700	1,028	1,418
Efeito fixo por trabalhador	0,053	0,748	0,973	1,311
Benchmark: crescimento do emprego na firma	0,085	0,047	0,061	0,082

Elaboração do autor, com base nos microdados da PIA e Rais 1996-2010.
Notas: *** Significativo a 1%; ** significativo a 5%; e * significativo a 10%.

Em geral, esses resultados mostram que as medidas da qualidade de insumos utilizados contribuem para reduzir a dispersão da produtividade entre as empresas. Contudo, há ainda uma grande parcela da dispersão da produtividade que ainda se mantém mesmo após controlar por diferentes *proxies* da qualidade de insumos, sugerindo que a dispersão da produtividade na empresa pode estar refletindo atributos que são difíceis de adquirir e também de vender no mercado de insumos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, um dos objetivos era evidenciar a existência da relação entre escolaridade e produtividade para a indústria no Brasil no período de 1996 a 2010. A partir daí, a análise focaria na dispersão da produtividade considerando *proxies* diferentes da qualidade do insumo trabalho na função de produção Cobb-Douglas. O artigo teve como referência uma literatura recente que trata de dispersão da produtividade e que ainda não possui consenso a respeito de quais os fatores que deveriam ser contemplados na função de produção para reduzir, de forma significativa, a dispersão de produtividade nas empresas.

O conjunto de resultados gerado para escolaridade e produtividade do trabalho sugere a existência de uma relação positiva. Isso é percebido ao utilizar a variável escolaridade segmentada por pessoal ocupado com segundo e terceiro grau. Como já era esperado, esse resultado se mantém para todos os setores quando se segmentam as empresas de acordo com a sua intensidade tecnológica. Esse resultado ainda se mantém ao substituirmos a variável número de pessoal ocupado com segundo e terceiro

grau pela variável escolaridade média dentro da empresa. Ao incorporar uma variável para captar a dispersão da escolaridade dentro da empresa, os resultados mostraram que quanto maior a dispersão do nível de escolaridade, maior a produtividade. Esse resultado já havia sido observado em outros estudos, como o de Ilmakunnas, Maliranta e Vainiomäki (2004) e Iranzo, Schivardi e Tossetti (2011). Como foi mencionado anteriormente, esse resultado pode estar refletindo as mudanças que ocorreram no mercado de trabalho e dentro das empresas no período em análise e permitiu criar *mix* de trabalhadores mais escolarizados com aqueles com menor escolaridade, gerando uma complementaridade e permitindo aumentar a produtividade dentro da empresa. No limite, ao completar esse processo de substituição mão de obra não qualificada, espera-se que a produtividade da empresa seja ainda maior, de acordo com o que a teoria do capital humano advoga. A recomendação de políticas públicas continuaria sendo o investimento na qualificação da mão de obra.

A partir desses resultados, a análise passou a considerar o aspecto da dispersão da produtividade dentro das empresas empregando *proxies* diferentes para o insumo trabalho. Para tanto, realizou-se a estimação de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas para gerar a produtividade residual e permitir mensurar a dispersão por meio da razão dos quartis q95/q5 e q75/q25. Verificou-se que os coeficientes das diferentes *proxies* apresentaram significância estatística e sinal esperado. Os resultados, de um modo geral, mostraram que as medidas empregadas nos modelos contribuíram para reduzir a dispersão da produtividade entre as empresas, evidenciando, também, que uma parcela significativa ainda se mantém mesmo após o uso dessas *proxies* diferentes de qualidade de insumo, sugerindo que a dispersão da produtividade na empresa parece refletir atributos que são de difícil aquisição e também de venda no mercado de insumos.

Neste estudo, a contribuição está em apresentar evidências que vão além da relação entre escolaridade e produtividade do trabalho, estimando uma função de produção considerando *proxies* diferentes para o insumo trabalho para analisar a dispersão da produtividade nas empresas, tendo em vista ser um tema recente na literatura.

REFERÊNCIAS

ABOWD, J. M.; KRAMARZ, F. Human capital and worker productivity: direct evidence from linked employer-employee data. **Annales d'Économie de Statistique**, n. 79/80, p. 1-16, 2006.

BARTELSMAN, E.; DOMS, M. Understanding produtivicty: lessons from longitudinal microdata. **Journal of Economic Literature**, v. XXXVIII, p. 569-594, set. 2000.

BIESEBROECK, J. V. Wages equal productivity. Fact or fiction? Evidence from Sub Saharan Africa. **World Development**, v. 39, n. 8, 1333-1346, 2011.

DE FERRANTI, G. *et al*. **Closing the Gap**: technology and wages in Latin America. Washington: The World Bank, 2002.

EHRENBERG, R. G.; SMITH, R. S. **A moderna economia do trabalho**: teoria e política pública. São Paulo: Makron Books, 2000.

FOX, J. T.; SMEETS, V. Does input quality drive measured differences in firm productivity. **International Economic Review**, v. 52, n. 4, p. 961-989, 2011.

GIOVANNETTI, B.; MENEZES-FILHO, N. A. Trade liberalization and the demand for skilled labor in Brazil. **Economía**, v. 7, n. 1, p. 1-28, Fall 2006.

HASKEL, J.; HAWKES, D.; PEREIRA, S. **Skills, human capital and the plant productivity gap**: UK evidence from matched plant, worker and workforce data. Disponível em: <http://www.cepr.org/active/publications/discussion_papers/dp.php?dpno=5334>.

HALTIWANGER, J.; LANE, J. I.; SPLETZER, J. R. Productivity differences across employers: the roles of employer size, age, and human capital. **The American Economic Review Papers and Proceedings,** v. 89, n. 2, p, 94-98, maio 1999.

ILMAKUNNAS, P.; MALIRANTA, M. VAINIOMÄKI, J. The roles of employer enad employee characteristics for plant productivity. **Journal of Productivity Analysis**, v. 21, p. 249-276, 2004.

ILMAKUNNAS, P.; MALIRANTA, M. Technology, labour characteristics and wage-productivity gaps. **Oxford Bulletin of Economics and Statistics**, v. 67, n. 5, p. 623-645, 2005.

IRANZO, S; SCHIVARDI, F.; TOSETTI, E., Skill dispersion and productivity: an analysis with employer-employee matched data. **Journal of Labor Economics**, v. 26, n. 2, p. 247-285, 2008.

JONES, P. Are educated workers really more productive? **Journal of development Economics**, v. 64, p. 57-59, 2001.

LOPES, A. S.; TEIXEIRA, P. Worker productivity and wages: evidence from linked employer-employee data. **IZA Discussion Paper,** n. 7036. 2012. Disponível em: <http://ftp.iza.org/dp7036.pdf>.

MENEZES-FILHO, N. A.; RODRIGUES, B. Tecnologia e demanda por qualificação na indústria brasileira. **Revista Brasileira de Economia**, v. 57, n. 3, p. 569-603, 2003.

CAPÍTULO 10

PRODUTIVIDADE NO SETOR DE SERVIÇOS

Jorge Arbache*

1 INTRODUÇÃO

O gráfico 1 mostra que, entre 1947 e 1985, a participação do setor de serviços no produto interno bruto (PIB) manteve-se relativamente estável e ao redor de 50%. Mas, a partir de então, aquela participação não parou de crescer e, em 2013, já era de quase 70%.[1] Já a indústria de transformação viu a sua participação aumentar de 19% para 32% no mesmo período, a qual foi acompanhada pelo declínio quase simétrico da agricultura. No entanto, de meados da década de 1980 em diante, houve substancial mudança na estrutura econômica – os serviços passaram a crescer rapidamente em detrimento tanto da indústria quanto da agricultura e assumiram, em definitivo, papel de destaque na economia. A predominância dos serviços se estendeu para além do PIB – em 2012, o setor respondia por nada menos que 72,3% do total de emprego e, nos últimos anos, 83 de cada 100 novas vagas criadas no setor formal tiveram origem no setor de serviços.

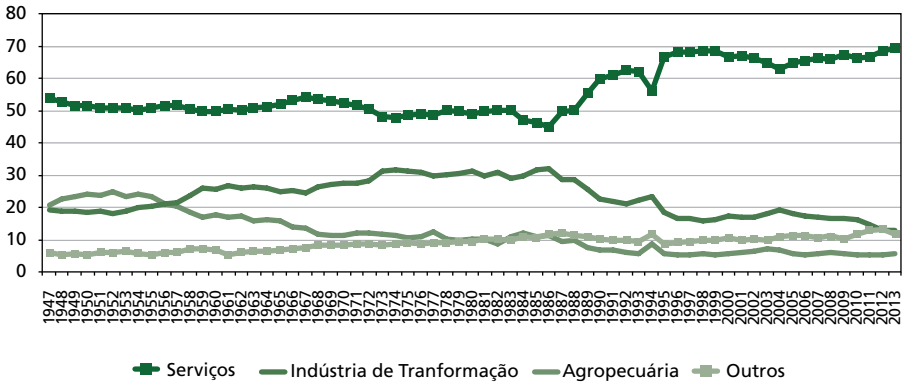
O arranque do setor de serviços nas últimas décadas não resultou do aumento significativo da renda média, mudança substancial da composição da demanda, crescimento industrial ou outros fatores que poderiam ter desencadeado o desenvolvimento do setor de serviços, como acontecera em países industrializados. Isto porque a renda *per capita* cresceu, em média, modesto 1,18% ao ano entre 1980 e 2013, e a manufatura, que é o maior consumidor de serviços intermediários, encolheu e perdeu densidade industrial (Arbache, 2012).

Dessa forma, parece-nos razoável afirmar que a participação do setor de serviços teria aumentado, ao menos em parte, mais em razão do crescimento vegetativo e da perda de dinamismo de outros setores que do seu próprio dinamismo. Mas é provável que o crescimento da população urbana e a transformação demográfica também tenham contribuído para a expansão do setor. Além disso, características peculiares dos serviços, como o relativamente baixo custo de entrada em termos de estoque de capital, tecnologia e capital humano teriam feito do setor a melhor, senão a única oportunidade de renda e emprego para boa parte do contingente de pessoas que chegava ao mercado de trabalho, especialmente em período de tão baixo crescimento como foram as décadas de 1980 e 1990.

* Este estudo contou com a inestimável colaboração de Glaucia Ferreira na parte dos microdados. Todos os erros e omissões são nossos.

1. A categoria "outros" é composta por construção civil, indústria extrativa mineral e eletricidade, gás e água.

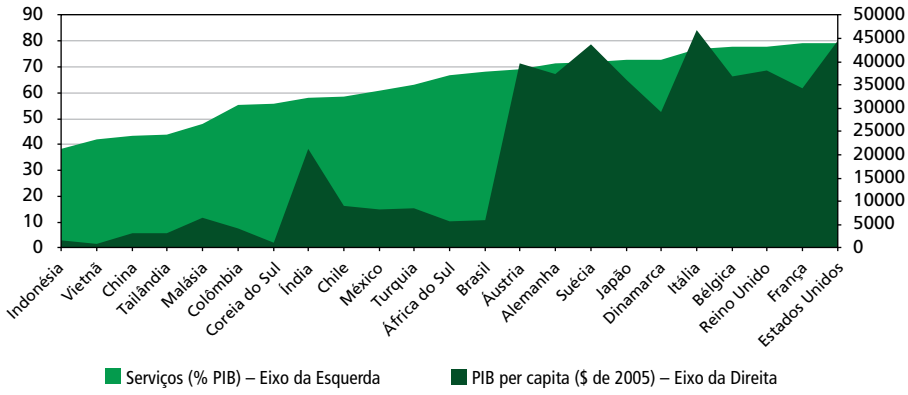
GRÁFICO 1:
Participação setorial no PIB
(Em %)



Fonte: Contas Nacionais.

O gráfico 2 mostra que a participação dos serviços no PIB do Brasil assemelha-se à de países com renda *per capita* muito mais elevada e em estágios mais avançados de desenvolvimento industrial, o que seria uma anomalia. Ao menos parte dessa elevada participação poderia ser atribuída ao encolhimento prematuro da indústria, que é, tradicionalmente, o maior consumidor de toda a sorte de serviços, e à elevada participação dos serviços na cesta de consumo final – enquanto a parcela da renda familiar destinada aos serviços é de 64% no Brasil, na Rússia é de 52%, na Índia de 50% e na Indonésia de 45% (OCDE, 2014).

GRÁFICO 2
Renda *per capita* e participação dos serviços no PIB – 2011



Fonte: WDI.

Com tamanha relevância, não é exagero afirmar que o setor de serviços praticamente determina os contornos da economia brasileira. Por isto, produtividade e outros indicadores de desempenho e dinamismo do setor de serviços são elementos fundamentais para as análises das perspectivas do crescimento sustentado e da competitividade. O objetivo deste capítulo é investigar, em caráter exploratório, o padrão e a trajetória da produtividade no setor de serviços no Brasil.

O trabalho está organizado como segue. A seção seguinte apresenta os dados e a metodologia do trabalho. A terceira seção faz detalhada caracterização do setor de serviços. A quarta seção apresenta e discute estimativas de produtividade nos serviços. A quinta seção identifica variáveis associadas à produtividade nos serviços. A sexta seção discute a relação entre produtividade e competitividade. A sétima seção conclui.

2 DADOS E METODOLOGIA

Como se sabe, os serviços, em geral, são intangíveis, não podem ser armazenados, têm qualidade instável e há inseparabilidade entre a produção e o consumo. Além disso, os serviços são altamente heterogêneos e menos padronizáveis que os produtos manufaturados. Por estas razões, medir preços e volumes de serviços é um enorme desafio e variáveis derivadas, como produtividade, estão sujeitas àquelas limitações e, por conseguinte, podem carregar desvios e erros de medida não desprezíveis.[2]

Para complicar ainda mais as investigações sobre o setor de serviços, a crescente integração de bens e serviços na organização da produção e o crescente conteúdo de serviços incorporados aos bens industrializados estão criando novas dificuldades para se identificar onde acaba um produto manufaturado e onde começam os serviços utilizados (CNI, 2014).[3] O maior nível de informalidade no setor de serviços também tem reflexos na medição do produto e na formação dos preços, acentuando possíveis erros de mensuração de preços, volumes e PIB setorial. Em razão de limitações metodológicas como essas, os resultados empíricos deste estudo devem ser vistos com reserva.

As principais fontes de dados do estudo são os microdados da Pesquisa Anual de Serviços (PAS) combinados com os microdados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) e da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). O período investigado vai de 1998 a 2011, ano da última PAS disponível. A nossa amostra de empresas de serviços é da ordem dos milhões (ver apêndice).

2. Para Griliches (1957), a elevada heterogeneidade na qualidade dos insumos, inclusive serviços, é uma das mais importantes explicações da produtividade das firmas.

3. As classificações setoriais nas contas nacionais parecem ser cada vez mais inadequadas para o padrão de bens industriais que incorporam parcela elevada e crescente de serviços.

A despeito da riqueza da amostra, a PAS tem várias limitações. Uma delas é a não cobertura de atividades das áreas de saúde, educação e intermediação financeira, incluindo hospitais, escolas e bancos, que são setores não apenas muito grandes, mas também muito importantes para as empresas e para a população em geral.

O conceito de produtividade utilizado é o de valor adicionado dividido pelo pessoal ocupado. A desagregação dos segmentos de serviços é aquela da própria PAS. A classificação do tamanho das firmas foi feita a partir do número de pessoas ocupadas. Exercícios de *cluster* forneceram os seguintes grupos: 0-2 pessoas ocupadas; 3-10 pessoas ocupadas; e 11 ou mais pessoas ocupadas. A remuneração média, produtividade e outros valores foram atualizados para 2013 utilizando-se o Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA). Para maiores detalhes das variáveis e fontes de dados, ver apêndice. Com o objetivo de identificar variáveis associadas ao padrão e desempenho da produtividade, examinaram-se estatísticas descritivas e estimaram-se modelos de regressão.

3 PERFIL DAS EMPRESAS DE SERVIÇOS

A tabela 1 apresenta o tamanho das empresas de serviços. O tamanho médio é de apenas 5,3 e, dessa forma, as empresas do setor são muito pequenas. Por isso, é razoável esperar que o setor em geral tenha produtividade baixa (IDB, 2010).[4] Nada menos que 52% das empresas encontram-se no primeiro grupo de tamanho e 89% encontram-se nos dois primeiros grupos (0 a 10 pessoas ocupadas). O segmento de serviços com maior tamanho médio são os serviços de vigilância, com 19 pessoas ocupadas. Já o segmento de tecnologia da informação (TI) é um dos menores, com 3,6 pessoas ocupadas – nada menos que 78% das empresas deste segmento estão no grupo de 0 a 2 pessoas ocupadas. Assim, pode-se inferir que a grande maioria das empresas de TI seriam microempreendimentos, possivelmente com baixa capitalização e pouco acesso às tecnologias mais sofisticadas.

4. Inter-American Development Bank (IDB, 2010) apresenta evidências de forte correlação negativa entre tamanho de empresas e produtividade.

TABELA 1
Tamanho das empresas de serviços – 2011

	Tamanho médio (número de trabalhadores)	Faixa de tamanho - participação no total (%)		
		0 a 2	3 a 10	11 +
Agregado	5,26	52,49	36,30	11,22
Transporte rodoviário de cargas	5,33	51,64	37,23	11,13
Transporte rodoviário de passageiros	4,82	58,83	33,63	7,54
Agências de notícias e outros serviços de informação	3,98	61,91	31,14	6,95
Agências de viagens, operadores turísticos e outros serviços de turismo	5,17	39,31	51,36	9,34
Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos intangíveis não financeiros	5,75	41,61	45,37	13,02
Armazenamento e atividades auxiliares aos transportes	6,79	43,16	43,31	13,53
Atividades culturais, recreativas e esportivas	4,17	65,58	25,28	9,14
Atividades de ensino continuado	5,93	42,85	42,29	14,86
Compra, venda e aluguel de imóveis próprios	3,47	58,84	34,69	6,47
Correio e outras atividades de entrega	8,43	38,63	40,37	21,00
Edição e edição integrada à impressão	4,60	57,17	32,98	9,85
Esgoto, coleta, tratamento e disposição de resíduos e recuperação de materiais	8,86	33,77	43,94	22,29
Intermediação na compra, venda e aluguel de imóveis	5,06	50,58	38,23	11,19
Manutenção e reparação de equipamentos de informática e comunicação	3,59	76,33	15,99	7,68
Manutenção e reparação de objetos pessoais e domésticos	3,61	58,48	37,24	4,28
Manutenção e reparação de veículos automotores	4,17	53,47	39,17	7,36
Outros serviços prestados principalmente às empresas	4,38	45,60	48,55	5,85
Seleção, agenciamento e locação de mão de obra	15,76	42,56	23,10	34,34
Serviços audiovisuais	5,53	52,99	32,07	14,94
Serviços auxiliares da agricultura, pecuária e produção florestal	7,90	37,60	43,33	19,06
Serviços auxiliares financeiros, dos seguros e da previdência complementar	3,80	60,85	33,08	6,07
Serviços de alimentação	5,98	48,14	37,50	14,36
Serviços de alojamento	9,76	21,80	49,19	29,01
Serviços de escritório e apoio administrativo	4,54	57,30	33,03	9,67
Serviços de investigação, vigilância, segurança e transporte de valores	18,88	13,98	39,50	46,53
Serviços para edifícios e atividades paisagísticas	13,16	28,54	36,50	34,96
Serviços pessoais	4,35	62,60	26,75	10,66
Serviços técnico-profissionais	4,26	56,17	36,81	7,03
Tecnologia da informação	3,63	77,72	15,49	6,78
Telecomunicações	8,30	33,17	43,54	23,29
Transporte aquaviário	9,96	29,28	44,01	26,72
Transporte aéreo	11,30	30,33	32,15	37,52
Transporte dutoviário	12,60	40,00	0,00	60,00
Transporte ferroviário e metroferroviário	12,48	37,88	29,24	32,88

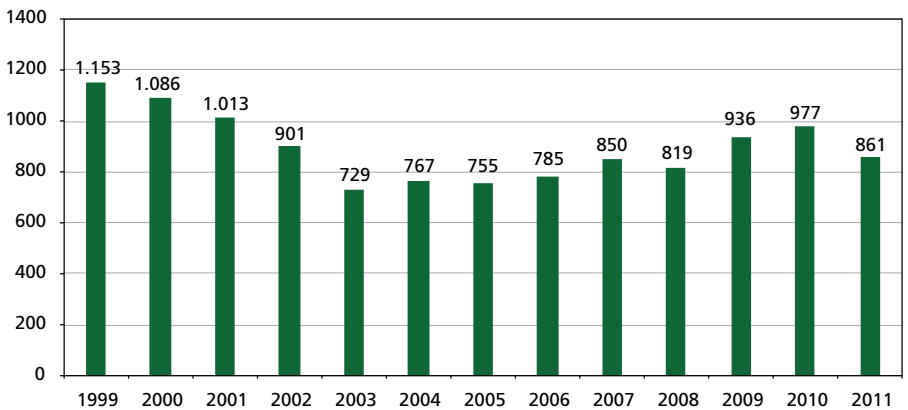
Elaboração do autor.

A figura 3 mostra a remuneração média do setor de serviços ao longo do tempo. Nota-se que, primeiro, os salários médios são baixos – em 2011, o valor era de R$ 861, montante 58% maior que o salário mínimo então vigente.

Segundo, os salários médios reais variaram muito ao longo dos anos – em 1999, o valor era de R$ 1.153, mas, em 2003, havia caído para apenas R$ 729. Dali em diante, o salário passou por uma quase permanente recuperação, vindo a cair novamente somente em 2011.[5]

Terceiro, nota-se um movimento em "V" dos salários, sendo que o vértice seria em 2003. O movimento de ascensão dos salários a partir de então pode estar associado, dentre outros, à melhoria da economia, política de recuperação do salário mínimo e à ascensão da classe média e sua demanda crescente por serviços. Quaisquer que sejam as causas, a trajetória das remunerações dos serviços parece ser bastante sensível às condições econômicas e às políticas públicas.[6]

GRÁFICO 3
Remuneração salarial média mensal (valores constantes de 2013)
(Em R$)

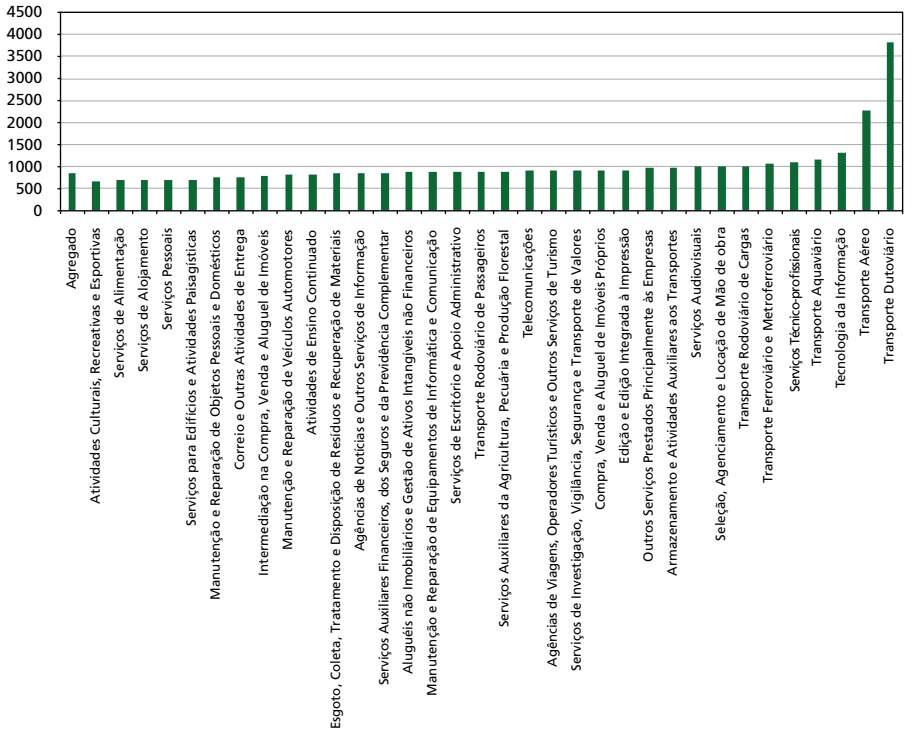


Elaboração do autor.

O gráfico 4 mostra a remuneração média por segmentos do setor de serviços. À exceção dos segmentos de transporte dutoviário e aéreo, cujas remunerações estão claramente descoladas das demais, os salários médios são razoavelmente homogêneos. De fato, o coeficiente de variação é de apenas R$ 17,8. Ou seja, ao que parece, a baixa remuneração seria uma característica geral do setor de serviços, o que nos leva a criar hipóteses sobre a existência de condições e fatores comuns à formação dos salários nos diversos segmentos.

5. A significativa ampliação da amostra da PAS ao longo do período em análise ajuda a explicar a trajetória dos salários reais.
6. O coeficiente de correlação entre remuneração média real nos serviços e salário mínimo real é de 0,70.

GRÁFICO 4
Remuneração salarial por setor de atividade – 2011
(Em R$)



Elaboração do autor.

A tabela 2 apresenta indicadores de capital humano comumente associados à produtividade e à formação de salários (Arbache, 2001).[7] A escolaridade média dos serviços, de 9,8 anos, e o tempo médio no emprego, de 29 meses, são elevados e contrastam com os salários relativamente baixos, o que sugere haver importante efeito de filiação industrial na determinação da remuneração. Ou seja, estar filiado ao setor de serviços seria, *per se*, fator de baixa remuneração, o que decorreria, dentre outros, das características produtivas, tecnológicas e da estrutura de mercado do setor, além do tamanho das empresas. Note-se que as variáveis de capital humano são razoavelmente homogêneas entre os segmentos, o que poderia ser considerado uma anomalia em razão da heterogeneidade dos segmentos de serviços. Uma explicação, ao menos parcial, dessa homogeneidade é a relativamente baixa idade média dos trabalhadores do setor e a condição de formalidade das empresas da nossa amostra.

7. A taxa de rotatividade é importante, pois desincentiva o investimento em capital humano e nos conhecimentos específicos da empresa tanto pelo lado do trabalhador quanto pelo do empregador, constituindo-se num foco de baixa produtividade.

TABELA 2
Características do emprego

	Escolaridade média do pessoal ocupado (anos)	Tempo médio de emprego (meses)	Taxa do emprego
Agregado	9,8	28,8	0,76
Transporte rodoviário de cargas	9,5	23,7	0,88
Transporte rodoviário de passageiros	9,1	22,1	0,77
Agências de notícias e outros serviços de informação	10,8	25,9	0,62
Agências de viagens, operadores turísticos e outros serviços de turismo	11,6	35,0	0,59
Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos intangíveis não financeiros	9,5	31,1	0,74
Armazenamento e atividades auxiliares aos transportes	9,2	27,1	0,75
Atividades culturais, recreativas e esportivas	10,3	22,5	0,77
Atividades de ensino continuado	11,6	25,4	0,77
Compra, venda e aluguel de imóveis próprios	9,0	53,2	0,48
Correio e outras atividades de entrega	9,5	29,2	0,74
Edição e edição integrada à impressão	11,7	27,3	0,75
Esgoto, coleta, tratamento e disposição de resíduos e recuperação de materiais	8,6	24,6	0,75
Intermediação na compra, venda e aluguel de imóveis	11,0	36,3	0,60
Manutenção e reparação de equipamentos de informática e comunicação	11,0	26,0	0,68
Manutenção e reparação de objetos pessoais e domésticos	9,4	39,5	0,52
Manutenção e reparação de veículos automotores	9,3	36,2	0,60
Outros serviços prestados principalmente às empresas	11,5	29,4	0,69
Seleção, agenciamento e locação de mão de obra	9,8	21,8	0,91
Serviços audiovisuais	10,9	53,5	0,46
Serviços auxiliares da agricultura, pecuária e produção florestal	8,4	17,8	1,10
Serviços auxiliares financeiros, dos seguros e da previdência complementar	11,2	27,7	0,62
Serviços de alimentação	8,3	23,7	0,87
Serviços de alojamento	8,8	33,9	0,76
Serviços de escritório e apoio administrativo	11,0	25,8	0,74
Serviços de investigação, vigilância, segurança e transporte de valores	10,2	21,4	0,87
Serviços para edifícios e atividades paisagísticas	8,8	25,2	0,86
Serviços pessoais	9,7	28,2	0,78
Serviços técnico-profissionais	11,6	36,7	0,69
Tecnologia da informação	12,3	25,7	0,73
Telecomunicações	11,3	19,7	0,82
Transporte aquaviário	8,9	33,1	0,64
Transporte aéreo	11,5	36,0	0,55
Transporte dutoviário	11,1	68,8	0,67
Transporte ferroviário e metroferroviário	10,5	36,4	0,81

Elaboração do autor.

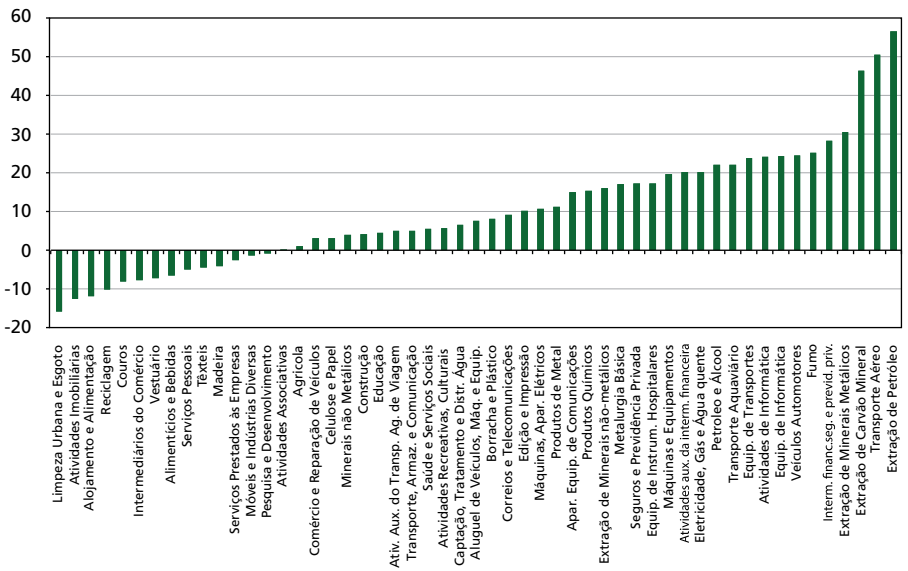
O gráfico 5 mostra o diferencial de salários interindustriais com controles calculado para todos os segmentos de atividade – indústria, serviços e produção de *commodities*.[8] Este exercício corrige, ao menos em parte, diferenças sistemáticas nas características dos trabalhadores e nos próprios setores e seus segmentos que nem sempre são observáveis.

8. O exercício foi feito com microdados da PNAD. Note que a classificação industrial difere daquela da PAS. Além disso, os filtros de seleção de dados também são diferentes. Portanto, é impróprio comparar os resultados deste gráfico com outros dados do texto. A metodologia utilizada para o cálculo do diferencial de salários está em apêndice.

Os salários dos segmentos de serviços estão, em geral, do lado esquerdo da distribuição e, portanto, têm prêmio salarial negativo, o que está de acordo com a hipótese levantada anteriormente acerca do efeito da filiação industrial nos serviços na formação dos salários.[9] Trabalhadores dos setores de alojamento e alimentação e do comércio, por exemplo, ganhavam, em média, 11,9% e 7,9% a menos que trabalhadores com as mesmas características, mas trabalhando em outros setores. Mas há setores de serviços que pagavam prêmios salariais elevados, como o de transporte aéreo.

São muitas as potenciais explicações dos diferenciais de salários interindustriais, mas, dentre as principais estão estrutura de mercado, estoque de capital e tecnologia por trabalhador, além de intervenções institucionais, como regras salariais de categorias profissionais e controles de preços setoriais. Prêmio salarial negativo também indica elevada fragmentação de mercado, restaurantes e comércio, por exemplo, pagam prêmios salariais negativos. Já prêmios salariais positivos refletiriam o oposto. Não por acaso, os transportes aéreos pagam prêmios positivos e elevados.

GRÁFICO 5
Diferencial de salários interindustriais – 2011
Em (%)



Elaboração do autor.

9. Os prêmios salariais referem-se ao diferencial de salário entre duas pessoas com mesmas características produtivas como escolaridade, experiência profissional, idade, gênero, região geográfica, status do contrato de trabalho, entre outros aspectos que potencialmente influenciam a determinação de salários, mas que estão filiados a indústrias diferentes. Para detalhes da estratégia econométrica e dados que geraram os números do gráfico, ver apêndice.

Como comércio internacional e nacionalidade do capital estão entre os indicadores mais comumente associados à produtividade (Arbache, 2005), apresentamos, na tabela 3, indicadores de integração internacional do setor de serviços. Em 2011, apenas uma porção bastante diminuta de empresas exportava e/ou importava – os números eram de 204 e 915, respectivamente. E do total de mais de 1 milhão de empresas da PAS naquele ano, apenas setenta eram multinacionais. Ou seja, o setor de serviços seria voltado para o mercado interno e a presença estrangeira seria marginal.[10] Estes números também sugerem que o setor de serviços seria fechado e pouco integrado à economia internacional o que, por conseguinte, privaria o setor de serviços dos benefícios da internacionalização na produtividade.

TABELA 3
Presença internacional no setor de serviços – 2011

	Número de firmas			
	Total	Exporta	Importa	Multinacional
Agregado	1.023.915	204	915	70
Transporte rodoviário de cargas	79.039	5	16	0
Transporte rodoviário de passageiros	26.866	1	12	0
Agências de notícias e outros serviços de informação	1.979	0	0	0
Agências de viagens, operadores turísticos e outros serviços de turismo	13.511	0	45	0
Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos intangíveis não financeiros	29.627	89	176	1
Armazenamento e atividades auxiliares aos transportes	21.383	13	58	4
Atividades culturais, recreativas e esportivas	28.746	0	12	0
Atividades de ensino continuado	29.749	2	4	0
Compra, venda e aluguel de imóveis próprios	16.199	0	3	2
Correio e outras atividades de entrega	7.930	1	1	0
Edição e edição integrada à impressão	14.029	26	73	0
Esgoto, coleta, tratamento e disposição de resíduos e recuperação de materiais	5.100	17	34	0
Intermediação na compra, venda e aluguel de imóveis	12.500	0	0	0
Manutenção e reparação de equipamentos de informática e comunicação	14.523	2	29	1
Manutenção e reparação de objetos pessoais e domésticos	20.295	2	17	0
Manutenção e reparação de veículos automotores	55.188	0	11	0
Outros serviços prestados principalmente às empresas	59.078	3	14	0
Seleção, agenciamento e locação de mão de obra	4.145	0	0	0
Serviços audiovisuais	10.951	4	52	4
Serviços auxiliares da agricultura, pecuária e produção florestal	5.741	1	47	0
Serviços auxiliares financeiros, dos seguros e da previdência complementar	22.357	0	9	2
Serviços de alimentação	203.534	5	13	0
Serviços de alojamento	25.617	0	7	1
Serviços de escritório e apoio administrativo	40.886	1	3	0
Serviços de investigação, vigilância, segurança e transporte de valores	3.403	1	8	0
Serviços para edifícios e atividades paisagísticas	12.927	0	6	0

(Continua)

10. Os números de integração internacional são inesperadamente muito baixos, o que sugere haver problema de cobertura ou de medida da PAS. Os dados da PAS foram cruzados com os dados de comércio da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) e de nacionalidade do capital do Banco Central.

(Continuação)

	Número de firmas			
	Total	Exporta	Importa	Multinacional
Serviços pessoais	44.461	0	3	0
Serviços técnico-profissionais	155.945	12	100	13
Tecnologia da informação	53.551	8	54	41
Telecomunicações	3.819	0	55	0
Transporte aquaviário	601	4	9	0
Transporte aéreo	206	5	42	0
Transporte dutoviário	5	0	1	0
Transporte ferroviário e metroferroviário	25	0	0	0

Elaboração do autor.

4 PRODUTIVIDADE NAS EMPRESAS DE SERVIÇOS

O gráfico 6 mostra a produtividade anual por trabalhador no setor de serviços. Observa-se que, primeiro, a produtividade por trabalhador é baixa – em 2011, cada trabalhador contribuiu, em média, com cerca de R$ 4.500 em produção por mês. Considerando-se que o salário médio mensal naquele ano foi de R$ 861, isto implica que os salários representariam algo como 20% do produto por trabalhador. Se adicionarmos ao salário os custos com a folha salarial, podemos inferir que o custo total por trabalhador em relação ao que ele produz é elevado. Esses números mostram que o setor de serviços em geral, de fato, agrega pouco valor.

Segundo, observa-se significativa variância na produtividade ao longo do tempo.[11] É possível identificar três fases na trajetória da produtividade. A primeira, de ascensão entre 1998 e 2000. A segunda, de declínio, de 2000 a 2005. E a terceira, de nova ascensão a partir de então.

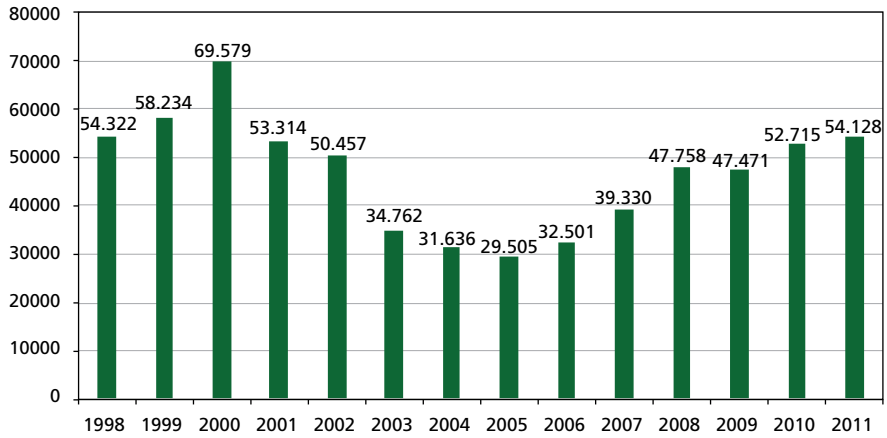
Terceiro, tal como nos salários, observa-se um movimento em "V" na trajetória da produtividade. De fato, o coeficiente de correlação entre salários e produtividade é de 0,87, o que está em linha com a teoria e evidência empírica de determinação dos salários.

Quarto, parece que a produtividade seria muito sensível a fatores exógenos, tais como mudanças de preços relativos, ciclo econômico e renda média. De fato, os preços dos serviços subiram sistematicamente mais que os demais preços ao longo de quase toda a década de 2000, provocando um efeito-preço não desprezível nos cálculos de produto por trabalhador.

Quinto, a despeito da notável recuperação a partir de meados dos anos 2000, em 2011 a produtividade ainda não havia atingido o padrão registrado em 2000.

11. A variância é tão elevada que sugere haver algum erro de medida ou problema amostral na base dos dados da PAS.

GRÁFICO 6
Produtividade anual por trabalhador (valores constantes de 2013)
(Em R$)



Elaboração do autor.

A tabela 4 mostra em maiores detalhes a relação entre remuneração e produtividade. Apesar de haver correlação elevada entre as duas séries, o exercício mostrado na terceira coluna e reproduzido no gráfico 7 indica um quadro bastante distinto por segmento. No segmento de mecânica de automóveis (manutenção e reparação de veículos automotores), por exemplo, praticamente metade do produto por trabalhador transforma-se em remuneração do trabalho. Esse tipo de evidência sugere a presença de efeitos trabalhistas/fiscais/organizacionais/institucionais peculiares e arranjos conhecidos como "meio a meio".[12]

No entanto segmentos como serviços técnico-profissionais, serviços auxiliares financeiros e TI têm relação produtividade-remuneração bem mais elevada, sugerindo menor presença de arranjos como os descritos acima e maiores níveis de profissionalização e padrão tecnológico.

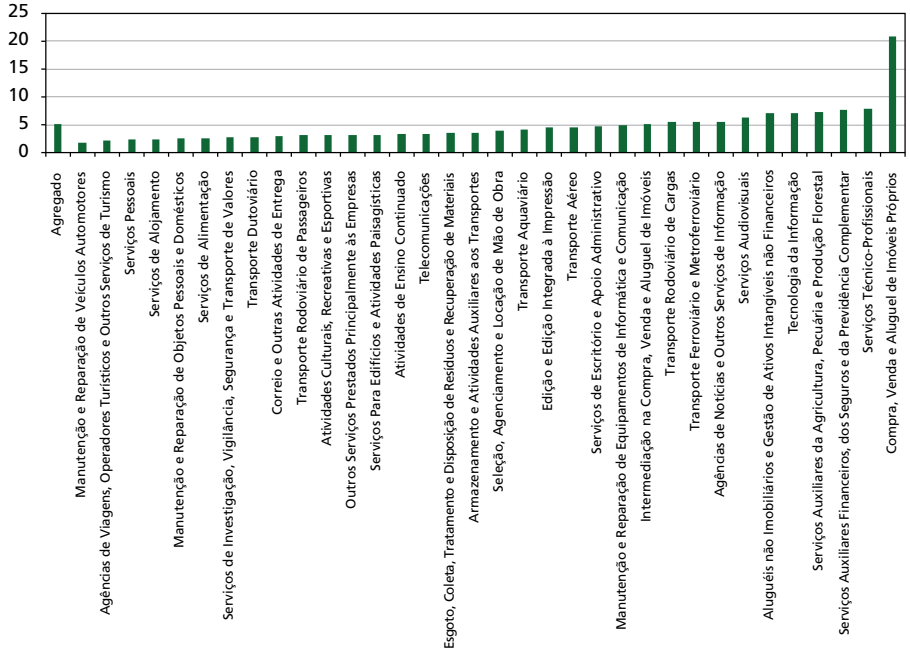
12. Esquemas meio a meio são comuns em oficinas, cabelereiros e outros empreendimentos de serviços, nos quais o funcionário fica com uma parte do valor do serviço prestado (digamos, 50%) e o dono do espaço e fornecedor de equipamentos fica com o restante.

TABELA 4
Remuneração e produtividade – 2011
(Em R$ 1.000)

	Remuneração média (A)	Produtividade por trabalhador (B)	Produtividade por trabalhador / Remuneração (B) / (A)
Agregado	861	4.511	5,2
Manutenção e reparação de veículos automotores	808	1.514	1,9
Agências de viagens, operadores turísticos e outros serviços de turismo	914	1.986	2,2
Serviços pessoais	696	1.651	2,4
Serviços de alojamento	693	1.692	2,4
Manutenção e reparação de objetos pessoais e domésticos	746	1.957	2,6
Serviços de alimentação	686	1.803	2,6
Serviços de investigação, vigilância, segurança e transporte de valores	919	2.622	2,9
Transporte dutoviário	3.813	11.010	2,9
Correio e outras atividades de entrega	762	2.243	2,9
Transporte rodoviário de passageiros	893	2.811	3,1
Atividades culturais, recreativas e esportivas	678	2.185	3,2
Outros serviços prestados principalmente às empresas	969	3.126	3,2
Serviços para edifícios e atividades paisagísticas	703	2.266	3,2
Atividades de ensino continuado	823	2.730	3,3
Telecomunicações	911	3.063	3,4
Esgoto, coleta, tratamento e disposição de resíduos e recuperação de materiais	846	3.081	3,6
Armazenamento e atividades auxiliares aos transportes	980	3.586	3,7
Seleção, agenciamento e locação de mão de obra	1.005	4.001	4,0
Transporte aquaviário	1.162	4.914	4,2
Edição e edição integrada à impressão	929	4.225	4,5
Transporte aéreo	2.281	10.572	4,6
Serviços de escritório e apoio administrativo	893	4.229	4,7
Manutenção e reparação de equipamentos de informática e comunicação	881	4.289	4,9
Intermediação na compra, venda e aluguel de imóveis	790	4.021	5,1
Transporte rodoviário de cargas	1.012	5.516	5,5
Transporte ferroviário e metroferroviário (3)	1.076	5.994	5,6
Agências de notícias e outros serviços de informação	858	4.818	5,6
Serviços audiovisuais	1.001	6.339	6,3
Aluguéis não imobiliários e gestão de ativos intangíveis não financeiros	868	6.135	7,1
Tecnologia da informação	1.306	9.278	7,1
Serviços auxiliares da agricultura, pecuária e produção florestal	895	6.614	7,4
Serviços auxiliares financeiros, dos seguros e da previdência complementar	860	6.674	7,8
Serviços técnico-profissionais	1.114	8.743	7,8
Compra, venda e aluguel de imóveis próprios	920	19.120	20,8

Elaboração do autor.

GRÁFICO 7
Produtividade anual por trabalhador dividido pela remuneração mensal
(Em R$ 1000)

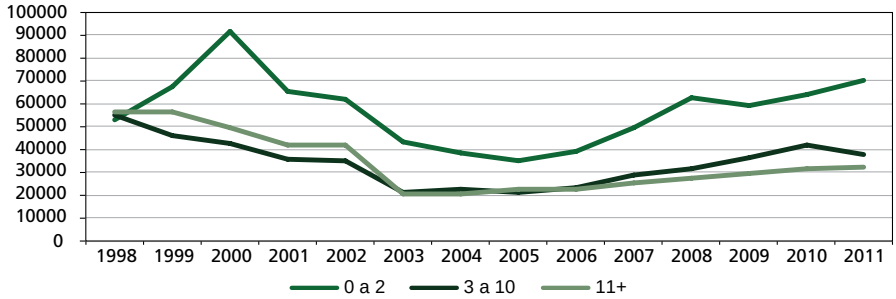


Elaboração do autor.

O gráfico 8 mostra a produtividade de acordo com o tamanho das empresas. Tal como no gráfico anterior, observa-se o movimento em "V" em todos os três grupos. Porém, nota-se algo inesperado: a produtividade das empresas menores é maior que nas empresas maiores. A princípio, esses números seriam de difícil explicação, visto que vão de encontro com a evidência empírica da relação positiva entre tamanho e produtividade (IDB, 2010). Uma possível explicação do crescimento decrescente de escala (em termos de pessoas ocupadas) estaria associada a fatores institucionais, como legislações fiscais e de incentivo à formalização de empresas e trabalhadores informais, como a Lei do Microempreendedor Individual (MEI).[13] Outras possíveis explicações estariam associadas à natureza não escalável de muitos serviços e o baixo estoque de capital e tecnologia que tanto parecem caracterizar o setor.

13. Microempreendedor Individual é a pessoa que trabalha por conta própria e que se legaliza como pequeno empresário. Para ser um microempreendedor individual, é necessário faturar no máximo até R$ 60 mil por ano e não ter participação em outra empresa como sócio ou titular. O MEI também pode ter um empregado contratado que receba o salário mínimo ou o piso da categoria. Entre as vantagens oferecidas por essa lei está o registro no Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas (CNPJ), o que facilita a abertura de conta bancária, o pedido de empréstimos e a emissão de notas fiscais. Além disso, o MEI é enquadrado no Simples Nacional e está isento dos tributos federais (Imposto de Renda, PIS, Cofins, IPI e CSLL). Assim, paga apenas o valor fixo mensal de R$ 37,20 (comércio ou indústria), R$ 41,20 (prestação de serviços) ou R$ 42,20 (comércio e serviços), que será destinado à Previdência Social e ao ICMS ou ao ISS. Essas quantias serão atualizadas anualmente, de acordo com o salário mínimo. Para maiores detalhes, ver <http://www.receita.fazenda.gov.br/legislacao/leiscomplementares/2008/leicp128.htm>.

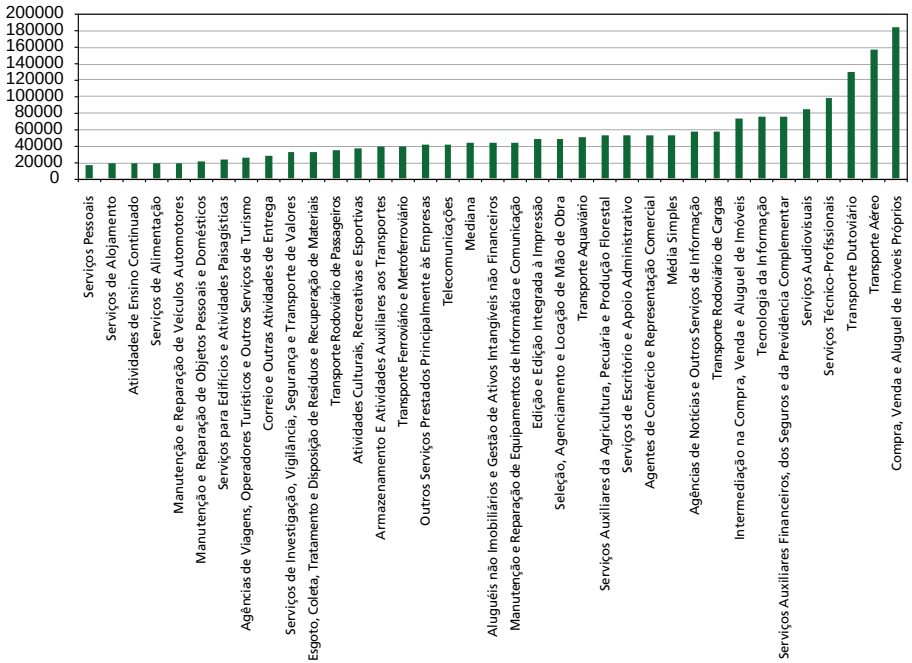
GRÁFICO 8
Produtividade annual por trabalhador por faixa de tamanho de empresa (valores constantes de 2013)
(Em R$)



Elaboração do autor.

O gráfico 9 mostra a produtividade anual por trabalhador por segmento do setor de serviços. Observa-se elevada disparidade de produtividade – o setor de transporte aéreo, por exemplo, tem produtividade oito vezes maior que a de serviços pessoais. A despeito das causas dessa disparidade, fica claro que o setor de serviços é muito heterogêneo.

GRÁFICO 9
Produtividade anual por trabalhador por segmento dos serviços (valores constantes de 2013)
(Em R$)

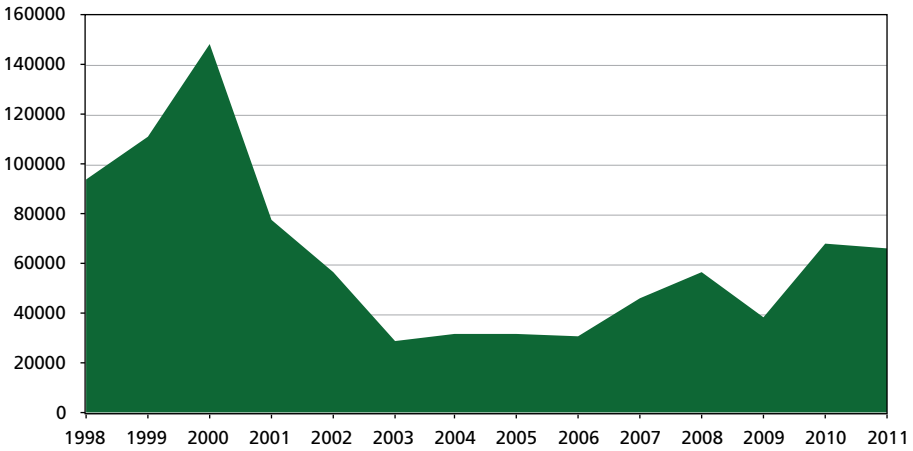


Elaboração do autor.

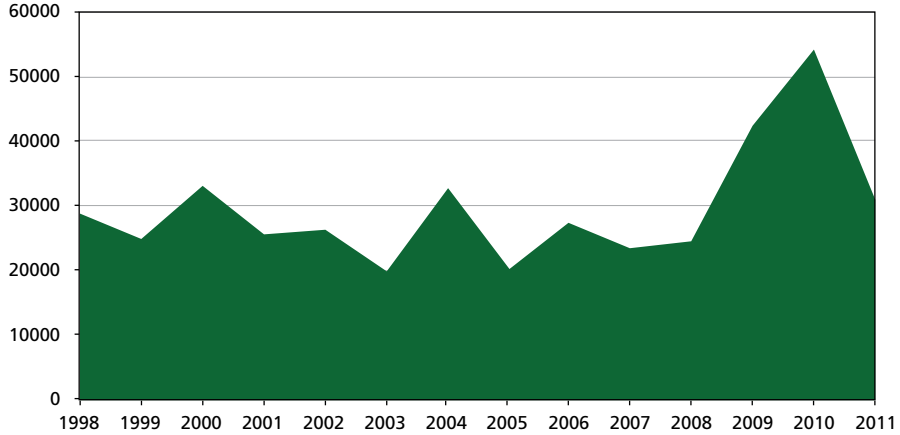
Ao que parece, num exame visual, a disparidade de produtividade entre segmentos é maior que entre salários médios. Mas, apesar disto, parece haver um certo padrão, qual seja, maior produtividade está associado a maior salário. De fato, o coeficiente de correlação entre as duas séries é de 0,49, com estatística p=0,00. Possíveis explicações para as discrepâncias entre as séries seriam as elevadas disparidades de produtividade entre as firmas de cada segmento e fatores institucionais, que afetariam tanto a formação dos salários como a de preços.

Um setor tão grande como o de serviços há que ser caracterizado por elevada heterogeneidade. Afinal, o setor abriga desde serviços altamente concorrenciais e de baixo valor adicionado, como os serviços pessoais (ex. cabelereiro e manicure) até serviços de alto valor adicionado ou intensivos em capital, como serviços técnico -profissionais e transporte aéreo, respectivamente. Logo, há que se esperar que os segmentos tenham dinâmicas próprias de ciclo dos negócios e que sejam influenciados de forma diferenciada pelas condições macroeconômicas, renda, câmbio e mudanças tecnológicas. O gráfico 10 compara as trajetórias de produtividade de uma seleção de segmentos de características distintas. Observa-se, como se poderia esperar, substanciais diferenças nas trajetórias das produtividades.

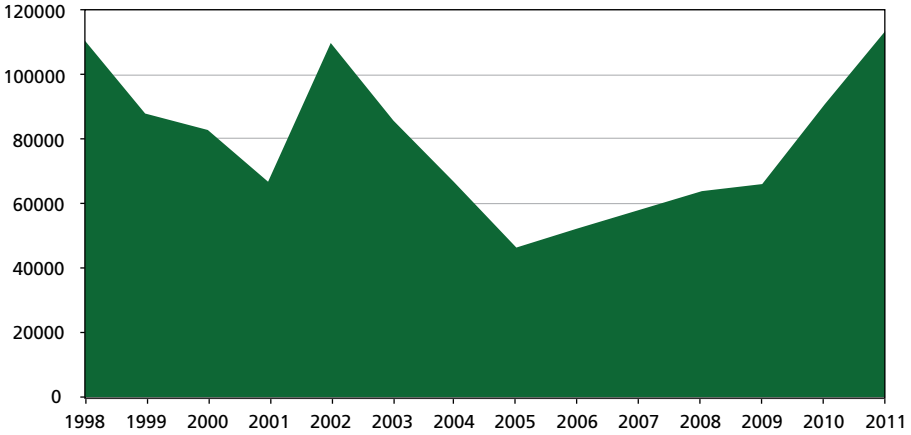
GRÁFICO 10
Produtividade anual por trabalhador – setores selecionados (valores constantes de 2013)
Transporte rodoviário de cargas
(Em R$)



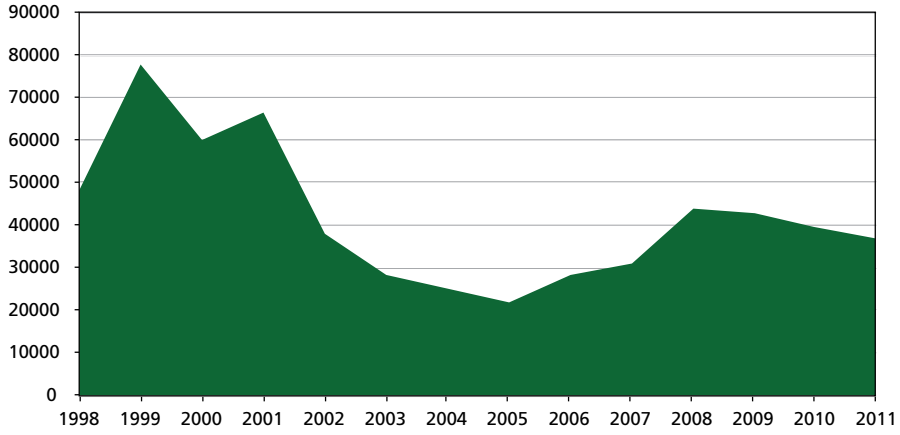
Serviços de vigilância e transporte de valores



Tecnologia da informação



Telecomunicações



Elaboração do autor.

5 O QUE ESTÁ POR DETRÁS DA PRODUTIVIDADE?

Para identificar variáveis associadas à dinâmica da produtividade em nível de segmentos, estimaram-se modelos de regressão em que a produtividade do trabalho é a variável dependente.

A tabela 5 apresenta seleção de resultados tanto para dados em *cross-section* como para dados em painel. O aumento de um ano na escolaridade média da força de trabalho estaria associado ao aumento do nível de produtividade em torno de R$ 2 mil por mês. Tempo de emprego (não mostrado), não se revelou importante para a produtividade. Já rotatividade no emprego parece ter associação negativa e elevada com a produtividade. Empresas multinacionais teriam produtividade média muito mais elevada que empresas nacionais. Empresas que exportam serviços também observariam taxas maiores de produtividade que as que não estão integradas ao comércio. Como já havíamos adiantado, empresas de menor tamanho (0 a 2 ocupados) tendem a ser mais produtivas que as de maior tamanho (11 ocupados ou mais) e ainda mais produtivas que as de tamanho intermediário (3 a 10 ocupados). Por fim, os coeficientes dos segmentos de serviços (não mostrado) são, na sua maioria, estatisticamente significativos e elevados, confirmando a heterogeneidade do setor de serviços e a sua relação com a produtividade.

TABELA 5
Variáveis associadas à produtividade – MQO e painel

Variável	2011		Painel	
	Coef.	teste t	Coef.	teste t
Intercepto	14.226	3,08	15.038	13,03
Multinacional (dummy)	76.610	1,94	82.542	19,63
Exporta (dummy)	58.886	2,56	25.469	3,86
Tempo de estudo (anos)	1.851	8,44	2.213	41,34
Rotatividade do emprego	-9.014	-7,37	-2.235	-8,41
Tempo de emprego (meses)	-3,21	-0,19	4,43	1,03
Tamanho 0 a 2 pesoas ocupadas	34.625	25,12	19.990	56,07
Tamanho 3 a 10 pessoas ocupadas	1.970	1,68	-583	-1,88
Tamanho 11+ pessoas ocupadas				
Dummies de atividades incluídas	sim		sim	
Dummies de UF incluídas	sim		sim	
Dummies de ano incluídas	não		sim	

Obs: modelo de 2011 completo e modelos de 1998 a 2010 estão disponíveis por solicitação.
Elaboração do autor.

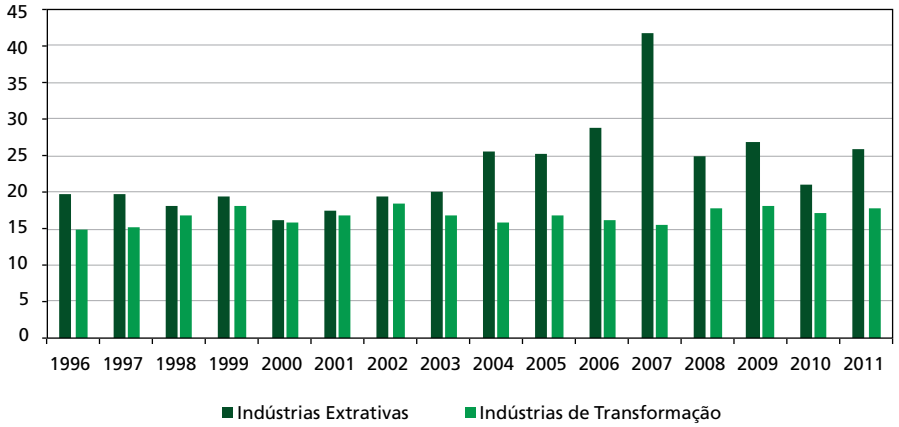
6 PRODUTIVIDADE E COMPETITIVIDADE

Que implicações tem a produtividade dos serviços para o crescimento econômico e para a competitividade? Muitas, já que o setor não apenas é o maior em termos de participação no PIB e no emprego, mas, também, tem grande importância na estrutura de produção de outras atividades econômicas.

Os gráficos 11 e 12 mostram as relações entre serviços e valor bruto da produção e serviços e valor adicionado na indústria de transformação e na indústria extrativa.[14] Observa-se que os serviços têm elevada contribuição nos custos diretos das empresas em geral, mas nas da indústria de transformação em particular (gráfico 11), sendo que esta contribuição mostra tendência de elevação ao longo do tempo.

O gráfico 12 deixa claro que os serviços seriam determinantes para a competitividade da economia. Sugere, ainda, que a indústria extrativa seria menos dependente do desempenho dos serviços. Por isto, parece-nos razoável concluir que a baixa produtividade dos serviços ajudaria a explicar a maior competitividade e atratividade dos investimentos no setor de *commodities*.

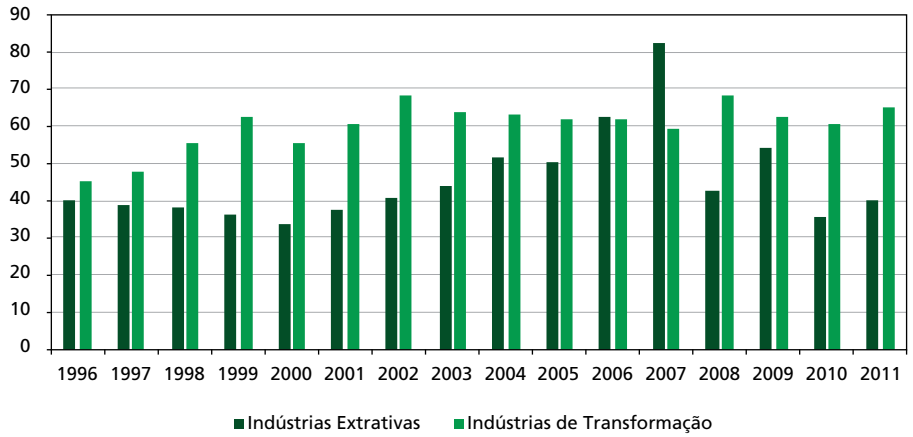
GRÁFICO 11
Relação entre consumo intermediário de serviços e valor bruto da produção
Em (%)



Elaboração do autor.

14. Os gráficos 11 e 12 foram calculadas com dados da Pesquisa Industrial Anual do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Maiores detalhes metodológicos e dos cálculos podem ser obtidos com o autor.

GRÁFICO 12
Relação entre consumo intermediário de serviços e valor adicionado
Em (%)



Elaboração do autor.

7 CONCLUSÕES

Este trabalho se beneficou de um conjunto inédito de dados para examinar, em caráter exploratório, a produtividade do setor de serviços no Brasil. As principais conclusões são as que seguem:

1) A produtividade do setor de serviços é bastante baixa, o que sugere que o setor opera com níveis modestos de capital e de tecnologia e que desenvolve poucas inovações.
2) A produtividade varia muito ao longo do tempo, o que pode estar associado a fatores diversos, incluindo mudanças nos preços relativos dos serviços, dificuldades para se medir a produção do setor e outros erros de medida.
3) A produtividade varia muito entre segmentos de serviços, o que estaria associado à elevada heterogeneidade que caracteriza o setor.
4) Os salários dos serviços são, em geral, baixos, mas relativamente homogêneos, o que parece estar associado ao pequeno tamanho e ao baixo nível tecnológico das empresas.
5) Por esta mesma razão, os segmentos dos serviços estão entre os que mais pagam prêmios salariais negativos.
6) Ao contrário de outras atividades, empresas menores tendem a ter maiores níveis de produtividade, o que parece estar associado a fatores institucionais e à natureza nem sempre favorável a ganhos de escala de muitas das atividades de serviços.

7) Indicadores de capital humano e de integração econômica internacional estão entre as variáveis mais associadas à determinação da produtividade em serviços.
8) Em razão da elevada participação do setor de serviços na economia e da sua elevada presença na matriz de custos de outras atividades econômicas, o aumento da produtividade dos serviços terá grande impacto tanto na competitividade da economia quanto na geração de emprego e renda.

Nossos resultados apontam para a necessidade de os serviços ganharem maior destaque nas políticas públicas e privadas de aumento da competitividade e crescimento econômico. Afinal, como apontamos antes, o que quer que aconteça neste setor predominará, direta e indiretamente, sobre toda a economia.

REFERÊNCIAS

ARBACHE, J. Wage differentials in Brazil: theory and evidence. **Journal of Development Studies**, n. 38, p. 109-130, 2001.

_____. **Do technological innovation and exports affect the size and productivity of manufacturing firms**? Evidence from Brazil. 2005. Disponível em: <http://ssrn.com/abstract=686145>.

_____. **Is Brazilian manufacturing losing its drive?** Brasília: UnB, 2012. Mimeografado. Disponível em: <http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2150684>.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE INDÚSTRIA. **Serviços e competitividade industrial no Brasi**l. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2014.

GRILICHES, Z. Hybrid corn: an exploration in the economics of technological change. **Econometrica**, n. 25, p. 501-522, 1957.

HAISKEN-DENEW, J. P.; SCHMIDT, C. M. Inter-industry and inter-region differentials: mechanics and interpretation. **Review of Economics and Statistics**, n. 79, p. 516-521, 1997.

IDB – INTER-AMERICAN DEVELOPMENT BANK. **The age of productivity**: transforming economies from the bottom up. Washington, DC: IDC, 2010.

KRUEGER, A. B.; SUMMERS, L. H. Efficiency wages and the inter-industry wage structure. **Econometrica**, n. 56, p. 259-293, 1988.

OECD – Organization for Economic Co-operation and Development. **OECD perspectives on global development 2014**: boosting productivity to avoid the middle income trap. Paris: OECD, 2014.

APÊNDICE 1

Nome da variavel	Descrição da variável	Fonte
Número de empresas no ano	Número de empresas na base da PAS no ano de referência	PAS
Tempo médio de estudo - anos	Escolaridade média dos trabalhadores - ANOS	RAIS empresa
Taxa de rotatividade	Taxa de rotatividade - não foi utilizada pois foi calculada diferente na RAIS empresa que recebemos	RAIS empresa
Remuneração média	Remuneração média dos trabalhadores - R$ deflacionado	RAIS empresa
Tempo de emprego médio em meses	Tempo médio de emprego - MESES	RAIS empresa
Pessoal ocupado	Pessoal ocupado (assalariado e não assalariado) em dezembro	PAS
Valor bruto da produção (calculado)	Valor bruto da produção R$ deflacionado	PAS
Valor adicionado (calculado)	Valor adicionado (VBP - Consumo intermediário) deflacionado	PAS
Produtividade (VA/PO) (calculado)	Produtividade do trabalho (VA/PO) deflacionado	PAS
Exporta	Empresa exporta - dummy	SECEX
Importa	Empresa importa - dummy	SECEX
Multinacional	Empresa multinacional - dummy	BC
Faixa de tamanho 1	dummy da faixa PO de Número de empregados - 0 a 2	PINTEC
Faixa de tamanho 2	dummy da faixa PO de Número de empregados - 3 a 10	PINTEC
Faixa de tamanho 3	dummy da faixa PO de Número de empregados - 11 e mais	PINTEC

TABELA 1
Tamanho da amostra de empresas examinadas - PAS

1998	577.575
1999	669.213
2000	668.765
2001	781.040
2002	745.399
2003	794.249
2004	824.549
2005	841.088
2006	888.662
2007	748.046
2008	800.232
2009	868.890
2010	932.570
2011	1.023.915

METODOLOGIA DE ESTIMAÇÃO DOS DIFERENCIAIS DE SALÁRIOS INTERINDUSTRIAIS

Com o objetivo de examinar a evolução dos prêmios salariais interindustriais e a estrutura de salários, estimaram-se modelos de determinação de salários na tradição Minceriana. Utilizou-se o método proposto por Haisken-DeNew e Schmidt (1997), que corrige e refina o método originalmente desenvolvido e popularizado por Krueger e Summers (1988):

$$\ln w_{ij} = \alpha + \beta X_i + \varphi Z_j + \varepsilon_{ij} \quad (1)$$

onde ln*wij* é o logaritmo natural do salário real pago por hora do trabalhador *i* na indústria *j*; *Xi* é o vetor de características individuais, geográficas e das firmas; *Zi* é o vetor de *dummies* de indústria, o qual inclui todas as indústrias; α é o intercepto; *eij* é o termo estocástico refletindo as características não observáveis inerentes às estatísticas de salários; β e ϕ são os vetores dos parâmetros. Como todas as *dummies* de indústria são incluídas no modelo, impõe-se uma restrição linear *j* da seguinte forma:

$$\sum_j \varphi_j n_j \quad (2)$$

onde n_j representa a participação dos empregados na indústria j.

Os coeficientes estimados representam a diferença proporcional do salário de um trabalhador da indústria *j* e o trabalhador médio representativo de todo o conjunto de indústrias em análise. Os coeficientes são diretamente interpretáveis e têm erros-padrão corretos.

O desvio padrão do diferencial de salários é calculado da seguinte forma:

$$SD(\varphi) = \sqrt{n'\left(\overline{H}\left(\varphi_j\right)\right)\varphi - n'\overline{D}\left(V\left(\varphi_j\right)\right)} \quad (3)$$

onde σ_j^2 representa a variância do estimador, ϕ. SD fornece o desvio padrão ajustado e ponderado dos coeficientes das industriais. *H*(.) transforma o vetor coluna em matriz diagonal, cuja diagonal é dada pelo vetor coluna; *D* denota o vetor coluna formado pelos elementos da diagonal da matriz; *V* é a matriz de variância e covariância.

Essa técnica permite examinar se filiação industrial é relevante para explicar os salários para além das características individuais, geográficas e das firmas.

Ou seja, permite a identificação de um "prêmio" por se estar associado a um setor. Esse prêmio pode ser positivo ou negativo, e variáveis como tecnologia, estrutura de mercado, valor adicionado, produtividade associada a habilidades não mensuradas ou não captadas pelas estatísticas convencionais, mas percebidas pelas empresas quando do recrutamento e/ou retenção de recursos humanos, estariam entre as fontes desses prêmios.

Utilizam-se dados da PNAD. Com vistas a se minimizarem erros de medida e problemas amostrais associados a variáveis não observadas, filtraram-se os dados da seguinte forma: homens, de 18 a 60 anos, setor formal e salário no emprego principal em tempo integral. Utilizam-se dados com desagregação de filiação industrial a dois dígitos.

Além das *dummies* de filiação industrial, utilizaram-se as seguintes variáveis de controle nos modelos: educação, grupo de idade, experiência profissional, experiência profissional ao quadrado, raça, região urbana/rural, região metropolitana, tempo de trabalho no emprego corrente, filiação sindical e região geográfica.

CAPÍTULO 11

INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE NOS SETORES DE SERVIÇOS DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO

Sergio Kannebley Júnior*
Bruno Auricchio Ledo**

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, observou-se um crescimento da importância relativa do setor de serviços na economia mundial. Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE *apud* De Negri e Kubota, 2006), o crescimento da produtividade e do emprego nas economias modernas passou a depender fortemente da evolução do setor de serviços. No Brasil, o setor respondeu por 65,7% do produto interno bruto (PIB) ao longo dos anos 2000 e emprega aproximadamente 65% dos trabalhadores.[1]

Visto que um dos principais determinantes do crescimento econômico de longo prazo é o crescimento da produtividade, parte da literatura julga que a crescente participação do setor de serviços – e o seu baixo nível de produtividade média – na economia faz com que o deslocamento de trabalhadores da indústria para os serviços possa ser uma das explicações para o baixo crescimento da produtividade agregada brasileira no período recente.

Entretanto, essa argumentação está calcada em concepções tradicionais que "entendem o setor como um bloco de atividades homogêneas, pouco intensivas em capital, baixa produtividade e dependente da disseminação de progresso técnico gerado pela indústria" (Bernardes; Bessa; Kalup, 2005). A principal deficiência verificada nessas análises está em não considerar o maior crescimento relativo dos setores os quais Miles (1995) denomina Knowledge-Intensive Business Services (KIBS) – estratégicos na atual era da "economia baseada no conhecimento", em que se reconhece que a inovação é um dos principais fatores para os diferenciais de desempenho.

O presente estudo busca contribuir com a discussão produzindo modelos que expliquem a evolução da produtividade dos setores de serviços de tecnologia de informação e comunicação (TIC), bem como, avaliar os obstáculos decorrentes da restrição financeira enfrentada por estes setores. Vale destacar que os setores de

* Universidade de São Paulo (USP)/Faculdade de Economia e Administração de Ribeirão Preto (FEA-RP).
** Universidade de São Paulo (USP)/Faculdade de Economia e Administração de Ribeirão Preto (FEA-RP).

1. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Pesquisa por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2009.

TIC constituem um subconjunto dos setores de KIBS, ou seja, o primeiro grupo de setores está contido no segundo.

Para atingir nosso objetivo, utilizamos informações produzidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), organizadas dentro do arcabouço metodológico do modelo CDM (Crépon, Duguet e Mairesse, 1998). Adicionalmente, esperamos avaliar em maior profundidade o papel da restrição financeira sobre o setor de TIC no Brasil, utilizando para isso informações qualitativas a respeito da presença de obstáculos financeiros à inovação presentes na Pesquisa de Inovação (Pintec).

Esse artigo é composto de mais quatro seções. A próxima seção apresenta uma breve revisão da literatura sobre inovação em serviços, seguida de uma seção na qual se apresentam algumas características do padrão inovativo dos setores de TIC no Brasil e a políticas para financiamento desses setores. A quarta seção do trabalho apresenta detalhes sobre a base de dados utilizada e sobre os métodos econométricos e o modelo CDM propriamente dito. Na quinta seção são apresentados os resultados das estimações, seguida da última seção em que são tecidas as considerações finais do artigo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

De acordo com Pavitt (1984), inovação pode ser compreendida como um produto ou processo produtivo novo, ou melhor, usado ou comercializado com sucesso por uma organização, e essencial para o desenvolvimento econômico e as mudanças sociais nos países. Para Sundbo e Gallouj (1998), inovação é a mudança de um negócio por meio da adição de um novo elemento ou a nova combinação de antigos elementos, devendo ser tal mudança um fenômeno reproduzível e realizado mais de uma vez.

No entanto, algumas características diferem os serviços de produtos físicos, entre elas: a intangibilidade, a heterogeneidade, e a simultaneidade entre produção e consumo. Sundbo e Gallouj (1998), por exemplo, argumentam que, em geral, inovações em serviços são constituídas por ajustes em processos, visto que há uma simultaneidade entre produção e consumo do serviço. As diferenças dificultam a aplicação direta de modelos de gestão e estudo da inovação transferidos da indústria para os serviços.

De acordo com Freire (2006), as atividades de serviços são geralmente caracterizadas como pouco geradoras de valor, empregadoras de mão de obra pouco qualificada, fracas em termos tecnológicos e pouco ou nada integradas aos processos de inovação. No entanto, os estudos de Evangelista, Sirilli e Smith (1998), Boden e Miles (2000) e Howells (2000) indicam que o aumento na participação relativa

dos serviços justifica-se especialmente pela oferta de uma classe de serviços distinta: serviços especializados e intensivos em informação e ciência, os KIBS.

Segundo Hertog (2000), os KIBS formam uma categoria de atividades de serviços que são altamente inovadoras, caracterizadas por serem organizações privadas, especializadas em determinado expertise técnico (Kubota, 2009). Esses setores têm o importante papel de apropriar o conhecimento disponível das firmas e transformá-lo em conhecimento genérico, configurando assim uma inovação bem-sucedida; uma relação simbiótica entre os KIBS e seus clientes.

Logo, na atual abordagem dos Sistemas Nacionais de Inovação, que enfatiza a importância da transferência e difusão de ideias, os KIBS desempenham papel ativo na economia. Somando-se a isso o reconhecimento de que a inovação é fator essencial para a competitividade das empresas, entende-se que os KIBS são importante instrumento para elevar a produtividade dos demais setores que utilizam esses serviços.

Pesquisas internacionais têm evidenciado que a inovação realmente supõe investimentos em ativos complementares, tais como software, capital humano e novas estruturas organizacionais. Hulten e Hao (2011) apresentam comparações internacionais que demonstram que o investimento nesses ativos intangíveis é crescente, em alguns casos excedendo os investimentos em capital físico, e explicam uma parte significante do crescimento da produtividade total dos fatores (PTF) dos países. Corrado, Hulten e Sichel (2006) propõem uma classificação para ativos intangíveis em três grandes categorias: informação computadorizada, propriedade inovativa e competências econômicas. A primeira é basicamente composta pelos investimentos em TIC – grande parte desenvolvida por empresas de serviços. De fato, Miles (1995) informa que, na primeira metade da década de 1990, cerca de 80% dos investimentos em tecnologia da informação no Reino Unido e nos Estados Unidos (EUA) foram consumidos pelos setores de serviços, tornando-os um vetor de inovação para outros setores.

No Brasil, Commander, Harrison e Menezes-Filho (2011) procuraram compreender os determinantes dos investimentos no setor de TIC e seus efeitos sobre a produtividade das firmas brasileiras. Usando uma pesquisa de campo com quinhentas firmas brasileiras e quinhentas indianas para entender que tipos de empresas têm adotado novas tecnologias e quais as consequências para seu desempenho, o estudo mostrou uma forte associação entre o uso de TIC e a produtividade. As estimativas mostram que os retornos de investimentos em TIC são ainda mais elevados do que nos países desenvolvidos e são muito parecidos no Brasil e na Índia.[2] Além disso, quando complementados por mudanças organizacionais

2. Foi observado também, no Brasil, que as firmas maiores, com mais tempo no mercado, e as multinacionais tendem a investir mais em TICs no Brasil. Além disto, TIC são muito correlacionadas com a qualificação dos trabalhadores.

nas firmas, objetivando a diminuição das camadas hierárquicas, os retornos dos investimentos em TIC são ainda maiores.

Adicionalmente, Brynjolfsson e Hitt (2000) demonstram que a adoção de novas tecnologias pode facilitar outras formas de mudança organizacional. Exemplos de investimentos complementares são: adoção de novos processos de produção, mudanças no processo de monitoração e mudanças na hierarquia. Esses complementos organizacionais tendem a provocar uma melhora nos ativos intangíveis das empresas, aumento na velocidade de seus serviços e são fatores importantes para explicar por que algumas firmas conseguem obter aumentos da produtividade com inovações e outras não. Conforme Kubota (2006), a literatura sobre inovação em serviços converge para a ideia de que no setor de serviços as inovações apresentam, em geral, um caráter menos tecnológico, sendo mais dependentes de inovações organizacionais.

Kubota (*Op. cit.*) investigou se os KIBS contribuem para a inovação tecnológica de produto e/ou processo de seus clientes, utilizando dados da Pesquisa da Atividade Econômica Paulista 2001 (PAEP), realizada pela Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade) em 2001. Apesar de restringir-se a uma visão de inovação somente tecnológica, o estudo encontrou evidências de que a afirmação é verdadeira para alguns dos setores KIBS.

Do ponto de vista teórico existem algumas abordagens alternativas para analisar o papel da inovação no setor de serviços. As primeiras teorias estão fundadas no "ciclo reverso de inovação" em que os setores de serviços, a fim de buscarem ganhos de eficiência, concentram seus investimentos em tecnologias desenvolvidas pelo setor manufatureiro, sendo que, dependente dessa adoção de novas tecnologias, são desenvolvidos novos serviços (Barras, 1986 *apud* Mairesse e Robin, 2009). Esta abordagem estaria em acordo com o ponto de vista de "assimilação" de Pavitt (1984), em que os setores de serviços em geral seriam tidos como retardatários na inovação e, nesse sentido, os setores de KIBS especificamente seriam classificados como setores baseados em ciência.

Uma abordagem diametralmente oposta, segundo Gallouj e Windrum (2009), é a de "demarcação", argumentando que existiria uma forma especifica a serviços para inovação. Nesse sentido, destacam a complementariedade da inovação organizacional, com as formas tradicionais de inovação em processo e produto, especialmente nos setores KIBS.

Segundo a abordagem da "demarcação" nos setores KIBS haveria alto grau de interação entre usuários e fornecedores de serviços. Assim, conjuntamente com os seus clientes, os fornecedores de setores intensivos em conhecimento detectariam as necessidades e desenvolveriam soluções tecnológicas em conjunto, além de atuarem

em redes de inovação. Isto destaca a importância da inovação organizacional e sua relação com a inovação em processo e produto, inovações em rede e os problemas que as firmas fariam face para proteger suas inovações.

Levando em conta os desenvolvimentos da visão de "demarcação", autores como Gallouj e Weinstein (1997), Metcalfe (1998), Drejer (2004) e Windrum (2007) propõem uma abordagem síntese, que busca capturar os recentes desenvolvimentos da visão de demarcação, associando-a à estrutura Neo-schumpeteriana. Assim, segundo Gallouj e Windrum (2009), este arcabouço mais amplo, ainda que incorpore elementos tradicionais da teoria de inovação e suas cinco formas tradicionais, destaca a necessidade de renovar a pesquisa em outras dimensões da inovação. Com isso, buscar-se-ia o desenvolvimento de um arcabouço teórico que pudesse acomodar inovações na indústria manufatureira e no setor de serviços.

Crépon, Duguet e Mairesse (1998) propuseram um modelo econométrico capaz de identificar a correlação entre inovação e produtividade. O chamado modelo CDM se baseia em quatro equações básicas. A primeira tem como objetivo identificar os principais determinantes da decisão de investir (ou não) em inovação. A segunda visa identificar quais fatores influenciam na magnitude do investimento em inovação. A terceira é a chamada função de produção de inovação, que relaciona a ocorrência de inovação aos insumos utilizados em sua produção (entre eles, a magnitude do investimento). Finalmente, a quarta equação tem como variável dependente a produtividade e, como variável explicativa de interesse, a produção de inovação (medida pela terceira equação). O encadeamento destas quatro equações permite identificar a relação entre inovação e produtividade.

Um amplo ramo da literatura empírica se baseia na estrutura proposta pelo modelo CDM para identificar os principais determinantes da produtividade. Na maioria dos casos, a estrutura principal do modelo é mantida, com pequenas alterações sendo propostas. Por exemplo, Griffith *et al.* (2006) e Chudnosky, Lopez e Pupato (2006) foram pioneiros ao estenderem a metodologia para incluir inovações de produto e processo. Nesta mesma linha, Mairesse e Robin (2009) examinaram o efeito da inovação sobre a produtividade do trabalho. Os autores substituíram a terceira equação do modelo CDM por duas equações distintas (inovação de produto e processo) e estimou-as utilizando um modelo probit bivariado. Os resultados obtidos sugerem que as inovações de produto têm maior impacto sobre a produtividade do trabalho do que as inovações de processo.

Crespi e Zuniga (2010) implementaram o modelo CDM para analisar a relação entre esforço de inovação e produtividade em seis países da América Latina. Os autores não separaram as inovações de produto e processo, no entanto, expandi-

ram o modelo CDM ao incluir inovações "não tecnológicas", tais como inovações de marketing, diretamente na equação de produtividade.

Um segundo ramo da literatura empírica, ao qual nosso trabalho também se insere, tem como objetivo compreender a relação entre obstáculos financeiros à inovação e produção de inovação.

Savignac (2008) destaca que os obstáculos financeiros e a produção de inovação devem ser estimados simultaneamente. Isto porque os obstáculos financeiros podem reduzir a produção de inovação, ao mesmo tempo em que empresas que mais inovam provavelmente enfrentam menores obstáculos financeiros. Utilizando dados sobre empresas francesas, o autor implementa um modelo probit bivariado e obtém que a existência de obstáculos financeiros reduz bastante a probabilidade de uma empresa se engajar em atividade inovadora. Entretanto, a probabilidade de a empresa enfrentar restrições financeiras é determinada pelas condições financeiras *ex ante* da firma. Segarra, Garcia-Quevedo e Teruel (2013) testaram se a existência de obstáculos financeiros aumenta a probabilidade de um projeto de inovação ser abandonado antes de sua conclusão. Os resultados obtidos indicaram que os obstáculos financeiros aumentam a probabilidade de abandono de projetos que estejam em estágio inicial (concepção), especialmente nos setores não-KIBS.

No entanto alguns estudos afirmam que os obstáculos financeiros têm maior importância nos setores mais intensivos em tecnologia, uma vez que tais setores envolvem elevada assimetria de informação e riscos mais elevados quanto ao sucesso da atividade inovadora (ver Canepa e Stoneman, 2008; e Revest e Sapio, 2012).

A metodologia que utilizamos no presente trabalho une as principais contribuições da literatura empírica recente. Ao mesmo tempo em que utilizamos o modelo CDM para mensurar a relação entre inovação e produtividade, inclusive separando inovações de produto e processo, também incorporamos ao primeiro estágio do modelo o acesso a financiamento público à inovação.

3 CONTEXTO NACIONAL E ESTRUTURA PRODUTIVA

Assim como se observa nos países desenvolvidos e outros em desenvolvimento, no Brasil o setor de serviços vem aumentando sua participação relativa no PIB. Analisando inicialmente os dados das Contas Nacionais para o total da economia brasileira entre os anos de 2000 a 2009, o predomínio do setor de serviços é indiscutível, correspondendo, em média, a 65,9% do valor adicionado. O setor de Serviços de Informação e Comunicação contribuiu, sozinho, com 3,7% no valor adicionado no mesmo período. No setor de Tecnologia de Informação e Comunicação, tem-se que a fronteira entre os serviços e a indústria está cada vez mais

difusa. Estas atividades ganham cada vez maior relevância na medida em que as indústrias relacionadas às tecnologias de informação expandem sua presença na economia, assim como suas articulações com outros setores.

Em âmbito nacional, somente a partir de 2005 a mensuração das atividades inovadoras neste setor passou a ser realizada pela Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec) do IBGE, baseada no Manual de Oslo. Em sua edição mais recente (2011), a Pintec incluía os seguintes setores: edição e gravação e edição de música; telecomunicações; atividades dos serviços de tecnologia da informação; desenvolvimento e licenciamento de programas de computador; outros serviços de tecnologia da informação; tratamento de dados, hospedagem na internet e outras atividades relacionadas; e pesquisa e desenvolvimento. Ou seja, a pesquisa ainda não abarca todos os setores geralmente classificados na categoria de KIBS, deixando de fora, por exemplo, a maior parte das atividades de "Professional KIBS" (serviços de publicidade, treinamento, contabilidade, advocacia, engenharia, consultorias financeiras e jurídicas, entre outros). Mas a Pintec 2011 agrega novos setores econômicos, como o de eletricidade e gás, e o de serviços de arquitetura e engenharia, testes e análises técnicas.

A tabela 1 apresenta o número total de empresas consideradas na Pintec e de empresas inovadoras em produto e/ou processo. Como é possível observar, a taxa de inovação na economia brasileira, com exceção da agricultura, teve uma ligeira elevação, de 34% para 38%, entre os triênios de 2003-2005 e 2006-2008, seguido de uma redução para 36% no triênio 2009-2011. De modo geral, pode-se afirmar que aproximadamente 1/3 das empresas pesquisadas inovaram no período.

No triênio 2003-2005, o percentual de empresas inovadoras no setor de serviços foi bastante superior ao setor industrial. No entanto, nos triênios seguintes, o percentual de empresas inovadoras nos setor de serviços diminuiu gradativamente, de tal forma que no triênio 2009-2011 ambas convergiram para aproximadamente um terço do total. Essa redução foi determinada principalmente pelo decréscimo na taxa de inovação do setor atividades de informática entre 2005 e 2008 (de 58% para 48%) e no setor de telecomunicações entre 2008 e 2011 (de 47% para 32%).

Adicionalmente, nota-se que as taxas de inovação de produtos ou processos classificados como "novos para o mercado" é bastante superior no setor de serviços em relação à média da indústria. Em outras palavras, o setor de serviços implementa relativamente mais inovações de mercado, enquanto o setor industrial implementa relativamente mais inovações no contexto interno da empresa.

Na tabela 2 são apresentadas informações referentes às empresas que realizam mudanças estratégicas e organizacionais, discriminadas segundo as empresas que

implementaram, ou não, inovação no triênio. São consideradas aqui, para análise, inovações organizacionais como representadas por mudanças nas técnicas de gestão ou organizacionais, e as inovações de marketing, como mudanças de conceitos/estratégias de marketing ou na estética ou desenho do produto, ficando os itens de mudança de estratégia corporativa e implementação de novos métodos, visando a atender normas de certificação à margem dessa definição. Essa definição é compatível com as categorias de inovação organizacional e em marketing adotadas na Pintec 2008, ainda que as questões relativas à inovação organizacional difiram entre as duas edições da pesquisa.[3]

No triênio de 2006-2008 o percentual de empresas que promoveram mudanças em técnicas de gestão foi de 33%, enquanto no setor de serviços esse percentual foi 49%. Notadamente, destacam-se no setor de serviços, inovação em organização do trabalho, com 2.789 (44%) empresas e mudanças nas estratégias de marketing com 2.161 (34%) empresas realizando essa forma de inovação, merecendo nota mais uma vez para o setor de telecomunicações. No triênio 2009-2011, observamos que o mesmo padrão se repete.

A tabela 3 apresenta informações sobre o esforço tecnológico empreendido pelas firmas brasileiras, representado pelos dispêndios em atividades inovadoras em pesquisa e desenvolvimento (P&D) interno, em máquinas e equipamentos, e nas demais atividades. O dispêndio com atividades inovadoras como percentual da receita apresentou leve redução no decorrer dos triênios, tanto para a amostra completa de empresas quanto para as empresas do setor de serviços.

Na amostra completa, o percentual de dispêndio em P&D apresentou aumento nos três triênios, passando de 25,20% em 2005 para 30,76% em 2011. Já na subamostra de empresas de serviços, houve redução no período, passando de 47,60% em 2005 para 36,71% em 2011. Estes números indicam que houve significativo aumento proporcional dos investimentos em P&D no setor industrial comparativamente ao setor de serviços. Ainda assim, tais números indicam que o setor de serviços investe proporcionalmente mais em P&D do que o setor industrial. O outro lado dessa moeda é que o setor industrial investe proporcionalmente mais em aquisições de máquinas e equipamentos.

Outro fato que merece destaque é o aumento consistente do percentual de empresas que realizam P&D continuamente, especialmente no setor de telecomunicações e atividades de informática, cujo percentual esteve próximo de 100% no último triênio.

3. A tabela 2 não contém informações sobre o triênio 2003-2005, pois neste período o questionário da Pintec era diferente no que se refere às questões de inovação organizacional e de marketing.

A tabela 4 apresenta o percentual de faturamento com as vendas de produtos inovadores. Nos dois primeiros triênios, observamos que aproximadamente 20% das empresas que implementaram produto inovador tiveram até 10% de sua receita proveniente da venda destes produtos. No terceiro triênio, este número aumentou para 29% das empresas. Adicionalmente, nos dois primeiros triênios, aproximadamente 39% das empresas tiveram mais de 40% de sua receita proveniente da venda de produto inovador, sendo que este percentual caiu para 29% no terceiro triênio. Conclui-se, então, que houve redução no peso dos produtos inovadores sobre a receita das firmas.

Na tabela 5, estão apresentadas informações sobre a obtenção, por parte das empresas inovadoras, de apoio governamental à inovação. Como pode ser observado 19% e 22% das firmas inovadoras receberam, entre 2003-2005 e 2006-2008, respectivamente, alguma forma de apoio governamental. No triênio 2009-2011, este valor aumentou consideravelmente para 34%, indicando que as empresas inovadoras passaram a utilizar mais os incentivos do governo.

No setor de serviços 15% e 18% das empresas, nos dois primeiros triênios considerados, obtiveram algum apoio governamental. Este valor aumentou para 30% no último triênio. Parte deste aumento se deve ao setor de telecomunicações, no qual 76% das empresas recebeu apoio governamental no triênio 2009-2011.

Em relação ao apoio da Lei de Informática, podemos observar que em torno de 3% das empresas inovadoras recebem tal incentivo. Vale observar que no setor de telecomunicações, no último triênio, 24% das empresas inovadoras receberam incentivo da Lei de Informática.

Destaca-se que a obtenção de incentivos via subvenção econômica é consistentemente maior nos setores de serviços, quando comparado ao setor industrial. No entanto, esta forma de incentivo é relativamente pequena, alcançando, no máximo, 5% das empresas inovadoras.

Por fim, a penúltima coluna da tabela 5 nos mostra que as empresas do setor industrial recebem, em média, mais incentivos governamentais para aquisição de máquinas e equipamentos do que o setor de serviços. No entanto, no triênio 2009-2011, o setor de telecomunicações novamente se destacou, sendo que 41% das empresas inovadoras deste setor contaram com apoio governamental para aquisição de máquinas e equipamentos.

TABELA 1
Número de empresas, total e inovadoras, e taxas de inovação

	Total na Amostra	Inovadoras	Inovação em Produto	Novo p/ mercado	Inovação em Processo	Novo p/ Mercado
TOTAL						
2005	95.301	32.796 (34%)	19.670	3.388 (17%)	26.277	1.740 (7%)
2008	107.605	41.210 (38%)	25.345	4.720 (19%)	34.179	2.634 (8%)
2011	128.699	45.950 (36%)	23.282	5.299 (23%)	40.802	3.136 (8%)
Serviços						
2005	4.246	2.418 (57%)	1.886	432 (23%)	1.773	231 (13%)
2008	4.917	2.357 (48%)	2.072	526 (25%)	1.475	162 (11%)
2011	11.564	4.258 (37%)	3.136	1.019 (32%)	3.640	622 (17%)
Telecom.						
2005	393	180 (46%)	158	25 (16%)	147	21 (14%)
2008	717	334 (47%)	322	70 (22%)	266	62 (23%)
2011	1.030	336 (32%)	289	58 (20%)	247	26 (11%)
Ativ. de Informática						
2005	3.811	2.197 (58%)	1.689	374 (22%)	1.590	181 (11%)
2008	4.160	1.983 (48%)	1.716	427 (25%)	1.176	76 (6%)
2011	4.876	2.105 (43%)	1.782	714 (40%)	1.775	186 (10%)

Fonte: Pintec - IBGE (várias edições)

TABELA 2
Inovações organizacionais e de marketing

	Total na Amostra	Inovações organizacionais								Inovações de marketing			
		Técnicas de gestão		Técnicas de gestão ambiental		Organização do trabalho		Relações externas		Estratégias de marketing		Estética, desenho ou outras	
2006-2008													
TOTAL	106.862	35.774	33%	23.975	22%	33.383	31%	14.789	14%	28.053	26%	38.251	36%
Serviços	6.366	3.127	49%	732	11%	2.789	44%	1.247	20%	2.161	34%	1.909	30%
Telecomunicações	717	334	47%	37	5%	368	51%	94	13%	279	39%	152	21%
Atividades de Informática	4.160	2.186	53%	316	8%	1.877	45%	860	21%	1.328	32%	1.156	28%
2009-2011													
TOTAL	128.699	50.126	39%	33.795	26%	44.426	35%	22.008	17%	34.162	27%	39.379	31%
Serviços	11.564	5.185	45%	1.464	13%	5.185	45%	2.568	22%	3.521	30%	2.855	25%
Telecomunicações	1.030	545	53%	192	19%	514	50%	232	23%	349	34%	215	21%
Atividades de Informática	4.876	2.639	54%	424	9%	2.674	55%	1.291	26%	1.669	34%	1.428	29%

Fonte: Pintec (2008 e 2011).

TABELA 3
Esforço tecnológico

		Empresas que realizaram dispêndio	Dispêndio em Inovação (% da Receita)	% Dispêndio por Atividade Inovativa			Firmas que realizaram P&D	Firmas que realizaram P&D contínuo
				P&D	Aquisição de máquinas	Outras atividades		
TOTAL	2005	21.966	3,00%	25,20%	42,90%	31,90%	6.168	3.617 (59%)
	2008	33.034	2,90%	28,10%	44,90%	27,00%	4.701	3.420 (73%)
	2011	36.506	2,56%	30,76%	42,40%	26,84%	7.447	5.633 (76%)
Serviços	2005	2.015	5,90%	47,60%	15,50%	36,90%	1.122	848 (76%)
	2008	2.390	5,80%	43,60%	26,70%	29,70%	479	421 (88%)
	2011	3.698	4,96%	36,71%	27,95%	35,35%	1.506	1.280 (85%)
Telecom.	2005	146	3,30%	15,40%	22,80%	61,70%	66	51 (77%)
	2008	295	4,60%	21,70%	34,70%	43,60%	44	43 (98%)
	2011	268	3,66%	20,16%	46,49%	33,35%	116	112 (97%)
Atividades de Informática	2005	1.829	5,90%	39,30%	21,40%	39,30%	1.015	756 (74%)
	2008	1.660	4,00%	24,90%	40,70%	34,40%	396	339 (86%)
	2011	1.891	4,18%	39,66%	29,99%	30,36%	974	930 (95%)

Fonte: Pintec – IBGE (várias edições)

TABELA 4
Percentual do faturamento com produtos inovadores

		Empresas que implementaram produto inovador	Faturamento a partir de produtos inovadores		
			< 10 %	10% e 40%	> 40%
TOTAL	2005	19.631	4.050 (21%)	7.827 (40%)	7.754 (39%)
	2008	25.312	4.910 (19%)	11.024 (44%)	9.378 (37%)
	2011	23.282	6.698 (29%)	9.771 (42%)	6.813 (29%)
Serviços	2005	1.847	389 (21%)	770 (42%)	688 (37%)
	2008	2.039	428 (21%)	744 (36%)	867 (43%)
	2011	3.136	984 (31%)	804 (26%)	1.348 (43%)
Telecom.	2005	158	45 (28%)	82 (52%)	31 (20%)
	2008	322	85 (26%)	189 (59%)	48 (15%)
	2011	289	45 (16%)	92 (32%)	152 (53%)
Atividades de Informática	2005	1.689	344 (20%)	688 (41%)	657 (39%)
	2008	1.716	343 (20%)	555 (32%)	818 (48%)
	2011	1.782	697 (39%)	434 (24%)	651 (36%)

Fonte: Pintec – IBGE (várias edições)

TABELA 5
Empresas com apoio governamental

	Ano	Total de Empresas que inovaram	Empresas que receberam apoio governamental	Incentivo fiscal		Subvenção econômica	Financiamento			Outros programas de apoio
				À Pesquisa e Desenvolvimento	Lei da informática		A projetos de P&D&I		Aquisição de máquinas e equipamentos	
							Sem parceria com universidades	Em parceria com universidades		
TOTAL	2005	32.796	6.169 (19%)	249 (1%)	431 (1%)	-	-	450 (1%)	3.883 (12%)	2.129 (6%)
	2008	41.210	9.129 (22%)	487 (1%)	767 (2%)	311 (1%)	613 (1%)	382 (1%)	5.422 (13%)	2.953 (7%)
	2011	45.950	15.695 (34%)	1.219 (3%)	754 (2%)	439 (1%)	713 (2%)	594 (1%)	11.760 (26%)	3.642 (8%)
Serviços	2005	2.418	351 (15%)	42 (2%)	107 (4%)	-	-	72 (3%)	127 (5%)	139 (6%)
	2008	2.357	428 (18%)	51 (2%)	43 (2%)	105 (4%)	51 (2%)	60 (3%)	81 (3%)	220 (9%)
	2011	4.258	1.277 (30%)	141 (3%)	137 (3%)	123 (3%)	206 (5%)	193 (5%)	398 (9%)	477 (11%)
Telecomunicações	2005	180	17 (10%)	-	-	-	-	4 (2%)	14 (8%)	3 (2%)
	2008	334	86 (26%)	13 (4%)	2 (1%)	18 (5%)	2 (1%)	1 (0%)	34 (10%)	24 (7%)
	2011	336	255 (76%)	21 (6%)	81 (24%)	2 (1%)	70 (21%)	2 (1%)	137 (41%)	54 (16%)
Atividades de Informática	2005	2.197	297 (14%)	33 (2%)	87 (4%)	-	-	38 (2%)	92 (4%)	108 (5%)
	2008	1.983	305 (15%)	29 (1%)	23 (1%)	76 (4%)	25 (1%)	31 (2%)	43 (2%)	172 (9%)
	2011	2.105	677 (32%)	113 (5%)	48 (2%)	101 (5%)	123 (6%)	82 (4%)	176 (8%)	(13%)

Fonte: Pintec – IBGE (várias edições)

4 BASE DE DADOS E ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

A principal base de dados utilizada neste trabalho foi a Pintec referente ao triênio 2009-2011, truncada para as empresas do setor de serviços, totalizando inicialmente 5.906 observações. No entanto, para que fosse possível estimar o modelo apresentado na seção anterior, com variáveis defasadas, tivemos que fundir esta base de dados com a Pintec do triênio 2008 e as edições da PAS referente aos anos de 2010 e 2011.

Utilizamos a Pintec do triênio anterior para construir o logaritmo do dispêndio em atividades inovadoras no ano de 2008 (variável E_{t-3}). Adicionalmente, utilizamos a PAS 2010 para construir o logaritmo do fluxo de caixa livre em 2010 (variável FC_{t-1}) e a PAS 2011 para construir as variáveis de estoque de capital e formação de capital humano para o ano de 2011 (variáveis K e H). Após fundir as bases de dados, obtivemos um painel desbalanceado contendo dois triênios, e um total de 957 empresas.

A tabela 6 apresenta as principais estatísticas descritivas das variáveis dependentes do modelo. Observa-se que 45% das empresas na amostra investiram em atividades inovativas, sendo que o investimento médio por trabalhador foi de R$ 4.251,00. Ainda observou-se que 46% das empresas inovaram em produto e/ou processo e que a produtividade média foi de R$ 100,00 por trabalhador.

TABELA 6
Estatísticas descritivas das variáveis dependentes

Variável	Descrição	Média*	Desvio Padrão
D	Variável binária (= 1 se investiu em atividades inovativas).	0,45	0,50
E_n	Investimento total em atividades inovativas por trabalhador (em nível, em R$).	4.251	52.805
I	Variável binária (= 1 se a empresa inovou em produto e/ou processo)	0,46	0,50
P_n	Produtividade por trabalhador (em nível)	R$100	R$165

Elaboração dos autores com base nos dados da Pintec - IBGE.
Nota: *As estatísticas descritivas da variável E_n foram calculadas para a subamostra não censurada (D=1).

A tabela 7 apresenta a média e o desvio padrão para das variáveis explicativas do modelo CDM. É interessante notar que apenas 8% das empresas na amostra obtiveram financiamento público à inovação no triênio 2009-2011. Este fato deve estar relacionado com a elevada média do fluxo de caixa livre em 2010, cujo valor se situou em torno de R$ 58 milhões.

TABELA 7
Estatísticas descritivas das variáveis explicativas

Variável	Descrição	Média	Desvio Padrão
FP	Variável binária (= 1 se a empresa recebeu financiamento público para atividade inovativa)	0,08	0,27
$FC_{t-1,n}$	Fluxo de caixa livre em 2010 (em nível, em milhões de R$)	58,1	700
K_n	Estoque de capital (em nível, em milhões de R$)	23,2	332
H	Formação média dos empregados (capital humano)	11,97	1,89
NT	Variável binária (= 1 se a empresa realizou inovação "não tecnológica", organizacional ou marketing)	0,70	0,46
PO_n	Pessoal ocupado (em nível)	160	673
MS	Market share	0,002	0,012
PM	Variável binária (= 1 se principal mercado for regional)	0,35	0,47
	Variável binária (= 1 se principal mercado for nacional)	0,62	0,48
	Variável binária (= 1 se principal mercado for internacional)	0,03	0,17
OC	Variável binária (= 1 se capital for nacional)	0,86	0,34
	Variável binária (= 1 se capital for estrangeiro)	0,10	0,30
	Variável binária (= 1 se capital for misto)	0,04	0,19
CP	Variável binária (= 1 se há cooperação com clientes)	0,13	0,33
	Variável binária (= 1 se há cooperação com fornecedores)	0,14	0,34
	Variável binária (= 1 se há cooperação com concorrentes)	0,07	0,25
	Variável binária (= 1 se há cooperação com outra empresa do grupo)	0,07	0,25
	Variável binária (= 1 se há cooperação com consultorias)	0,09	0,28
	Variável binária (= 1 se há cooperação com universidades)	0,08	0,29
	Variável binária (= 1 se há cooperação com centros de capacitação)	0,02	0,15
	Variável binária (= 1 se há cooperação com instituições de testes e certificações)	0,07	0,26
DP	Variável binária (= 1 para fonte de informação advinda de outra empresa do grupo)	0,14	0,34
	Variável binária (= 1 para fonte de informação advinda de fornecedores)	0,33	0,47
	Variável binária (= 1 para fonte de informação advinda de clientes ou consumidores)	0,47	0,50
	Variável binária (= 1 para fonte de informação advinda de concorrentes)	0,35	0,48
	Variável binária (= 1 para fonte de informação advinda de empresas de consultoria)	0,29	0,46
TP	Variável binária (= 1 para fonte de informação advinda de universidades)	0,19	0,40
	Variável binária (= 1 para fonte de informação advinda de institutos de pesquisa)	0,18	0,39
	Variável binária (= 1 para fonte de informação advinda de centros de capacitação profissional)	0,15	0,36
	Variável binária (= 1 para fonte de informação advinda de instituições de testes e certificações)	0,18	0,39
	Variável binária (= 1 para fonte de informação advinda de conferências)	0,37	0,48
	Variável binária (= 1 para fonte de informação advinda de feiras e exposições)	0,37	0,48
	Variável binária (= 1 para fonte de informação advinda de internet, extranet ou intranet)	0,51	0,50

Elaboração dos autores com base nos dados da Pintec - IBGE.
Obs.: Variável $FC_{t-1,n}$ está medida em milhões de reais.

A tabela 8 apresenta os coeficientes de correlação entre as principais variáveis do modelo CDM. Podemos notar que o financiamento público está positivamente correlacionado com a decisão de investir em atividades inovativas. Também notamos que a decisão de investir em atividades inovativas está fortemente correlacionada com a produção de inovação. O mesmo ocorre com o esforço de inovação, medido pela variável *E*. Finalmente, notamos que a inovação está positivamente correlacionada com a produtividade. Estes resultados não são definitivos, porém apresentam indícios de que inovação afeta positivamente a produtividade das empresas.

TABELA 8
Coeficientes de correlação

Entre as variáveis		Correlação
FP	*D*	0,24
D	*I*	0,79
E	*I*	0,77
I	*P*	0,15

Elaboração dos autores com base nos dados da Pintec - IBGE.

5 METODOLOGIA: O MODELO CDM

Nosso objetivo é responder à seguinte pergunta: empresas que recebem financiamento público para realizarem atividades inovativas, em média, apresentam maiores níveis de produtividade? Intuitivamente, a correlação entre financiamento público e ganho de produtividade se daria pelos seguintes canais: *i*) financiamentos públicos funcionariam como incentivos para as empresas investirem mais em atividades inovativas; *ii*) quanto maior o investimento, maior a probabilidade de haver inovação; e *iii*) finalmente, as inovações poderiam implicar ganhos de produtividade.

Para responder à pergunta do parágrafo anterior utilizaremos a metodologia econométrica proposta por Crépon, Duguet e Mairesse (2008), daqui em diante denominado modelo CDM, composta de quatro equações básicas.

O modelo CDM é composto por quatro equações. A equação (1) modela a decisão de investir ou não em atividades inovativas. A equação (2) modela a relação entre a tomada de financiamento público e a magnitude do investimento em atividades inovativas. A equação (3) mede a relação entre a magnitude do investimento e a probabilidade de sucesso em obter inovação. Finalmente, a equação (4) mede a relação entre a inovação e a produtividade. Portanto, o modelo permite testar se existe impacto do financiamento público à inovação sobre a produtividade.

A primeira equação visa modelar a decisão (binária) da empresa entre investir ou não em atividades inovativas. Sendo assim, temos a seguinte equação de seleção:

$$D_i = \begin{cases} 1, & se \quad D_i^* = x_{1i}\beta_1 + u_{1i} > \overline{c} \\ 0, & se \quad D_i^* = x_{1i}\beta_1 + u_{1i} \leq \overline{c} \end{cases} \tag{1}$$

onde D_i é uma função indicadora (observável) que assume valor 1 se a firma i apresentou dispêndio positivo em atividades inovativas. Note que D_i^* é uma variável indicadora latente, então, só seremos capazes de observar se a firma investiu em atividades inovativas quando D_i^* for maior que algum valor de referência $\overline{c}$. Finalmente, x_{1i} é um conjunto de variáveis que explicam a decisão binária da empresa e u_{1i} um termo de erro.

Dado que a empresa decidiu investir em atividades inovativas, a segunda equação visa modelar a magnitude deste investimento. Seja E_i o logaritmo do investimento por trabalhador da empresa i:

$$E_i = \begin{cases} E_i^* = x_{2i}\beta_2 + u_{2i}, & se \quad D_i = 1 \\ 0, & se \quad D_i = 0 \end{cases} \tag{2}$$

onde E_i^* é uma variável latente medindo o logaritmo do investimento por trabalhador, x_{2i} é um conjunto de variáveis que explicam a magnitude do investimento realizado pela empresa e u_{2i} um termo de erro. Destaca-se que x_{2i} conterá nossa principal variável de interesse, a saber, uma variável binária que assume valor 1 se a empresa possui financiamento público para inovação.

Assume-se que:

$$\begin{pmatrix} u_{1i} \\ u_{2i} \end{pmatrix} \sim N\left(\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \sigma_1^2 & \rho\sigma_1\sigma_2 \\ \rho\sigma_1\sigma_2 & \sigma_2^2 \end{pmatrix} \right)$$

Sendo assim, a correlação entre os termos de erro das equações (1) e (2) é determinada por um coeficiente ρ. Caso $\rho = 0$, temos que as duas equações são independentes, podendo ser estimadas separadamente. Uma vez que não podemos assumir isto *a priori*, o mais adequado será a estimação das duas equações conjuntamente, por meio de um modelo Tobit tradicional (caso assumamos que os vetores x_1 e x_2 sejam compostos pelas mesmas variáveis) ou um modelo de seleção de Heckman – caso suponhamos que os vetores x_1 e x_2 sejam compostos por variáveis distintas.

Dado que a empresa investiu em atividades inovativas (*input*), a terceira equação visa modelar se a empresa conseguiu inovar (*output*). Seja I_i uma variável binária que assume valor 1 caso a empresa i tenha inovado, então:

$$I_i = \widehat{E_i}\gamma + x_{3i}\beta_3 + u_{3i} \quad (3)$$

onde $\hat{E}$ representa o preditor do investimento obtido a partir da equação (2), x_{3i} é um conjunto de variáveis que explicam a probabilidade de sucesso em obter inovação e u_{3i} um termo de erro. Espera-se que a magnitude do investimento esteja correlacionada positivamente com a probabilidade de sucesso em obter inovação.

A equação (3) pode ser estimada por um modelo Probit. Porém, uma vez que $\hat{E}_i$ não pode ser observado, utilizaremos em seu lugar o logaritmo do dispêndio por trabalhador estimado pela equação (2), ou seja, $\hat{E}_i$.

Finalmente, a quarta equação visa modelar a correlação entre inovação e produtividade. Seja P_i o logaritmo da produtividade por trabalhador da empresa i, então:

$$P_i = \widehat{I_i}\delta + x_{4i}\beta_4 + u_{4i} \quad (4)$$

onde $\hat{I}$ representa o preditor da inovação obtido pela equação (3), x_{4i} é um conjunto de variáveis que explicam a produtividade por trabalhador da empresa i e u_{4i} um termo de erro. Estimando a equação (4) por MQO, espera-se que a inovação esteja correlacionada positivamente com a produtividade.

5.1 Especificações e resultados

Implementamos duas diferentes especificações do modelo CDM. A primeira especificação, que chamaremos de *benchmark*, é exatamente igual ao modelo básico apresentado na seção anterior. A especificação subsequente representa uma desagregação em relação ao *benchmark*.

Em todas as especificações utilizamos *clustered errors* por código Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), ou seja, permitimos que os erros sejam correlacionados dentro de cada código CNAE.

Especificação 1 (benchmark)

Nesta especificação, as equações (1) e (2) foram estimadas pelo modelo de seleção de Heckman. A variável D (deste ponto em diante omitimos o subscrito i) assume valor 1 caso a empresa tenha investido um montante positivo em pelo menos uma das seguintes atividades inovativas: P&D interno, P&D externo, aquisição de máquinas e equipamentos, treinamentos e aquisição de softwares. Seguindo a

mesma lógica, a variável E foi calculada somando-se os valores dos dispêndios em todas as possíveis atividades inovativas. Ou seja, na especificação de *benchmark* agregaram-se todas as modalidades de atividades inovativas ao se construir as variáveis dependentes das equações (1) e (2).

Os vetores de variáveis explicativas x_1 e x_2 contém as seguintes variáveis:

$$x_1 = \left(FP, PO, FC_{t-1}, MS, PM, OC, CP, DP, TP\right)$$

$$x_2 = \left(FP, FC_{t-1}, MS, PM, OC, CP, DP, TP\right)$$

onde a variável binária *FP* assume valor 1 caso a empresa tenha recebido financiamento público para realizar qualquer atividade inovativa (P&D interno, P&D externo, aquisição de máquinas e equipamentos, treinamentos e/ou aquisição de softwares). A variável *PO* é o logaritmo do pessoal ocupado,[4] FC_{t-1} é o fluxo de caixa livre em t-1, *MS* é o *market share* da empresa, *PM* é um vetor composto por três variáveis binárias para o principal mercado da empresa,[5] *OC* é um vetor de três variáveis binárias para a origem do capital da empresa,[6] *CP* é um vetor de oito variáveis binárias de cooperação,[7] *DP* é um vetor de cinco variáveis binárias de fontes de informação de mercado[8] (*demand pull*) e, finalmente, *TP* é um vetor de sete variáveis binárias de fontes de informação tecnológicas[9] (*technology push*).

A equação (3) foi estimada por um modelo probit, onde a variável dependente *I* assume valor 1 caso a empresa tenha inovado em produto e/ou processo. Ou seja, na especificação do *benchmark* agregamos os dois tipos possíveis de inovações tecnológicas.

O vetor de variáveis explicativas x_{3i} contém as seguintes variáveis:

$$x_3 = \left(E_{t-3}, PO, PM, OC, CP, DP, TP\right)$$

onde E_{t-3} mede o logaritmo do investimento em atividades inovativas por trabalhador realizado no triênio anterior. A ideia é que a eventual inovação ocorrida no presente depende não apenas do investimento presente, mas também do investimento passado.

---

4. A variável entra em mas não entra em , pois a variável dependente já é expressa em unidades de trabalho.

5. Uma *dummy* para cada principal mercado: *i*) regional ou estadual; *ii*) nacional; e *iii*) internacional.

6. Uma *dummy* para cada origem de capital: *i*) nacional; *ii*) estrangeiro; e *iii*) misto.

7. Uma *dummy* para cada tipo de cooperação: *i*) cliente; *ii*) fornecedor; *iii*) concorrente; *iv*) outra empresa do grupo; *v*) consultorias; *vi*) universidades; *vii*) centros de capacitação profissional; e *viii*) instituições de certificações.

8. Uma *dummy* para cada fonte de informação de mercado: *i*) outra empresa do grupo; *ii*) fornecedores; *iii*) clientes; *iv*) concorrentes; e *v*) consultorias.

9. Uma *dummy* para cada fonte de informação tecnológica: *i*) universidades; *ii*) institutos de pesquisa; *iii*) centros de capacitação profissional; *iv*) instituições de certificações; *v*) conferências; *vi*) feiras; e *vii*) internet.

A equação (4) foi estimada por MQO, onde a variável dependente P é medida pelo logaritmo do valor da transformação industrial (VTI) por trabalhador.

O vetor de variáveis explicativas x_4 contém as seguintes variáveis:

$$x_4 = \left(PO, K, H, NT\right)$$

onde K mede o logaritmo do estoque de capital da empresa, H reflete a formação média dos empregados (capital humano) e NT é uma variável binária que assume valor 1 se a empresa realizou alguma inovação "não tecnológica" (organizacional ou marketing).

A tabela 9 apresenta os resultados do modelo CDM em sua especificação de *benchmark*. A primeira coluna contém apenas as principais variáveis explicativas de interesse, utilizadas para estimar o modelo. Na segunda e terceira colunas reportamos os efeitos marginais estimados pelo modelo de seleção de Heckman. Na quarta coluna reportamos os efeitos marginais do modelo Probit para inovação e, finalmente, na quinta coluna reportamos os efeitos marginais sobre a produtividade.[10]

Os resultados obtidos indicam que a presença de financiamento público aumenta a probabilidade de a firma se engajar em atividades inovadoras em 74%. Adicionalmente, entre as empresas que investiram em inovação, o financiamento público aumenta a intensidade do investimento em aproximadamente 198%. Constatamos também que maiores investimentos em atividades inovadoras implicam maior probabilidade de se obter inovação. Mais especificamente, estimou-se que um aumento de 1% na magnitude do investimento um efeito marginal do investimento de 0,97. Finalmente, na última coluna vemos que a inovação aumenta em 28% a produtividade das empresas, em média.

10. Vale alertar que, em função da não linearidade, os efeitos marginais dos modelos Probit foram calculados tomando-se a firma média em todas as variáveis explicativas.

TABELA 9
Resultados da especificação de benchmark

	Esforço (Heckman)		Inovação (Probit)	Produtiv. (MQO)
	D	*E*	*I*	*P*
FP (*Dummy* de financiamento público)	0,74**	1,98**	-	-
Ê (Esforço de inovação)	-	-	0,97***	-
Î (*Dummy* de inovação)	-	-	-	0,28***
Tamanho da amostra	957		471	471
Observações censuradas	525		-	-
Rho	-0,55		-	-
Wald P-valor (Eq. independentes)	0,11		-	-

Elaboração dos autores com base nos dados da Pintec - IBGE.
Notas: *** Significante a 1%; ** significante a 5%; erros-padrão ajustados para onze clusters de CNAE.

Especificação 2

Nesta segunda especificação, substituímos a variável explicativa FP (financiamento público) presente nos vetores x_1 e x_2 por outras duas variáveis de financiamento público: $FP_{P\&D}$ e FP_{Outros}.

$$x_1^{New} = \left(FP_{P\&D}, FP_{Outros}, PO, FC_{t-1}, MS, PM, OC, CP, DP, TP\right)$$

$$x_2^{New} = \left(FP_{P\&D}, FP_{Outros}, FC_{t-1}, MS, PM, OC, CP, DP, TP\right)$$

A variável binária $FP_{P\&D}$ assume valor 1 caso a empresa tenha recebido financiamento público especificamente para realizar P&D interno e/ou externo. A variável binária FP_{Outros} assume valor 1 se a empresa recebeu financiamento público para aquisição de máquinas e equipamentos, treinamentos e/ou aquisição de softwares. Ou seja, simplesmente "desagregamos" o financiamento público em duas partes. Nosso objetivo com esta alteração foi identificar quais formas de financiamento público estimulam mais o investimento em atividades inovativas.

Adicionalmente, substituímos a equação (3) do modelo pelas seguintes:

$$I_{Produto} = E^*\gamma_a + x_{3a}\beta_{3a} + u_{3a} \quad (3a)$$

$$I_{Processo} = E^*\gamma_b + x_{3b}\beta_{3b} + u_{3b} \quad (3b)$$

ou seja, desagregamos a variável binária I (inovação) em duas partes. A variável binária $I_{Produto}$ assume valor 1 caso tenha havido inovação de produto. Já a variável binária $I_{Processo}$ assume valor 1 caso tenha havido inovação de processo.

Os vetores de explicativas x_{3a} e x_{3b} ficam exatamente iguais ao vetor x_3.

$$x_{3a} = x_{3b} = x_3 = \left(E_{t-3}, PO, PM, OC, CP, DP, TP\right)$$

Estimamos (3a) e (3b) por probit bivariado e calculamos a probabilidade marginal de haver inovação de produto ($\hat{I}_{Produto}$) e processo ($\hat{I}_{Processo}$) para cada empresa.

A equação (4) passa a ser escrita como:

$$P_i = \widehat{I_i}\delta + x_{4i}\beta_4 + u_{4i} \qquad (4')$$

Com isso, nosso objetivo foi separar os efeitos dos diferentes tipos de inovação tecnológica (produto e processo) sobre a produtividade das empresas.

A tabela 10 resume os resultados obtidos nesta especificação mais desagregada do modelo. Primeiramente, é interessante notar que o financiamento público voltado para "outras" atividades inovativas tem maior efeito marginal sobre a decisão de investir, e também sobre sua magnitude. De fato, a presença de financiamento público voltado para outras atividades inovativas aumenta a probabilidade de investimento em 71%, e a magnitude do investimento em 193% (ante 143% do financiamento em P&D).

Também podemos observar que o investimento em atividade inovativas é mais efetivo em gerar inovação de produto do que de processo. Por fim, a inovação de produto é mais efetiva em aumentar a produtividade, porém o coeficiente se mostrou significativo apenas a 10% (o p-valor foi de 0,07).

TABELA 10
Resultados da especificação 2

	Esforço (Heckman)		Inovação (Probit)		Produtiv. (MQO)
	D	*E*	I_{Prod}	I_{Proc}	*P*
$FP_{P\&D}$ (Financ. público – P&D)	0,33	1,43***	-	-	
FP_{Outros} (Financ. público – Outros)	0,71**	1,93**	-	-	-
Ê (Esforço de inovação)	-	-	0,23***	0,51	-
$\hat{I}_{prod}$ (Inovação em produto)	-	-	-	-	0,26*
$\hat{I}_{proc}$ (Inovação em processo)	-	-	-	-	0,06

Elaboração dos autores com base nos dados da Pintec - IBGE.
Notas: *** Significante a 1%; ** significante a 5%; * significante a 10%; erros-padrão ajustados para onze *clusters* de CNAE.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou acessar o impacto do financiamento público à inovação sobre a produtividade das empresas de setores de serviços intensivos em conhecimento. Observamos na análise descritiva que os setores intensivos em conhecimento possuem taxas de inovação superiores às taxas de inovação da indústria, inclusive com percentual superior de inovações para o mercado. Adicionalmente, apresenta também padrão distinto para inovações não tecnológicas (organizacional e marketing) também com uma taxa de inovação bastante superior à indústria.

Também observamos um padrão de esforço tecnológico distinto, mais concentrado em dispêndios em P&D, ao contrário das empresas industriais concentrado na aquisição de máquinas e equipamentos. Todos esses fatos estilizados estão plenamente de acordo com o que é predito pela teoria, tendo, portanto, os setores intensivos em conhecimento no Brasil padrão de inovação de acordo com o esperado.

No que tange ao apoio governamental à inovação nesses setores, observamos uma crescente demanda por apoio ao longo dos anos, chegando ao triênio de 2009-2011, com 30% das empresas inovadoras utilizando algum tipo de instrumento de apoio à inovação público. No entanto, observa-se algumas diferenças nas formas de financiamento para diferentes setores. Especificamente no setor de telecomunicações, vimos que 76% das empresas receberam apoio governamental no triênio 2009-2011, mas que grande parte desse número (41%) se deveu a financiamento para aquisição de máquinas e equipamentos, enquanto 23% são provenientes de empresas inovadoras beneficiárias da Lei de Informática. Assim, no que diz respeito a apoio financeiro à inovação, não observamos, como havíamos visto no padrão de inovação, diferenças tão marcantes em relação às empresas industriais.

Quando estimamos a versão básica do modelo CDM, observamos resultados que estão de acordo com as evidências fornecidas por esse tipo de modelo. No entanto, alguns comentários merecem destaque. Inicialmente foram produzidas evidências de que a presença de financiamento público aumenta a probabilidade de a firma se engajar em atividades inovadoras em 74%. De fato, na versão desagregada foi observado que o tipo de financiamento que é capaz de influir na decisão de investir em atividades inovativas é aquele financiamento público voltado para "outras" atividades inovativas. O resultado obtido foi de que o financiamento público voltado para outras atividades inovativas aumenta a probabilidade de investimento em 71%. Ou seja, esse número explica praticamente toda magnitude do efeito marginal estimado no modelo básico.

Com relação ao impacto sobre a magnitude do esforço tecnológico, para as empresas que investiram em inovação, o financiamento público aumenta a intensidade do investimento em aproximadamente 198%. Desse impacto agregado, observamos que este se divide em 193% para o financiamento a "outras" atividades inovativas, ante 143% do financiamento em P&D. Ou seja, um impacto

ligeiramente superior do financiamento de "outras" atividades inovativas sobre o financiamento à P&D.

Esse conjunto de resultados em parte é coerente com a literatura, na medida em que é concebível que as atividades de P&D busquem a manutenção de um caráter contínuo em razão de altos custos de ajustamento para esse tipo de investimento. Já o investimento em "outras" atividades inovativas é mais sensível à restrição financeira e a fatores determinantes do custo de capital, fazendo com que sua decisão seja mais sensível à disponibilidade de financiamento. No entanto, o que não corresponde plenamente às expectativas é o impacto do financiamento sobre o esforço com ligeira predominância financiamento de "outras" atividades inovativas sobre o financiamento à P&D. Esse é possivelmente um indicativo da influência de setores como telecomunicações, que são intensivos em capital, e, portanto, dependentes de financiamento para investimento em máquinas e equipamentos, conforme mencionado anteriormente.

A despeito da influência do financiamento a "outras" atividades inovativas, observamos que o impacto do esforço tecnológico somente foi estatisticamente significativo sobre a inovação em produto. Ou seja, na inovação tecnológica sobre a produtividade do trabalho dos setores de serviços, observamos um impacto positivo de 28% devido às inovações de produto, e não àquelas de processo. Obviamente existe inter-relação entre as inovações em produto e processo nesses setores, mas é importante lembrar que, segundo as informações provenientes de estatísticas de percentual do faturamento com produtos inovadores, que demonstra que esses setores tiveram no último triênio 53% das firmas dos setores de telecomunicações e 36% das firmas dos setores de atividades de informática, no triênio de 2009-2011, tiveram mais de 40% de seu faturamento dependente de novos lançamentos de produtos no mercado.

REFERÊNCIAS

BERNARDES, R.; BESSA, V.; KALUP, A. A economia da inovação no setor de serviços: desvendando o cenário brasileiro. Versão resumida do artigo Serviços na Paep 2001: reconfigurando a agenda de pesquisas estatísticas inovação. **São Paulo em Perspectiva**, v. 19, n. 2, p. 115-134, abr./jun. 2005.

BODEN, M.; MILES, I. **Services and knowledge-based economy**. London: Continuum, 2000.

BRYNJOLFSSON, E.; HITT, L. Beyond computation: information technology, organisational transformation and business performance. **Journal of Economic Perspectives**, v. 14, n. 4, p. 23-48, 2000.

CANEPA, A.; STONEMAN, P. Financial constraints **to innovation in the UK: evidence from CIS2 and CIS3. Oxford Economic Papers**, n. 60, p. 711–730, 2008.

CHUDNOSKY, D.; LOPEZ, A.; PUPATO, G. Innovation and productivity in developing countries: a study of Argentine manufacturing firms' behavior (1992-2001). **Research Policy**, n. 35, p. 266-288, 2006.

COMMANDER, S.; HARRISON, R.; MENEZES-FILHO, N. ICT and Productivity in Developing Countries: new firm-level evidence form Brazil and India. **The Review of Economics and Statistics**, v. 93, n. 2, p. 528-541, May 2011.

CORRADO, C. L; HULTEN, C; SICHEL, D. Measuring capital and technology: an expanded framework. In: CORRADO, D.; HALTIWANGER, J.; SICHEL, D. (Ed.). **Measuring capital in the new economy, studies in income and wealth**. Chicago: The University of Chicago Press, 2005. v. 65.

CREDIT SUISSE. Alta do peso de serviços não reduziu a produtividade agregada da economia. **Emerging Markets Research Brasil**, 13 jun. 2012.

CRÉPON, B.; DUGUET, E.; MAIRESSE, J. Research, Innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level. **NBER Working Paper 6696**, 1998.

CRESPI, G.; ZUÑIGA, P. Innovation and productivity: evidence from six Latin American countries. **IDB Working Paper Series**, n. IDB-WP-218, 2010.

DE NEGRI, J. A; KUBOTA, L. C. **Estrutura e Dinâmica do Setor de Serviços no Brasil**. Brasília: Ipea, 2006.

DREJER, I. Identifying innovation in surveys of services: a schumpeterian perspective. **Research Policy**, n. 33, p. 551-562, 2004.

EVANGELISTA, R.; SIRILLI, G.; SMITH, K. Measuring innovation in services. **Idea Paper**, Oslo, n. 6, 1998.

FREIRE, C. T. Um estudo sobre os serviços intensivos em conhecimento no Brasil. In: DE NEGRI, J. A; KUBOTA, L. C. **Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil**. Brasília: Ipea, 2006.

GALLOUJ, F.; WEINSTEIN, O. Innovation in services. **Research Policy**, North-Holland, n. 26, p. 537-556, 1997.

GALLOUJ, F.; WINDRUM, P. Services and services innovation. **Journal of Evolutionary Economics,** n. 19, p. 141-148, 2009.

GRIFFITH, R. *et al.* Innovation and productivity across four european countries. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 22, n. 4, p. 483-498, 2006.

HERTOG, den P. Knowledge-intensive business services as co-producers of innovation. **International Journal of Innovation Management**, v. 4, n. 4, p. 491-528, 2000.

HOWELLS, J. Innovation & services: new conceptual frameworks. **CRIC Discussion Paper**, 38, Aug. 2000.

HULTEN, C. R.; HAO, J. The role of intangible capital in the transformation and growth of the chinese economy. [S.l.]: University of Maryland, 2011. Mimeographed Document.

KUBOTA, L. C. A inovação tecnológica das firmas de serviços no Brasil. In: DE NEGRI, J. A; KUBOTA, L. C. **Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil.** Brasília: Ipea, 2006.

_____. As KIBS e a inovação tecnológica das firmas de serviços. **Economia e Sociedade,** Campinas, v. 18, n. 2(36), p. 349-369, ago. 2009.

MAIRESSE, J. P.; ROBIN, S. **Innovation and productivity**: a firm-level analysis for French Manufacturing and Services using CIS3 and CIS4 data (1998-2000 and 2002-2004). [S.l.]: Crest – Ensae, 2009. (Working Paper).

METCALFE, J. S. **Evolutionary economics and creative destruction.** [S.l.]: Routledge, 1998.

MILES, I. **Services innovation**: statistical and conceptual issues. April 1995. Paper prepared for OECD/DSTI and presented at NESTI workshop. DSTI/EAS/STP/NESTI, v. 95, n. 23, 1995.

OCDE – Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **The OECD Jobs Strategy**: technology, productivity and job creation. Paris: OECD. 1996. v. 1.

_____. **Oslo manual**: guidelines for collecting and interpreting innovation data. 3rd ed. Paris: OECD, 2005.

PAVITT, K. Sectoral patterns of technological change: towards a taxonomy and a theory. **Research Policy**, v. 13, n. 6, p. 343-374, 1984.

REVEST, V.; SAPIO, A. Financing technology-based small firms in Europe: what do we know? **Small Business Economics**, n. 39, p. 179-205, 2012.

SAVIGNAC, F. Impact of financial constraints on innovation: what can be learned from a direct measure? **Economics of Innovation and New Technology**, v. 17, n. 6, p. 553-569, 2008.

SEGARRA, A.; GARCIA-QUEVEDO, J.; TERUEL, M. **Financial constraints and the failure of innovation projects**. Documents de Treball de l'IEB. [S.l: S.n], 2013

SUNDBO, J.; GALLOUJ, F. **Innovation in services**. SI4S Oslo: STEP Group, 1998. (Synthesis Papers).

WINDRUM, P. Services innovation. In: HANUSCHAND, H.; PYKA A. (Ed.). **The Edward Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics**. Cheltenham: Edward Elgar, 2007.

APÊNDICE
RESULTADOS COMPLETOS DAS REGRESSÕES

TABELA 11
Resultados completos da especificação de *benchmark*

	Esforço (Heckman)		Inovação (Probit)	Produtiv. (MQO)
	D	E	I	P
FP (*Dummy* de financiamento público)	0,74**	1,98**	-	-
Ê (Esforço de inovação – Predito)	-	-	0,97***	-
Î (*Dummy* de inovação – Predita)	-	-	-	0,28***
PO (Logaritmo do pessoal ocupado)	-0,06	-	-0,04	0,04
FC_{t-1} (Fluxo de caixa livre em 2010)	0,03	0,18	-	-
MS (*Market share*)	-0,03	-1,54	-	-
PM (Principal mercado = 1 regional)	0,34***	-0,60***	1,20***	-
PM (Principal mercado = 1 nacional)	0,35	-1,57**	2,29***	-
OC (Origem do capital = 1 estrangeiro)	0,07	-0,56	0,14	-
OC (Origem do capital = 1 misto)	0,51	-0,49	1,06***	-
E_{t-3} (Esforço de inovação em 2008)	-	-	0,01	-
K (Logaritmo do estoque de capital)	-	-	-	0,17***
H (Formação média dos empregados)	-	-	-	0,34***
NT (Inovação não tecnológica)	-	-	-	-0,13
CP (Cooperação)	8 categorias	8 categorias	8 categorias	8 categorias
DP (*Demand pull*)	5 categorias	5 categorias	5 categorias	5 categorias
TP (*Technology push*)	7 categorias	7 categorias	7 categorias	7 categorias
Tamanho da amostra	957		471	471
Observações censuradas	525		-	-
Rho	-0,56		-	-
Wald P-valor (Eq. independentes)	0,11		-	-

Elaboração do autores.
Notas: *** Significante a 1%; ** significante a 5%; erros-padrão ajustados para onze *clusters* de CNAE.

TABELA 12
Resultados completos da especificação 2

	Esforço (Heckman)		Inovação (Biprobit)		Produtiv. (MQO)
	D	E	I_{Prod}	I_{Proc}	P
$FP_{P\&D}$ (Financ. Público – P&D)	0,33	1,43***	-	-	-
FP_{Outros} (Financ. Público – Outros)	0,71**	1,93**	-	-	-
Ê (Esforço de inovação – Predito)	-	-	0,23***	0,51	-
$\hat{I}_{Prod}$ (Inovação de produto – Predito)	-	-	-	-	0,26*
$\hat{I}_{Proc}$ (Inovação de processo – Predito)	-	-	-	-	0,06
PO (Logaritmo do pessoal ocupado)	-0,06	-	0,05**	-0,01	0,05
FC_{t-1} (Fluxo de caixa livre em 2010)	0,03	0,19**	-	-	-
MS (Market share)	0,05	-1,64	-	-	-
PM (Principal mercado = 1 regional)	0,33***	-0,60***	0,65***	0,44	-
PM (Principal mercado = 1 nacional)	0,35	-1,52**	1,00***	0,91	-
OC (Origem do capital = 1 estrang.)	0,06	-0,57	-0,06	-0,09	-
OC (Origem do capital = 1 misto)	0,50	-0,52	0,45***	0,45	-
E_{t-3} (Esforço de inovação em 2008)	-	-	0,01***	0,00	-
K (Logaritmo do estoque de capital)	-	-	-	-	0,17***
H (Formação média dos empregados)	-	-	-	-	0,33***
NT (Inovação não tecnológica)	-	-	-	-	-0,14
CP (Cooperação)	8 categorias		8 categorias		8 categorias
DP (*Demand pull*)	5 categorias		5 categorias		5 categorias
TP (*Technology push*)	7 categorias		7 categorias		7 categorias
Tamanho da amostra	957		471		471
Observações censuradas	525		-		-
Rho	-0,59		0,47		-
Wald P-valor (Eq. independentes)	0,06		0,00		-

Elaboração do autores.
Notas: *** Significante a 1%; ** significante a 5%; * significante a 10%; erros-padrão ajustados para onze *clusters* de CNAE.

CAPÍTULO 12

PRODUTIVIDADE, INOVAÇÃO E PODER DE MERCADO NA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE TRANSFORMAÇÃO*

Gílson Geraldino Silva Jr.**
José Maria da Silveira***
Julia Paranhos****
Lia Hasenclever*****
Rogério Boueri Miranda******

1 INTRODUÇÃO

A produtividade é fundamental para a competitividade das empresas. Inovação geralmente impacta positivamente na produtividade. E o poder de mercado, particularmente oriundo de estrutura de mercado e do uso de mecanismos de apropriabilidade como patentes e marcas, pode induzir as firmas à acomodação, uma vez que as ineficiências podem ser repassadas para outros setores da economia. No caso da indústria brasileira de transformação, a baixa produtividade é um problema crônico, conforme apontam vários estudos empíricos, como Hay (1997), Ferreira e Rossi Jr. (2001), Muendler (2004), Ferreira, Ellery Jr. e Gomes (2008); e mais recentemente Ellery Jr. (2014), Bonelli (2014) e Mation (2014), cujos detalhes estão na seção "estudos realizados para o Brasil".

Neste artigo analisamos a relação entre produtividade, inovação e poder de mercado na indústria brasileira a partir de microdados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e da Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec), edições 2003, 2005 e 2008. Nossos resultados também indicam baixa produtividade na indústria. E também ausência de relação sistemática entre produtividade, inovação e poder de mercado entre as firmas da indústria brasileira de transformação.

* Agradecemos a Glaucia Ferreira e a Leandro Justino Pereira Veloso pela assistência com os bancos de dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e da Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec). Eventuais erros ou imprecisões são de responsabilidade dos autores.

** Departamento de Economia e Relações Internacionais da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Autor correspondente: gilsongsj@gmail.com.
*** Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp).
**** Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
***** Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).
****** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

Esta baixa *performanc*e da indústria poderia ser influenciada por setores pouco produtivos e pouco inovadores. Assim, seria pertinente um passo adicional. Poderíamos analisar todos os setores e tentar identificar os que estão acima ou abaixo da média da indústria. Ou poderíamos analisar um setor *a priori* muito produtivo e muito inovador – caso da indústria química, particularmente nos Estados Unidos (EUA) e Europa, conforme detalhamos na seção "o debate sobre o tema". Optamos pela segunda alternativa e deixamos a primeira como agenda futura. Infelizmente, os resultados para indústria química brasileira não diferem substancialmente dos resultados para toda indústria de transformação.

As estatísticas descritivas do painel desbalanceado de cerca de 15 mil empresas da indústria de transformação no período entre 2003 e 2008 mostram que P&D interno (9,6%) aparece numa proporção maior que P&D contínuo (5,54%) e que P&D externo (2,63%), que há mais inovação em produto (33%) que em processo (24%), que as empresas usam mais marcas (27%) que patentes (6%) como mecanismos de apropriabilidade, e 37% usam um mix destes mecanismos. Por fim, a parcela de mercado média é baixa, 0,004. Já as regressões indicam relação positiva e significativa apenas entre produtividade com retornos constantes de escala e P&D interno. E, de maneira geral, relação negativa entre parcela de mercado e produtividade, sugerindo que firmas menores têm produtividade maior. O uso de mecanismos de apropriabilidade não se revelou correlacionado com produtividade.

Já para indústria química, as estatísticas descritivas do painel desbalanceado de cerca de 1.500 empresas mostram que há mais P&D interno (30%) que externo (5%), que há mais P&D interno que contínuo (18%), que há mais inovação em produto (44%) que em processo (38%), que as empresas usam mais marcas (40%) que patentes (11%) como mecanismos de apropriabilidade, e que 54% usam um mix destes mecanismos. Por fim, a parcela de mercado média é baixa, 0,006, sugerindo baixa concentração. Já as regressões indicam relação positiva e significativa apenas entre produtividade com retornos constantes de escala e P&D interno, e produtividade com retornos constantes de escala e P&D contínuo. Mas de maneira geral as regressões sugerem que não há relação entre produtividade, inovação e parcela de mercado nos termos aqui propostos, independente de considerar a produtividade estimada com retornos constantes ou variáveis de escala.

Estes resultados indicam que a indústria química inova mais, usa mais mecanismos de apropriabilidade, tem parcela de mercado e produtividade médias maiores que a média da indústria de transformação. Mas ambas estão aquém do ótimo da produtividade e são pouco concentradas. Indicam também que a ausência de efeito da inovação sobre produtividade não é meramente setorial, mas generalizado para toda a indústria de transformação. Os padrões de P&D e de inovação captados sugerem esforço meramente adaptativo para atender ao

perfil do consumidor doméstico e exigências regulatórias. De uma maneira geral, os resultados que encontramos estão consoantes com outros estudos, conforme apontamos na seção "o debate sobre o tema".

Vale destacar que a metodologia desse estudo, de enfoque microeconômico, tem algumas peculiaridades: *i*) a produtividade é estimada por firma, utilizando a técnica *Data Envelopment Analysis* (DEA), admitindo retornos constantes e crescentes de escala. Esta técnica é apontada como uma alternativa metodológica à tradicional produtividade total dos fatores (PTF) há bastante tempo (Nadiri, 1970), mas pouco utilizada, em grande medida, por restrições técnicas; *ii*) além disso, este artigo analisa conjuntamente os efeitos de inovação e poder de mercado na produtividade; *iii*) considera a decomposição da P&D e da inovação, e não seus agregados; *iv*) estabelece a indústria brasileira de transformação como *benchmark* e compara as evidências encontradas para a indústria química com as evidências encontradas para toda a indústria.

Além desta introdução e da conclusão, o artigo está dividido em três seções. Na seção 2 é apresentado o debate sobre o tema inovação e produtividade e a evidência empírica disponível sobre o assunto. Na seção 3, descreve-se a metodologia utilizada: dados e variáveis do estudo, perfil da amostra e método de análise. Em seguida, na quarta seção 4, os resultados das regressões e sua discussão à luz da literatura resenhada na primeira seção. Adicionalmente foram apensos dois apêndices: um com regressões adicionais, outro com detalhes metodológicos da estimação da produtividade.

2 O DEBATE SOBRE O TEMA

O objetivo desta seção é contextualizar a hipótese do estudo no debate sobre produtividade e seus determinantes, particularmente inovação e poder de mercado. Produtividade é um tema que faz parte da agenda de pesquisa de várias áreas da economia, como macroeconomia, organização industrial, mercado de trabalho e comércio internacional. Uma seleção de evidências recentes feita por Syverson (2010) aponta grande diversidade de resultados sobre determinantes da produtividade. Isto não é exatamente uma surpresa e estes resultados diversos podem ser creditados ao uso de bases de dados nem sempre comparáveis em metodologia e estrutura (algumas são apenas corte transversal, outras são painel e, às vezes, séries temporais), de regressões com controles diferentes, para vários países e setores com características estruturais distintas, e em momentos diferentes do tempo.

Intuitivamente produtividade pode ser caracterizada como eficiência na produção, ou seja, quanto de produto é obtido a partir de um conjunto de insumos. Sob este ponto de vista, poderíamos pensar em uma razão insumo/produto como medida. Syverson (2010) lembra que, tecnicamente, a questão é mais complexa.

É importante considerar as peculiaridades dos fatores de produção e a maneira de medir insumo e produto.

Com relação ao produto, as empresas, geralmente, produzem mais de um bem, o que requer os microdados de produção, nem sempre disponíveis. O faturamento das empresas é uma *proxy* para produto amplamente utilizada, mas se as diferenças de qualidade dos produtos são amplamente refletidas nos preços, as variações de preço podem refletir diferença de poder de mercado em relação a um produto específico, e os níveis de produtividade auferidos captariam não somente eficiência produtiva.

Com relação aos insumos, também há vários senões. Trabalho pode ser medido pelo número de empregados, horas trabalhadas ou salários pagos, que supostamente captam a heterogeneidade do produto marginal do trabalho. Capital pode ser medido pelo valor do estoque de capital, tradicionalmente estimado pelo método do inventário perpétuo, que sempre tem alguma hipótese sobre depreciação.

Senões à parte, a produtividade total dos fatores (PTF) é a maneira mais difundida de medir a produtividade. De maneira bem simples, a PTF é uma variável que capta os efeitos no produto total de outros fatores além do capital e trabalho. Se todos os fatores forem considerados, então a PTF captaria dinamismo tecnológico. A PTF não é medida diretamente, mas como um "resíduo", cuja metodologia de cálculo, proposta nos anos 1950, é atribuída a Robert Solow (1957). A estimativa tem como hipótese alguma forma funcional, tradicionalmente a proposta por Cobb e Douglas em 1928. Nadiri (1970) resume bem os prós e contras do uso da PTF, incluindo estimativas com formas funcionais diversas.

Este "resíduo", porém, é objeto de várias ressalvas. Não raro é estimado com funções de produção com hipótese de parâmetros constantes e agregação de insumos heterogêneos; não captaria a natureza da mudança técnica nem os efeitos da difusão tecnológica, da estrutura industrial, da P&D e da inovação e suas decomposições, e os efeitos da competição intramercado e do comércio internacional sobre produtividade.

Há algum tempo, a literatura registra que, em vez de estimar uma "função de produção média", *o ideal é calcular as fronteiras de produção*, que são o lócus das técnicas mais eficientes.[1] As diferenças entre as firmas podem ser atribuídas aos vários níveis de conhecimento técnico, que inclui P&D e inovação, à competência para maximizar lucro, entre outros fatores além dos preços relativos, como poder de mercado. A despeito disso, há pouco esforço para isolar eficiência técnica. Neste artigo escolhemos esta opção metodológica, como desenvolvido na metodologia.

1. Nadiri (1970), p. 1156, observação (5).

2.1 Produtividade, P&D e inovação

A relação entre produtividade e P&D é um tema importante, que foi pioneiramente explorado por Ziv Griliches nos anos 1980, mas que está pouco presente nos artigos mais recentes. Uma possível explicação para a redução do interesse por este tema é o deslocamento da discussão do *input* da inovação para os determinantes do *output* da inovação em si e suas decomposições.

Griliches (1980) verificou se a queda no crescimento da produtividade pode ser explicada, total ou parcialmente, pela queda na taxa de crescimento real dos gastos com P&D. A resposta foi "provavelmente não", em boa medida porque o conjunto de informações disponíveis era frágil. A análise foi feita a partir de informações para 39 setores da indústria de transformação americana, agregados em dois ou três dígitos, para o período 1959-1977. Ele investigou a relação entre produtividade, capital físico e gastos com P&D com um conjunto de dados que foi considerado pelo próprio autor como problemático e cujos resultados não permitiram interpretação clara.

Um pouco depois, Griliches (1988) retoma o tema e analisa a relação entre produtividade e P&D por firma, mas novamente se depara com um conjunto de dados com muitas restrições, de sigilo em particular. A ideia era verificar a contribuição do gasto em P&D privado das empresas para as respectivas produtividades, usando as diferenças observáveis tanto em nível quanto nas taxas de crescimentos destas variáveis naquelas firmas. Montou um painel com 133 empresas e informações referentes ao período 1966-1977. Apesar das limitações, detectou que a elasticidade da P&D em relação ao capital físico é de 0,6, tanto na dimensão temporal quanto transversal.

Outros estudos sobre produtividade e P&D semelhantes aos feitos por Griliches para os EUA não encontraram resultados muito diferentes. Entre eles destacamos Griliches e Mairesse (1991), que comparam a relação ente produtividade e P&D para os EUA e Japão; Cuneo e Mairesse (1984) e Hall e Mairesse (1992), para a França; e Wang e Tsai (2004), para Taiwan. Mairesse e Sassenou (*Op. cit.*) resumiram os resultados obtidos nos anos 1980, por meio de estudos também utilizando a metodologia de Griliches, e concluíram que os diversos trabalhos mostram que a elasticidade do P&D com relação ao capital físico é baixa.

Hoje é possível entender melhor a relação entre P&D e produtividade, pois podemos estimar a produtividade por firma de formas outras que usando a PTF, e temos medidas qualitativas de P&D e suas decomposições. E isto é parte do que foi feito neste artigo, como desenvolvido na metodologia.

A partir de meados dos anos 1980, o tema que relaciona produtividade e P&D perde espaço para o tema produtividade e inovação. Baily e Chakrabarti

(1985), por exemplo, tentam entender qual a influência da inovação na produtividade na indústria química e têxtil dos EUA, e em que medida mudanças no ritmo e nas características da inovação contribuíram para diminuição do crescimento da produtividade desde o início dos anos 1970. Afirmam que muito do que se observou sobre crescimento da produtividade do trabalho nos EUA por 20 anos (1950-1970) pode ser atribuído diretamente à mudança técnica, e não à acumulação do capital. A diminuição do ritmo de crescimento da produtividade nos anos seguintes passa a ser, naturalmente, associada à redução do ritmo de mudança tecnológica. E as evidências[2] por eles obtidas para aqueles dois setores da economia americana entre 1967 e 1982 confirmam a suspeita: há relação positiva entre inovação e produtividade.

Desde Baily e Chakrabarti (1985) há quantidade substancial de estudos relacionando inovação e produtividade. Hall (2011) faz uma síntese destes trabalhos e pergunta: o que sabemos a respeito da relação entre estas duas variáveis? O resumo da evidência empírica sugere que há impacto positivo da inovação em produto sobre produtividade, mas não é clara a influência de inovação em processo. Em ambos os casos é decisivo considerar a estrutura de mercado na análise. Além disso, apontam dois canais que explicam por que mais inovação pode estar associada a mais produtividade. Por um lado, as firmas estabelecidas podem aumentar eficiência e melhorar os bens e serviços que oferecem, reduzindo custos de produção e aumentando a demanda. Por outro, firmas inovadoras tendem a crescer mais que outras, e novas entrantes com melhores produtos para oferecer têm mais chance de desbancar as firmas estabelecidas ineficientes, com um concomitante aumento nos níveis da produtividade agregada. Em ambos os casos, a relação entre inovação e produtividade será fortemente influenciada pelo ambiente institucional e macroeconômico no qual a firma opera, o que explica as substanciais diferenças de nível e correlação entre estas duas variáveis nos países e setores.

2.2 Produtividade, poder de mercado e apropriabilidade

A relação entre produtividade e poder de mercado também é um tema importante, porém com pouca evidência empírica, em grande medida por restrição de acesso a dados que permitam obter estimativas confiáveis. Mas os poucos estudos recentes são bem esclarecedores.

A partir de um painel microdados anuais de estabelecimentos da indústria de transformação norueguesa entre 1980 e 1990, Klette (1999) apresenta evidência

2. As informações sobre inovação em produto e processo para o estudo de Baily e Chakrabarti (1985) foram obtidas de uma maneira peculiar. Seus assistentes pesquisaram os registros em periódicos especializados. Na indústria química, os periódicos foram Chemical Engineering, Chemical Engineering Progress, Chemical Engineering News, and Chemical Week; e na indústria têxtil, Textile World, Textile Industries, American Dyestuff Reporter, Textiles Colors and Chemicals, and America's Textile Reporter. Acharam, para ambos os setores, entre 1967 e 1982, 574 registros de inovação em processo e 2773 registros de inovação em produto.

econométrica de que as firmas com maior poder de mercado tendem a ser as menos produtivas, sugerindo que a ausência de competição cria não somente ineficiências na precificação, mas também ineficiências produtivas.

Ao analisar a indústria americana de cimento seca rápido, Syverson (2004) apresenta um caso concreto para relação entre produtividade e estrutura de mercado. Analisar um setor específico ajuda a controlar a influência das diferentes tecnologias na heterogeneidade da produtividade. Numa indústria de bens homogêneos é possível, adicionalmente, isolar os efeitos da "substitutibilidade espacial". Sobram como diferencial entre as empresas, basicamente, os efeitos de localização, que se reflete nos custos de transporte. De fato, quando os produtores estão densamente agrupados é mais fácil para os consumidores trocar de fornecedores, o que torna o mercado mais competitivo. Os produtores relativamente mais ineficientes têm mais dificuldade de atuar com lucro. Assim, o aumento da substitutibilidade resulta em níveis mínimos e médios de produtividade maiores e com menor dispersão. A evidência empírica obtida, a partir dos microdados dos censos industriais americanos de 1982, 1987 e 1992, confirma que os mercados com alta densidade da demanda e alta concentração de empresas têm limite inferior da produtividade e produtividade média maiores e exibem menor dispersão de produtividade entre os produtores, de uma certa forma qualificando a relação negativa entre poder de mercado e produtividade encontrada por Klette (1999).

No caso da Itália, temos evidência fornecida por Bottassoa e Sembenellib (2001) para os efeitos do *European Union Single Market Program* (SMP)[3] na produtividade e poder de mercado das firmas italianas. *Mark-up* foi utilizado como *proxy* para poder de mercado. As estimativas obtidas a partir de um painel desbalanceado com dados entre 1982 e 1993 apontam que o SMP teve efeito negativo sobre o poder de mercado e positivo sobre produtividade, certamente como consequência da maior competição criada a partir da redução das barreiras não tarifárias.

Já em relação ao uso de mecanismos de apropriabilidade e sua influência na produtividade, pode-se pensar em uma relação indireta entre apropriabilidade e poder de mercado, ou seja, quanto mais eficazes são os usos destes mecanismos, maior é o poder de mercado. Para entender melhor esta relação, recorremos a Mansfield (1986), Levin *et al.* (1987), Arora (1997) e Cohen, Nelson e Walsh (2000).

Mansfield (1986) mostra que a indústria química americana é um setor inovador e intensivo em patentes. A evidência foi obtida em corte transversal com dados de 1981 a partir de uma amostra de cem empresas em doze setores da indústria de transformação dos EUA: farmacêutico, químico, petróleo, maquinaria,

3. Em 1985 a Comissão da União Europeia apresentou um programa e um cronograma de unificação dos mercados europeus. Cada Estado-membro deveria abolir todas as barreiras não tarifárias para melhorar a circulação de bens, serviços, pessoas e capital até o final de 1992.

produtos de metal, equipamentos elétricos, equipamentos de escritório, veículos motorizados, metais primários, borracha e têxtil.[4]

Para cada empresa, estimou *i*) a proporção de invenções desenvolvidas entre 1981 e 1983, que não teriam sido desenvolvidas se não tivessem obtido proteção das patentes; e *ii*) a proporção de invenções comercialmente inseridas no mercado entre 1981 e 1983, que não teriam sido inseridas se não tivessem obtido proteção das patentes. Os resultados obtidos mostraram que a proteção das patentes foi considerada essencial no desenvolvimento ou inserção de 30% ou mais das invenções nos setores farmacêutico e químico. Em petróleo, maquinaria, produtos de metal, entre 10% e 20%, e não significativa nos outros setores (equipamentos elétricos, equipamentos de escritório, veículos motorizados, metais primários, borracha e têxtil).

Levin *et al.* (*Op. cit.*), ao analisar a apropriação dos ganhos da P&D industrial, fazem várias objeções aos mecanismos de apropriabilidade formais, mas a evidência empírica obtida a partir de um survey com 650 empresas confirma a evidência obtida por Mansfield (*Op. cit.*): a indústria química é intensiva em patentes.

Mais recentemente, Arora (1997) destaca que as estratégias de apropriação e estrutura industrial são interdependentes – consequentemente ambas serão consideradas nas análises deste estudo. O uso de patentes, em particular, e mecanismos de apropriabilidade, em geral, pelas empresas depende da estrutura do setor. No século XIX, os líderes de mercado na indústria química combinavam patentes e segredo industrial para deter a entrada dos concorrentes no setor. Dentro dos cartéis, os acordos sobre licenciamento de patentes eram usados para estabilizá-los e organizar as tecnologias de licenciamento. O papel das patentes, porém, mudou nos mercados menos concentrados pós-Segunda Grande Guerra Europeia. Cresceu o licenciamento, particularmente entre as firmas do setor químico e petroquímico, cujos *key players* usavam o licenciamento como meio de gerar receita a partir da comercialização de ativos inovadores.

Cabe observar que nem todas as invenções são patenteadas. Em alguns casos, as empresas preferem o segredo comercial devido ao rápido progresso técnico e à possível obsolescência antes mesmo do uso das patentes ou porque o avanço tecnológico é muito difícil e caro de copiar, tornando a proteção da patente dispensável (Mansfield, 1986). Assim, não é surpresa que a propensão a patentear varie substancialmente nas dimensões transversal e temporal.

4. A amostra foi obtida a partir da lista de firmas nestes doze setores publicadas na revista *Business Week* de 5 de julho de 1982, que gastaram pelo menos US$ 1 milhão em P&D ou pelo menos 1% das vendas se o faturamento foi acima de US$ 35 milhões. Assim, a amostra tem firmas grandes, no sentido de ter faturamento anual superior a US$ 25 milhões.

As marcas, por seu turno, são parte indissociável das empresas ao longo do século XX. Não há como imaginar uma empresa sem marca. Não raro a inelasticidade da demanda está associada à força da marca. E muitas vezes a marca vira sinônimo do produto, como Gillete e lâminas de barbear, Bombril e palhas de aço, Coca-Cola e refrigerantes, Caloi e bicicleta, para ficar em alguns exemplos bem conhecidos. E só há propaganda porque há marca para ser divulgada. Neste diapasão, Cohen, Nelson e Walsh (2000) consideram racional usar mix de mecanismos de apropriabilidade, conforme evidência obtida a partir de um *survey* envolvendo 1478 laboratórios de P&D na indústria de transformação americana em 1994.

2.3 Estudos realizados para o Brasil

Entre os estudos sobre produtividade para a economia brasileira, destacamos Hay (1997), Ferreira e Rossi Jr. (2001), Muendler (2004), Ferreira, Ellery Jr. e Gomes (2008), Ellery Jr. (2014), Bonelli (2014) e Mation (2014).

Ao analisar os efeitos da liberalização comercial brasileira nos anos 1990 sobre a produtividade total dos fatores (PTF), parcela de mercado e lucros considerando um painel de dados com 349 grandes empresas da indústria de transformação no período 1986-1994, Hay (1997) detectou que houve aumento de produtividade e redução das parcelas de mercado e margens de lucro. O choque de liberalização comercial reduziu as margens de lucro tal que as empresas foram estimuladas a aumentar substancialmente a produtividade. Ferreira e Rossi Jr. (2001), por seu turno, apresentam evidências de efeito positivo da substancial redução das barreiras ao comércio internacional no crescimento da produtividade usando dados de dezesseis setores da indústria de transformação para o período 1988-1990. Ao deixar de ser uma das economias mais fechadas do mundo, a produtividade total dos fatores cresceu em média 3% ao ano (a.a.) e a produtividade do trabalho, em média, mais de 5%.

Já Muendler (2004) também considera os efeitos da liberalização comercial sobre produtividade das empresas da indústria de transformação. Destaca os avanços na abertura entre 1990 e 1993 e sua reversão parcial em 1995. A evidência obtida sugere que a competição externa estimulou as empresas brasileiras a aumentar a produtividade e que insumos importados têm um efeito menor nas mudanças desta variável. Por fim, Ferreira, Ellery Jr. e Gomes (2008) avaliam quanto da queda da PTF agregada entre 1970 e 2000 pode ser explicada por diferentes medidas das variáveis relevantes como a utilização da capacidade, serviços do capital medido a partir do consumo de energia elétrica, capital humano, capital usado na produção etc. Também calculam a produtividade a partir da hipótese de progresso técnico específico aos equipamentos e analisam a PTF em termos relativos, utilizando a PTF americana como norma, dado que este foi o país líder no critério crescimento

econômico no século XX. O principal resultado é que, ao comparar as diversas medidas, percebe-se que a trajetória de queda da produtividade no Brasil é bastante robusta.

Recentemente, os estudos sobre evolução da produtividade no Brasil foram atualizados em coletânea de artigos organizada por De Negri e Cavalcante (2014). Estes trabalhos permitem perceber o comportamento de longo prazo desta variável e em particular entre 2003 e 2008, período equivalente ao das nossas estimativas.

Ellery Jr. (2014) mostra os desafios para o cálculo da produtividade total dos fatores (PTF) para o Brasil e apresenta a PTF calculada de várias maneiras para o período 1970 a 2011. Considerando a PTF deflacionada pelo IGP-DI (gráfico 5, p. 68), a curva é sistematicamente declinante entre 1980 e 1994, salvo pico entre 1985 e 1987, tem forma de U invertido entre 1995 e 2003, com máximo em 1998, e a partir de 2003 uma trajetória de recuperação. Cabe ressaltar que entre 2001 e 2008 a curva tem forma de U com mínimo em 2003. Analisando a PTF ajustada para capital humano (gráfico 12, p. 78), esta também é sistematicamente declinante entre 1980 e 1992, apresenta leve recuperação entre 1993 e 1997, declina sistematicamente entre 1998 e 2003 e volta a ter leve recuperação a partir de 2004. Entre 2001 e 2008 em particular, temos novamente inflexão. Este trecho da curva também tem forma de U com mínimo também em 2003.

Bonelli (2014), analisando séries temporais para o período 1950 e 2014, complementa Ellery Jr. (*Op. cit.*) ao mostrar que a baixa produtividade é uma das explicações para a armadilha do lento crescimento da economia brasileira e que, infelizmente, "existe um nítido colapso da produtividade total dos fatores nos últimos anos" (p. 118). Por fim, Mation (2014) faz comparações internacionais de produtividade e mostra que a produtividade no Brasil cresceu bem menos que na Coreia do Sul, México e China, particularmente após 1980 (gráfico 2, p. 181).

Em suma, os estudos sobre produtividade no Brasil mostram que o efeito da liberalização comercial foi positivo sobre a produtividade das empresas, e os trabalhos mais recentes mostram que: *i*) a produtividade brasileira cresceu aquém da produtividade de outros países; *ii*) há nítido colapso da produtividade total dos fatores nos últimos anos; *iii*) a trajetória da PTF calculada de várias formas é declinante deste a década de 1980, com períodos de recuperação fraca; e *iv*) no intervalo de tempo pertinente ao das edições da Pintec que utilizamos, o trecho da curva tem forma de U com mínimo em 2003.

3 METODOLOGIA

Nesta seção, será apresentada a metodologia do estudo. Ela está dividida em três subseções, conforme a seguir.

3.1 Dados e variáveis do estudo

A evidência empírica aqui obtida para tanto toda indústria de transformação quanto para indústria química utilizou a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) a três dígitos, tomando o cuidado de excluir a indústria farmacêutica, que esteve como subsetor do setor químico até 2007. Filtramos as empresas comuns à PIA e à Pintec nos anos de 2003, 2005 e 2008. Ficamos com um painel desbalanceado com 15.575 firmas da indústria de transformação e outro com 1.502 firmas da indústria química.

A variável central deste estudo é a produtividade por firma, que é estimada de acordo com a metodologia DEA sob a ótica do produto com retornos constantes e variáveis de escala, cujos detalhes estão no apêndice 2. Efetivamente, estimamos o escore de eficiência de Shephard (θ), que, por definição, é sempre maior ou igual a 1. Quando igual a 1, significa que a firma está operando com eficiência relativa máxima, e quanto maior, menos eficiente é a firma. Dados os *inputs*, quanto maior o índice, mais a firma poderia expandir a produção. Por exemplo: se o índice é 1,2, a firma é ineficiente e deveria expandir a produção em 20% para atingir a eficiência relativa máxima. Se o índice é 3, indica que pode expandir a produção em três vezes para atingir a eficiência. Por fim, observe-se que os escores obtidos sob a hipótese de retornos constantes de escala é sempre maior ou igual ao escore calculado sob a premissa de retornos variáveis de escala. Esse fato reflete o maior número de variáveis de escolha no modelo com retornos variáveis, permitindo assim, soluções mais extremas.

As outras variáveis são: *i*) duas fontes de poder de mercado – parcela de mercado e uso de mecanismos de apropriabilidade, patentes de invenção e marcas em particular, típicos da indústria química, ou um mix dos possíveis mecanismos;[5] e *ii*) as decomposições dos *inputs* (P&D interno, externo, e contínuo) e *outputs* (inovação em produto e em processo) da inovação.

A parcela de mercado é a receita líquida de vendas da firma i em relação à receita líquida de vendas total do subsetor j CNAE três dígitos ao qual a firma pertence. Vale lembrar que parcela de mercado capta, ao mesmo tempo, poder de mercado (ainda que aparente), tamanho da firma e concentração (Caves e Porter,

5. A Pintec aponta oito possíveis mecanismos de apropriabilidade: Patente de invenção, Patente de modelo de utilidade, Registro de desenho industrial, Marcas, Direitos de autor, Complexidade no desenho, Segredo industrial e Tempo de liderança sobre os competidores. Consideramos mix de mecanismos de apropriabilidade o uso simultâneo de mais de um de quaisquer destes mecanismos em cada uma das edições da Pintec.

1978; Schmalensee, 1989; Resende e Boff, 2002). Considera-se parcela de mercado como indicador de tamanho da firma e poder de mercado.

Analisar a decomposição da inovação e P&D ao invés da totalidade é importante porque permite detectar as nuances destas atividades que não são possíveis com a informação agregada. Por um lado, a atividade de P&D requer continuidade e, por outro, há significativa diferença entre atividades internas e externas à empresa. Por fim, a literatura relacionada registra que disponibilidade de dados sempre foi restrição para testar as hipóteses aqui apresentadas separadamente, e mais ainda para testá-las conjuntamente, conforme proposto neste artigo.

3.2 Perfil da amostra: estatísticas descritivas

As tabelas 1A e 1B têm as estatísticas descritivas para as variáveis discretas e contínuas referentes a pouco mais de 15 mil firmas de toda indústria de transformação. Considerando as variáveis contínuas, os indicadores de produtividade por firma com retornos constantes de escala tem média 68.06 e desvio padrão 146.26, também evidenciando significativa dispersão, além de assimetria, haja vista que a mediana, percentil 50, está muito abaixo da média. Destaca-se o percentil 5, que sugere que mesmo as mais eficientes de toda indústria estão aquém da produtividade ótima estimada com retornos constantes de escala. As estimativas com retornos variáveis de escala também diferem apenas em nível, substancialmente abaixo das estimativas com retornos constantes, indicando substancial e sistemática menor eficiência.

Com relação à parcela de mercado, as empresas da indústria de transformação são muito pequenas em média, os percentis indicam que 75% das firmas têm *market share* menor que 0,5% e que apenas 5% têm participação de mercado maior que 4,2%. Em suma, níveis de produtividade e parcela de mercado também baixos para, pelo menos, 75% das empresas desta amostra.

Considerando as variáveis discretas, percebemos que 9,6% das empresas da nossa amostra fazem P&D interno, 2,63% externo e 5,54% contínuo. Cerca de 24% fazem inovação em produto e 33% em processo. Cerca de 27% usam marcas como mecanismo de apropriabilidade, e 6% patentes de invenção. E, para toda indústria de transformação, o uso de mix dos possíveis mecanismos de apropriabilidade (36,67%) é substancialmente superior ao uso das tradicionais marcas e patentes.

As tabelas 1C e 1D têm as estatísticas descritivas para as variáveis discretas e contínuas referentes as 1.502 firmas da indústria química da amostra no período 2003 a 2008. Considerando as variáveis contínuas, os indicadores de produtividade por firma com retornos constantes de escala têm média 3,72 e desvio padrão 4,37, sugerindo significativa dispersão, além de assimetria, haja vista que a mediana, percentil 50, está abaixo da média. Destaca-se a distância em relação ao percentil, que sugere que somente uma pequena parcela das empresas da indústria está próxima

da produtividade ótima estimada com retornos constantes de escala. As estimativas com retornos variáveis de escala diferem apenas em nível, levemente abaixo das estimativas com retornos constantes, indicando sistemática menor eficiência.

Com relação à parcela de mercado, estas são muito pequenas em média, os percentis indicam que 75% das firmas têm *market share* menor que 1% e que apenas 5% têm participação de mercado maior que 7,5%. Em suma, níveis de produtividade e parcela de mercado baixos para pelo menos 75% das empresas desta amostra.

Considerando as variáveis discretas, percebemos que 30,62% das empresas da nossa amostra fazem P&D interno, 5,34% externo, 18,77% contínuo. Cerca de 44% fazem inovação em produto e 38% em processo. Usam mais marcas do que patentes: quase 40% usam marcas como mecanismo de apropriabilidade, e 11% patentes de invenção. De fato, como lembra Mansfield (1986), nem todas as invenções são patenteadas. Em alguns casos as empresas preferem o segredo comercial devido ao rápido progresso técnico e à possível obsolescência antes mesmo de ser possível usar as patentes ou porque o avanço tecnológico é muito difícil e caro de copiar, tornando a proteção da patente dispensável. Este parece ser o caso da indústria química brasileira, que tem 54,13% das empresas usando um mix dos possíveis mecanismos de apropriabilidade – algo perfeitamente racional, conforme apontam Cohen, Nelson e Walsh (2000).

Comparando as estatísticas descritivas da indústria química com as da indústria de transformação, percebemos que a indústria química tem indicadores de produtividade melhores que a indústria e faz mais P&D e inovação em todas as categorias aqui observadas que a indústria de transformação. Mas a proporção de inovação em produto na indústria química é maior que a de inovação em processo, enquanto que em toda indústria é o contrário. Este é um fato peculiar, pois a indústria química é mundialmente conhecida por ser inovadora em processo. Com relação aos mecanismos de apropriabilidade, encontramos o esperado: a química os usa mais que a média de toda a indústria, quer marcas e patentes, quer um mix destes mecanismos, o que está de acordo com Mansfield (1986) e Levin *et al.* (1987). Por fim, a química revela-se mais concentrada que a indústria.

As estatísticas descritivas que caracterizam o perfil da amostra, ainda que apontem grande heterogeneidade entre as empresas e uma enorme distância da fronteira de eficiência e baixa parcela de mercado, porém, não são suficientes para captar relações sistemáticas entre as variáveis produtividade, inovação e poder de mercado, hipótese que será verificada neste artigo pela análise de regressão. A seguir o método utilizado.

TABELA 1A
Estatísticas descritivas – indústria de transformação

VARIÁVEIS DEPENDENTES		
Produtividade com retornos constantes de escala	Média (desvio padrão)	68,06 (146,26)
Produtividade com retornos variáveis de escala	Média (desvio padrão)	24,63 (56,10)
VARIÁVEIS EXPLICATIVAS		
P&D interno	Frequência %	9,6
P&D externo	Frequência %	2,63
P&D contínuo	Frequência %	5,54
Inovação em produto	Frequência %	24,27
Inovação em processo	Frequência %	32,92
Parcela de mercado	Média (desvio padrão)	0,004 (0,024)
Patentes de invenção	Frequência %	6,35
Marcas	Frequência %	27,06
MMA	Frequência %	36,67

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA e da Pintec, edições 2003, 2005 e 2008.

TABELA 1B
Percentis – indústria transformação

	5	25	50	75	95
Produtividade com retornos constantes de escala	5,72	14,07	25,26	51,63	182,04
Produtividade com retornos variáveis de escala	2,16	5,06	8,95	17,16	45,09
Parcela de mercado	0,000051	0,00029	0,00137	0,0056	0,042

Elaboração do autores, a partir de dados da PIA e da Pintec, edições 2003, 2005 e 2008.

TABELA 1C
Estatísticas descritivas – indústria química

VARIÁVEIS DEPENDENTES		
Produtividade com retornos constantes de escala	Média (desvio padrão)	3,72 (4,37)
Produtividade com retornos variáveis de escala	Média (desvio padrão)	2,62 (2,41)
VARIÁVEIS EXPLICATIVAS		
P&D interno	Frequência %	30,62
P&D externo	Frequência %	5,34
P&D contínuo	Frequência %	18,77
Inovação em produto	Frequência %	44,58
Inovação em processo	Frequência %	38,70
Parcela de mercado	Média (desvio padrão)	0,006,(0,0261)
Patentes de invenção	Frequência %	11,26
Marcas	Frequência %	39,55
MMA	Frequência %	54,13

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA e da Pintec, edições 2003, 2005 e 2008.

TABELA 1D
Percentis – indústria química

	5	25	50	75	95
Produtividade com retornos constantes de escala	1	1,88	2,80	4,20	8,84
Produtividade com retornos variáveis de escala	1	1,28	1,84	2,75	6,20
Parcela de mercado	0,0000678	0,000557	0,0022	0,0109	0,0756

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA e da Pintec, edições 2003, 2005 e 2008.

3.3 Método utilizado para as regressões

As regressões em painel com efeitos fixos por firma com parâmetros β estimados por mínimos quadrados ordinários têm a seguinte forma:

$$PROD_{kitj} = \beta_0 + \beta_1 INOVA_{litj} + \beta_2 PM_{itj} + \beta_3 PM^2_{itj} + \beta_4 PAT_{it} + \beta_5 MARCA_{it} + \beta_6 PAT_{it} * PM_{itj} + \beta_7 MARCA_{it} * PM_{itj} + EF_{it} + \varepsilon_{it}$$

$PROD_{kitj}$ é a variável dependente contínua e indica a produtividade tipo k, da firma i, no período t, no subsetor j. Entre as variáveis explicativas, $INOVA_{litj}$ indica a inovação tipo l, da firma i, no período t, no subsetor j. PM_{itj} indica a parcela de mercado da firma i, no período t, no subsetor j e PM^2_{itj}, seu quadrado, que permite verificar se há não linearidade entre produtividade e *market share*, em U ou em U invertido. PAT_{it} e $MARCA_{it}$ indicam, respectivamente, o uso de patentes de invenção e marcas pela firma i no ano t. As interações entre mecanismos de apropriabilidade e parcela de mercado $PAT_{it} * PM_{itj}$ e $MARCA_{it} * PM_{itj}$ captam se o uso de mecanismo de apropriabilidade aumenta o efeito da parcela de mercado. EF_{it} são os efeitos fixos da firma i no ano t e supostamente captam as características não observáveis destas empresas, e ε_{it} é o termo erro da regressão, com as hipóteses padrão de normalidade com média zero e variância finita.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As tabelas 2A e 2B trazem os resultados das regressões para toda indústria. Os resultados indicam apenas relação positiva e significativa entre produtividade com retornos constantes de escala e P&D interno. De maneira geral, as regressões sugerem que há relação negativa entre produtividade e parcela de mercado nos termos aqui propostos, independente de considerar a produtividade estimada com retornos constantes ou variáveis de escala. Ou seja, quanto maior a parcela de mercado, menor a produtividade. Interpretando parcela de mercado como tamanho da empresa, o sinal sistematicamente negativo e significativo sugere que quanto menor o tamanho da firma, mais produtiva ela tende a ser. Interpretando parcela de mercado como poder de mercado, os resultados indicam que quanto menos

poder de mercado a empresa tem, mais produtiva ela tende a ser. Este resultado está de acordo com a evidência que Klette (1999) encontrou para Noruega.

Seguindo Cohen, Nelson e Walsh (2000), consideramos a possibilidade de as firmas da indústria química usarem mix de todos os possíveis mecanismos de apropriabilidade ao invés de somente as tradicionais marcas e patentes. Constata-se que também não há diferença de regularidade empírica, como pode ser visto nas tabelas 3A e 3B do Apêndice 1.

As tabelas 2C e 2D trazem os resultados das regressões para a indústria química. O sinal e significância dos parâmetros indicam apenas relação positiva e significativa entre produtividade com retornos constantes de escala e P&D interno, e produtividade com retornos constantes de escala e P&D contínuo. Mas, de maneira geral, as regressões sugerem que não há relação entre produtividade, inovação e parcela de mercado nos termos aqui propostos, independente de considerar a produtividade estimada com retornos constantes ou variáveis de escala.

Também seguindo Cohen, Nelson e Walsh (2000), consideramos a possibilidade de as firmas da indústria química usarem mix de todos os possíveis mecanismos de apropriabilidade em vez de somente as tradicionais marcas e patentes. Constatamos que não há diferença de regularidade empírica, como pode ser visto nas tabelas 3C e 3D do Apêndice 1.

Em suma, as evidências econométricas indicam: *i*) empresas muito aquém da eficiência, sendo a indústria química, em média, menos ineficiente que a média da indústria de transformação; *ii*) ausência de relação sistemática entre inovação e produtividade tanto na indústria química quanto em toda a indústria de transformação; e *iii*) em relação à parcela de mercado, firmas menores estão associadas a maiores níveis de produtividade para a média da indústria de transformação, mas não para indústria química em particular. Este último resultado indica que a escala é um fator relevante para a indústria química se aproximar da fronteira de eficiência provavelmente devido a sua intensividade de capital fixo e indivisibilidade de suas plantas produtivas.

TABELA 2A
Produtividade com retornos constantes de escala – indústria transformação

		P&D interno	P&D externo	P&D contínuo	Inovação produto	Inovação processo
β_0	CONSTANTE	42,14*	43,68*	44,94***	44,39*	42,80*
β_1	P&D/ INOVAÇÃO	5,46**	2,45	-4,65***	-0,86	1,43
β_2	PM	-115,23***	-110,2***	-108,83*	-109,57***	-110,38***
β_3	PM^2	222,22*	216,77**	215,10**	216,02**	217,04**
β_4	PATENTES	5,67***	5,53***	5,63***	5,70***	5,61***
β_5	MARCAS	3,97***	4,16***	4,50**	4,32***	4,22***
β_6	PAT*PM	-31,84	-31,88	-32,21	-32,79	-32,06
β_7	MARCA*PM	-20,75	-20,60	-18,58	-19,54	-19,60
	R^2 intra grupo	0,0038	0,0029	0,0034	0,0028	0,0028
	R^2 entre grupo	0,0001	0,0008	0,0028	0,0014	0,0011
	R^2 total	0,0005	0,0019	0,0049	0,0028	0,0024
	Prob F	0,0097	0,0458	0,0184	0,0569	0,0528

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA e da Pintec, edições 2003, 2005 e 2008.
Notas: *,**,*** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5%, 10%.
Obs.: Todas as regressões têm 15.576 observações.

TABELA 2B
Produtividade com retornos variáveis de escala – indústria transformação

		P&D interno	P&D externo	P&D contínuo	Inovação produto	Inovação processo
β_0	CONSTANTE	12,05*	11,96*	11,92*	12,21*	11,97*
β_1	P&D/ INOVAÇÃO	-0,33	-0,24	0,12	-0,47**	0,028
β_2	PM	-29,60*	-29,92*	-29,97*	-29,87*	-29,93*
β_3	PM^2	34,05*	34,36*	34,43*	34,17*	34,38*
β_4	PATENTES	-41,47	-0,40	-0,41	-0,38	-0,41
β_5	MARCAS	-26,52	-0,27	-0,28	-0,24	-0,28
β_6	PAT*PM	2,41	2,38	2,45	2,38	2,44
β_7	MARCA*PM	1,72	1,75	1,63	1,77	1,66
	R^2 intra grupo	0,0057	0,0055	0,0053	0,0063	0,0053
	R^2 entre grupo	0,0444	0,0400	0,0363	0,0362	0,0387
	R^2 total	0,0529	0,0475	0,0431	0,0464	0,0459
	Prob F	0,0002	0,0004	0,0005	0,0001	0,0005

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA e da Pintec, edições 2003, 2005 e 2008.
Notas: *,**,*** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5%, 10%.
Obs.: Todas as regressões têm 15.576 observações.

TABELA 2C
Produtividade com retornos constantes de escala – indústria química

		P&D interno	P&D externo	P&D contínuo	Inovação produto	Inovação processo
β_0	CONSTANTE	2,98*	3,42*	3,20*	3,24*	3,31*
β_1	P&D/ INOVAÇÃO	0,72*	0,25	0,49***	0,24	0,17
β_2	PM	5,78	4,62	4,95	5,84	5,38
β_3	PM^2	-7,32	-7,69	-7,48	-8,27	-7,71
β_4	PATENTES	-0,21	-0,28	-0,23	-0,24	-2,71
β_5	MARCAS	-0,11	0,147	-0,12	-0,13	-0,12
β_6	PAT*PM	0,015	0,33	0,0189	0,14	0,23
β_7	MARCA*PM	1,52	2,70	2,51	2,18	2,27
	R^2 intra grupo	0,0253	0,0076	0,0151	0,0070	0,0067
	R^2 entre grupo	0,0017	0,0052	0,0088	0,0130	0,0129
	R^2 total	0,0025	0,0084	0,0084	0,0127	0,0140
	Prob F	0,257	0,9153	0,6245	0,93	0,9394

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA e da Pintec, edições 2003, 2005 e 2008.
Notas: *,**,*** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5%, 10%.
Obs.: Todas as regressões têm 1502 observações.

TABELA 2D
Produtividade com retornos variáveis de escala – indústria química

		P&D interno	P&D externo	P&D contínuo	Inovação produto	Inovação processo
β_0	CONSTANTE	2,24*	2,23*	2,21*	2,30*	2,18*
β_1	P&D/ INOVAÇÃO	-0,006	0,044	0,048	-0,085	0,077
β_2	PM	-3,81	-3,93	-3,84	-3,99	-3,78
β_3	PM^2	5,81	5,88	5,87	5,87	5,99
β_4	PATENTES	0,21	0,20	0,21	0,20	0,20
β_5	MARCAS	-0,032	-0,035	-0,03	-0,03	-0,03
β_6	PAT*PM	-1,32	1,30	-1,34	-1,31	-1,31
β_7	MARCA*PM	0,025	0,058	0,021	0,12	-0,07
	R^2 intra grupo	0,0074	0,0078	0,0079	0,0085	0,0088
	R^2 entre grupo	0,0274	0,0255	0,0174	0,0358	0,0197
	R^2 total	0,0419	0,0398	0,0316	0,0487	0,0347
	Prob F	0,9195	0,9098	0,9071	0,8874	0,8758

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA e da Pintec, edições 2003, 2005 e 2008.
Notas: *,**,*** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5%, 10%.
Obs.: Todas as regressões têm 1502 observações.

5 CONCLUSÕES

Analisamos empiricamente a relação entre produtividade, inovação e estrutura de mercado nas empresas da indústria química brasileira. Estimamos a produtividade por firma via DEA com retornos constantes e crescentes de escala. Consideremos as decomposições dos *inputs* (P&D interno, externo, contínuo e ocasional) e dos *outputs* (inovação em produto e em processo) da inovação; e parcela de mercado, mecanismos de apropriabilidade, patentes e marcas em particular, como potencial fonte de poder de mercado. As variáveis foram construídas a partir de informações das firmas comuns à PIA e à Pintec nos anos de 2003, 2005 e 2008, constituindo um painel desbalanceado com 1.502 empresas. Já para toda indústria de transformação, filtros semelhantes geraram uma amostra de 15.575 empresas.

O conjunto de estatísticas descritivas mostra que a indústria química tem indicadores de produtividade melhores que a indústria e faz mais P&D e inovação em todas as categorias aqui observadas que a indústria de transformação. Mas a proporção de inovação em produto na indústria química é maior que a de inovação em processo, enquanto que em toda indústria é o contrário. Este é um fato peculiar, pois a indústria química é mundialmente conhecida por ser inovadora em processo. Com relação aos mecanismos de apropriabilidade, encontramos o esperado: a química os usa mais que a média de toda a indústria, quer marcas e patentes, quer um mix destes mecanismos. Por fim, a química revela-se mais concentrada que a indústria.

O conjunto de evidências econométricas indica empresas muito aquém da eficiência, sendo a indústria química, em média, menos ineficiente que a média da indústria da transformação; ausência de relação sistemática entre inovação e produtividade tanto na indústria química quanto em toda a indústria de transformação. Em relação à parcela de mercado, firmas menores estão associadas a maiores níveis de produtividade para média da indústria de transformação, mas não para indústria química em particular.

A ausência de relação entre as várias dimensões da inovação e produtividade indicam esforço inovativo meramente adaptativo para atender ao perfil do consumidor doméstico e às exigências regulatórias, mas insuficiente para aumentar a eficiência das empresas da indústria de transformação e da química em particular.

Informações de outras fontes sugerem que a baixa produtividade e os padrões de inovação insuficientes para ampliá-la, tanto na indústria química quanto em toda indústria de transformação, podem ser atribuídos: *i*) a um ambiente de negócios que nos últimos 10 anos está estagnado ou deteriorando em relação ao resto do mundo, como indica Mation (2014); *ii*) ao fato de o último choque exógeno que impactou na produtividade das empresas da indústria de transformação (a liberalização comercial dos anos 1990) ter sido transitório, e não permanente; e *iii*) há nítido colapso da produtividade total dos fatores nos últimos anos, como conclui Bonelli (2014).

Entre possíveis estudos futuros motivados pelas evidências aqui encontradas apontamos: *i*) verificar o perfil tecnológico das importações e exportações da indústria química brasileira e de toda indústria de transformação. *A priori*, as importações teriam perfil tecnológico superior às exportações; *ii*) verificar os padrões de produtividade, inovação e poder de mercado das firmas exportadoras e importadoras da indústria química brasileira e de toda indústria de transformação. A literatura registra que as firmas exportadoras, por se exporem à competição com o resto do mundo, são mais produtivas e mais inovadoras que as importadoras; e *iii*) verificar os padrões de produtividade, inovação, poder de mercado e comércio exterior para outros setores da indústria de transformação e detectar aqueles que estão acima ou abaixo da média da indústria.

REFERÊNCIAS

ARORA, A. Patents, licensing, and market structure in the chemical industry. **Research Policy**, n. 26, p. 391-403, 1997.

BAILY, M. N.; CHAKRABARTI, A. K. Innovation and productivity in U.S. Industry. **Brookings Papers on Economic Activity**, n. 2, 1985.

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, v. 30, issue 9, p. 1078-1092, Sep. 1984.

BONELLI, R. Produtividade e armadilha do lento crescimento. *In*: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L.R. (Org.). **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. Brasília: Ipea, 2014. v. 1 – Desempenho.

BOTTASSOA, A; SEMBENELLIB; A. Market power, productivity and the EU Single Market Program: Evidence from a panel of Italian firms. **European Economic Review**, v. 45, issue 1, p. 167-186, Jan. 2001.

CAVES, R. E.; PORTER, M. E. Market Structure, oligopoly, and stability of market shares. **The Journal of Industrial Economics**, v. 26, n. 4, p. 289-331, June 1978.

CHARNES, A. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, issue 6, p. 429-444, Nov. 1978.

COBB, C. W.; DOUGLAS, P. H. A Theory of Production. **American Economic Review**, v. 18 (Supplement), p 139-165, 1928.

COHEN, M. W.; NELSON, R. R.; WALSH, J. P. **Protecting their intellectual assets**: appropriability conditions and why U.S. manufacturing firms patent (or not). NBER Working Paper, n. 7552, Feb. 2000.

COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; TONE, K. **Introduction to data envelopment analysis and its uses**. New York: [S.n.], Springer,2006.

CUNEO, P.; MAIRESSE, J. Productivity and R&D at the firm level in french manufacturing. *In*: GRILICHES, Z. **R & D, patents and productivity**. Chicago: University of Chicago Press, 1984.

ELLERY JR., R. Desafios para o cálculo da produtividade total dos fatores. *In*: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. (Org.). **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2014. v. 1 – Desempenho.

FARRELL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistical Society**. Series A (General), v. 120, n. 3, p. 253-290, 1957.

FERREIRA, P. C.; ELLERY JR., E; GOMES, V. Produtividade agregada brasileira (1970-2000): Declínio robusto e fraca recuperação. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 31-53, jan.-mar. 2008.

FERREIRA, P. C.; ROSSI JR., J. L. New evidence from Brazil on trade liberalization and productivity growth. **Ensaios Econômicos,** EPGE, n. 433, 2001.

GRILICHES, Z. **R&D and productivity slowdown**. NBER Working Paper, n. 434, 1980.

GRILICHES, Z. Productivity and R&D at the firm level. *In*: GRILICHES, Z. (Ed.). **R&D and productivity**: the econometric evidence. Chicago: University of Chicago Press, 1988.

GRILICHES, Z; MAIRESSE, J. R&D and productivity growth: comparing japanese and u.s.manufacturing firms. In: HULTEN, C. R. **Productivity growth in Japan and the United States**. Chicago: University of Chicago Press, 1991.

HALL, B. H. **Innovation and productivity**. NBER Working Paper, n. 17178, 2011.

HALL, B. H.; MAIRESSE, J. **Exploring the relationship between R&D and productivity in French manufacturing firms**. NBER Working Paper, n. 3956, 1992.

HAY, D. A. **The post 1990 brazilian trade liberalization and the performance of large manufacturing firms**: productivity, market share and profits. Brasília: Ipea, 1997. Texto para discussão 523.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de Inovação Tecnológica**, Pintec. Edições 2003, 2005, 2008.

_____. **Pesquisa Industrial Anual**, PIA. Edições 2003, 2005, 2008.

KLETTE, J. Market power, scale economies and productivity: estimates from a panel of establishment. **The Journal of Industrial Economics**, v. 47, n. 4, p. 451-476,Dec. 1999.

LEVIN, RC. *et al.* Appropriating the returns from industrial research and development. **Brookings Paper-s on Economic Activity**, n. 3, 1987.

MAIRESSE, J; SASSENOU, M. **R&D and productivity**: a survey of econometric studies at the firm level. NBER Working Paper, n. 3666, 1991.

MANSFIELD, E. Patents and innovation: an empirical study. **Management Science**, v. 32, n. 2, p. 173-181, Feb. 1986.

MATION, L. F. Comparações internacionais de produtividade e impactos do ambiente de negócios. *In:* DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. (Org.). **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2014. v. 1 – Desempenho.

MUENDLER, M. **Trade, technology, and productivity**: a study of brazilian manufacturers, 1986-1998. [S.l.; S.n.], 2004. Mimeografado.

NADIRI, M. I. Some approaches to the theory and measurement of total factor productivity: a survey. **Journal of Economic Literature**, v. 8, n. 4, p. 1137-1177, Dec. 1970.

RESENDE, M.; BOFF, H. Concentração industrial. In: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. (Org.). **Economia industrial**: fundamentos teóricos e práticas no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2002.

RHODES, E. CHARNES, A; COOPER, WW. Evaluating program and managerial efficiency: an application of data envelopment analysis to program follow through. **Management Science**, v. 27, issue 6, p. 668-697, June 1981.

SCHMALENSEE, R., 1989, Inter-industry studies of structure and performance. *In*: SCHMALENSEE, R.; WILLIG, R. D. **Handbook of industrial organization**. Amsterdan: Elsevier, 1989.

SOLOW, R. Technical Change and the Aggregate Production Function. **The Review of Economics and Statistics**, v. 39, n. 3, p. 312-320, Aug. 1957.

SYVERSON, C. Market structure and productivity: a concrete example. **Journal of Political Economy**, v. 112, n. 6. 2004.

SYVERSON, C. **What determines productivity?** NBER Working Paper, n. 15712, 2010.

WANG, J; TSAI, K. Productivity growth and R&D expenditure in Taiwan's manufacturing firms. *In*: ITO, T.; ROSE, A. K. **Growth and productivity in East Asia.** Chicago: University of Chicago Press, 2004. (NBER-East Asia Seminar on Economics, v. 13).

APÊNDICE 1

REGRESSÕES CONSIDERANDO MIX DE MECANISMOS DE APROPRIABILIDADE (MMA)

TABELA 3A
Produtividade com retornos constantes de escala – indústria transformação

		P&D interno	P&D externo	P&D contínuo	Inovação produto	Inovação processo
β_0	CONSTANTE	44,98*	46,58*	47,77*	46,92*	45,56*
β_1	P&D/ INOVAÇÃO	5,77**	3,01	-4,24***	-0,15	1,64
β_2	PM	-149,07**	-144,78**	-144,31**	-144,70**	-145,53**
β_3	PM^2	212,31**	206,34**	205,11**	206,05**	206,85**
β_4	MMA	-2,10	-2,04	-1,71	-1,89	-1,93
β_5	MMA*PM	23,53	25,40	27,10	25,87	26,36
	R^2 intra grupo	0,0026	0,0017	0,0020	0,0014	0,0015
	R^2 entre grupo	0,0036	0,0076	0,0096	0,0090	0,0085
	R^2 total	0,0040	0,0080	0,0106	0,0093	0,0089
	Prob F	0,0282	0,1499	0,0841	0,2235	0,1906

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA e da Pintec, edições 2003, 2005 e 2008.
Notas: *,**,*** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5%, 10%.
Obs.: Todas as regressões têm 15.776 observações.

TABELA 3B
Produtividade com retornos variáveis de escala – indústria transformação

		P&D interno	P&D externo	P&D contínuo	Inovação produto	Inovação processo
β_0	CONSTANTE	11,97*	11,88*	11,84*	12,14*	11,89*
β_1	P&D/ INOVAÇÃO	-0,338	-0,266	0,1066	-0,500**	-0,04
β_2	PM	-28,24*	-28,49*	-28,51*	-28,65*	-28,48*
β_3	PM^2	34,44*	34,78*	34,83*	34,57*	34,78*
β_4	MMA	-0,1188	-0,1187	-0,1356	-0,083	-0,13
β_5	MMA*PM	0,1994	0,10	0,034	0,383	0,053
	R^2 intra grupo	0,0050	0,0048	0,0046	0,0056	0,0046
	R^2 entre grupo	0,0429	0,0380	0,0343	0,0340	0,0365
	R^2 total	0,0507	0,0448	0,0403	0,0436	0,0429
	Prob F	0,0002	0,0003	0,0004	0,0000	0,0004

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA e da Pintec, edições 2003, 2005 e 2008.
Notas: *,**,*** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5%, 10%.
Obs.: Todas as regressões têm 15.776 observações.

TABELA 3C
Produtividade com retornos constantes de escala – indústria química

		P&D interno	P&D externo	P&D contínuo	Inovação produto	Inovação processo
β_0	CONSTANTE	2,93*	3,35*	3,14*	3,26*	3,25*
β_1	P&D/ INOVAÇÃO	0,74*	0,23	0,502**	0,25	0,16
β_2	PM	8,52	8,04	8,37	5,26	8,63
β_3	PM^2	-7,81	-7,84	-8,03	-8,23	-7,97
β_4	MMA	-0,12	-0,13	-0,12	-0,25	-0,12
β_5	MMA*PM	-0,74	-0,22	-0,36	2,87	-0,48
	R2 intra grupo	0,0242	0,0052	0,0135	0,0069	0,0045
	R2 entre grupo	0,0025	0,0083	0,0104	0,0108	0,0156
	R2 total	0,0040	0,0132	0,0114	0,0116	0,0187
	Prob F	0,1279	0,8731	0,4491	0,7870	0,9042

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA e da Pintec, edições 2003, 2005 e 2008.
Notas: *,**,*** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5%, 10%.
Obs.: Todas as regressões têm 1502 observações.

TABELA 3D
Produtividade com retornos variáveis de escala – indústria química

		P&D interno	P&D externo	P&D contínuo	Inovação produto	Inovação processo
β_0	CONSTANTE	2,25*	2,23*	2,22*	2,31*	2,18*
β_1	P&D/ INOVAÇÃO	-0,015	0,05	0,04	-0,01	0,084
β_2	PM	-5,46	-5,66	-5,51	-5,47	-5,62
β_3	PM^2	5,50	5,64	5,55	5,57	5,76
β_4	MMA	0,067	0,063	0,067	0,07	0,067
β_5	MMA*PM	0,62	0,70	0,64	0,57	0,67
	R2 intra grupo	0,0042	0,0046	0,0045	0,0056	0,0059
	R2 entre grupo	0,0376	0,0355	0,0293	0,0439	0,0292
	R2 total	0,0517	0,0494	0,0437	0,0563	0,0444
	Prob F	0,9151	0,8984	0,9028	0,8530	0,8385

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA e da Pintec, edições 2003, 2005 e 2008.
Notas: *,**,*** indicam, respectivamente, significância a 1%, 5%, 10%.
Obs.: Todas as regressões têm 1502 observações.

APÊNDICE 2

ESTIMAÇÃO DA PRODUTIVIDADE E A METODOLOGIA DEA

A DEA, ou *Data Envelopment Analysis*, é uma metodologia usada para estimar a eficiência de unidades produtivas. Trata-se de uma abordagem baseada em técnicas de programação linear, que permite lidar com a utilização de insumos e produtos múltiplos e que não impõe qualquer forma funcional, *a priori*, para a fronteira a ser estimada. Por ser uma metodologia bastante flexível, tem sido empregada nas mais diversas aplicações, envolvendo desde escolas públicas até bancos privados. Pelo fato de lidar facilmente com o contexto de múltiplos produtos, tornou-se uma abordagem particularmente adequada à análise de eficiência quando os preços relativos dos insumos e produtos envolvidos no processo produtivo não podem ser obtidos com facilidade.

A estimação de fronteiras eficientes na economia tem início com o trabalho pioneiro de Farrell (1957), ao qual se seguiu uma vasta literatura com inúmeras abordagens alternativas. É possível separar entre as que usam métodos paramétricos e aquelas que utilizam os não paramétricos para definir a fronteira. As primeiras caracterizam-se por considerar que a fronteira de produção pode ser representada por uma função especificada por parâmetros constantes. Com isso, uma forma funcional é definida, *a priori*, para a tecnologia. Nesse caso, a estimação é feita, normalmente, utilizando métodos econométricos.

Nos métodos não paramétricos, a fronteira é determinada considerando-se apenas algumas propriedades que o conjunto de possibilidades de produção (CPP) deve possuir, tais como livre disponibilidade (*free disposal*) e convexidade. Essa abordagem, que procura envolver os dados, passa a ser denominada DEA a partir dos trabalhos de Charnes, Coopers e Rhodes (1978, 1981), ou modelo CCR. A estimação é obtida geralmente por meio de técnicas de programação linear. A metodologia desta análise possui uma série de características que a tornam um instrumento bastante interessante para o cálculo de fronteiras. Neste trabalho, serão utilizados os métodos não paramétricos.

Conforme seja o interesse da análise, o modelo pode ser orientado para insumos ou produtos. No primeiro caso, busca-se minimizar os recursos utilizados, dado o nível de bens gerados. Na versão orientada para produtos, estes são maximizados considerando-se fixa a utilização de insumos. A formulação fracionária apresentada anteriormente possui, no entanto, um número infinito de soluções. Por meio da inclusão de um conjunto de restrições adicionais, é possível: *i)* transformar a avaliação de eficiência em um problema de programação linear; *ii)* fazer que a razão entre a utilização do insumo e a quantidade obtida de produto seja menor ou igual à unidade para cada unidade decisória (*Decision Making Unit* – DMU);

iii) garantir que o sistema possua solução única; e *iv)* incluir rendimentos constantes ou variáveis de escala.

A formulação DEA sob ótica do produto, com retornos constantes de escala pode ser expressa da seguinte maneira:

$$\begin{cases} \underset{\{\eta,\bar{\mu}\}}{Min:}\ \eta_i \\ s.t.: \bar{x}_i - X\,\bar{\mu} \geq \bar{0}_m \\ Q\bar{\mu} - \eta\bar{q}_i \geq \bar{0}_s \\ \bar{\mu} \geq \bar{0}_n \end{cases}$$

onde θ_i é o escore de eficiência da DMU i, $\bar{x}_i$ é o vetor (m x 1) de insumos utilizados pela DMU i, $\bar{q}_i$ é o vetor (s x 1) de produtos gerados pela DMU i, $\bar{\lambda}$ é o vetor (n x 1) de pesos para as combinações convexas, X é uma matriz (m x n) formada pelos vetores de insumos transpostos de todas as DMUs da amostra, Q é uma matriz (s x n) formada pelos vetores transpostos de produtos de todas as DMUs da amostra e $\bar{0}_j$ é o vetor nulo com a dimensão j apropriada.

A função objetivo, contida na primeira equação, mostra que o que está sendo minimizado nesse caso é o denominador do problema fractal. Já a segunda equação, que é a restrição normalizadora, assegura que o numerador daquele problema esteja sendo igualado a um. As restrições de consistência garantem que o numerador será sempre menor ou igual ao denominador. Como o numerador é sempre igual a um, o denominador deverá sempre ser maior ou igual a 1.

Então a solução da versão do problema orientada para produtos fornecerá sempre um resultado maior ou igual à unidade. A interpretação desse número será relacionada à capacidade de expansão proporcional dos produtos, dada uma determinada utilização de insumos. Assim, por exemplo, se uma determinada DMU atingir um escore de eficiência de 1,2, isso quer dizer que, pela quantidade de insumos que está utilizando ela poderia estar produzindo 20% a mais de cada produto.

Uma das limitações mais importantes do modelo CCR é a suposição de retornos constantes de escala. Esse tipo de modelo não consegue incorporar situações nas quais as DMU estão sujeitas a variações na escala de produção.

Felizmente, Banker, Charnes e Cooper (1984) conseguiram superar essa dificuldade acrescentando uma restrição adicional ao problema envelopado. Esse modelo ficou então conhecido na literatura como BCC e pode ser expresso matematicamente, em sua versão voltada para insumos, da seguinte maneira:

$$\begin{cases} \underset{\{\theta,\overline{\lambda}\}}{Min}: \theta_i \\ s.t.: \theta_i \overline{x}_i - X\overline{\lambda} \geq \overline{0}_m \\ \quad Q\overline{\lambda} - \overline{q}_i \geq \overline{0}_s \\ \quad \overline{e}_n \overline{\lambda} = 1 \\ \quad \overline{\lambda} \geq \overline{0}_n \end{cases}$$

onde $\bar{e}_n$ é um vetor de dimensão *n*, exclusivamente composto por valores unitários (1). Note que há uma restrição a mais, a qual requer que a soma dos λ's resulte em um, uma vez que: $\overline{e}_n \overline{\lambda} = \lambda_1 + \lambda_2 + \ldots + \lambda_n = 1$.

Essa restrição, na prática, impede que uma DMU seja comparada com outras muito diferentes dela. Isso porque, ao forçar que os pesos das combinações lineares somem 1, ela impossibilita que DMUs com vetores de insumo ou de produtos muito maiores ou muito menores possam estar no conjunto de referência da DMU investigada.

Outro ponto interessante que emerge na comparação dos modelos CCR e BCC é a possibilidade da decomposição da eficiência relativa da DMU em eficiência técnica e eficiência de escala. Essa decomposição é realizada dividindo-se θ_{BCC} por θ_{CCR}, então:

$$\theta_{scale} = \frac{\theta_{CCR}}{\theta_{BCC}}$$

Primeiramente observe que o escore de eficiência calculado com retornos variáveis de escala nunca será inferior àquele calculado com retornos constantes de escala, ou seja, sempre ocorrerá que $\theta_{BCC} \geq \theta_{CCR}$. Isso porque, no modelo BCC as DMUs têm maior flexibilidade na avaliação de suas produções. Logo, $0 \leq \theta_{Scale} \leq 1$. Esse escore será tanto maior quanto mais apropriada for a escala de operação da DMU.

Então, quando o quociente entre os dois escores é obtido, é possível avaliar quanto da ineficiência da DMU é devida a sua incapacidade técnica e quanto é devida ao fato de ela não estar produzindo na escala apropriada.

MODELOS ESTIMADOS

Neste artigo, DEA foi utilizada para estimar a eficiência relativa das empresas e utilizar essa eficiência como *proxy* para as produtividades das firmas, segundo a ótica do produto, buscando-se, assim, avaliar quanto de expansão nos produtos poderiam ser alcançados.

Para a estimação desses modelos, foram utilizamos informações PIA e a Pintec, edições 2003, 2005 e 2008, ambas elaboradas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O quadro 1A apresenta as variáveis utilizadas nos modelos propostos, bem como o código que atribuímos a elas[6] e a sua pesquisa fonte.

Vale destacar que as variáveis retiradas da PIA, aqui identificadas pelo código *X*, são todas expressas em valores monetários, enquanto que aquelas provenientes da Pintec (variáveis com código *Y*) podem ser monetárias ou binárias.

No caso das variáveis binárias, estas assumem valor 0 ou 1 dependendo se o resultado foi alcançado. Por exemplo, no caso da variável Y11, *Ampliou a gama de bens ou serviços ofertados*, se a resposta for sim, a variável assume o valor unitário, caso contrário, zero.

QUADRO 1A
Variáveis utilizadas no modelo para o cálculo da eficiência das empresas

Código	Variável		Fonte
X1	Total da receita líquida de vendas	R$	PIA
X2	Gastos de pessoal – Total	R$	PIA
X3	Matérias-primas, materiais auxiliares e componentes (inclua material de embalagem, combustíveis usados como matéria-prima e lubrificantes) – estoques em 31/12/t-1	R$	PIA
X4	Matérias-primas, materiais auxiliares e componentes (inclua material de embalagem, combustíveis usados como matéria-prima e lubrificantes) – estoques em 31/12/t	R$	PIA
X5	Custos diretos de produção – Total	R$	PIA
X6	Demais custos e despesas – Total	R$	PIA
X7	Lucro	R$	PIA
X8	Prejuízo	R$	PIA
X9	Ativo Imobilizado	R$	PIA
X10	Total do Ativo (Circulante + Não Circulante)	R$	PIA
Y1	Entre t-1 e t, a empresa introduziu produto (bem ou serviço) novo ou significativamente aperfeiçoado para a empresa, mas já existente no mercado nacional?	0, 1	Pintec
Y2	Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Valor dos dispêndios em t	R$	Pintec
Y3	Aquisição externa de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) Valor dos dispêndios em t	R$	Pintec
Y4	Aquisição de outros conhecimentos externos, exclusive software Valor dos dispêndios em t	R$	Pintec

(Continua)

6. Os códigos do quadro não são coincidentes com os do IBGE.

(Continuação)

Código	Variável		Fonte
Y5	Aquisição de software Valor dos dispêndios em t	R$	Pintec
Y6	Aquisição de máquinas e equipamentos Valor dos dispêndios em t	R$	Pintec
Y7	Treinamento Valor dos dispêndios em t	R$	Pintec
Y8	Introdução das inovações tecnológicas no mercado Valor dos dispêndios em t	R$	Pintec
Y9	Outras preparações para a produção e distribuição Valor dos dispêndios em t	R$	Pintec
Y10	Melhorou a qualidade dos bens ou serviços	0, 1	Pintec
Y11	Ampliou a gama de bens ou serviços ofertados	0, 1	Pintec
Y12	Permitiu manter a participação da empresa no mercado	0, 1	Pintec
Y13	Ampliou a participação da empresa no mercado	0, 1	Pintec
Y14	Permitiu abrir novos mercados	0, 1	Pintec
Y15	Aumentou a capacidade de produção ou de prestação de serviços	0, 1	Pintec
Y16	Aumentou a flexibilidade da produção ou da prestação de serviços	0, 1	Pintec
Y17	Reduziu os custos de produção ou dos serviços prestados	0, 1	Pintec
Y18	Reduziu os custos do trabalho	0, 1	Pintec
Y19	Reduziu o consumo de matérias-primas	0, 1	Pintec
Y20	Reduziu o consumo de energia	0, 1	Pintec
Y21	Reduziu o consumo de água	0, 1	Pintec
Y22	Permitiu reduzir o impacto sobre o meio ambiente	0, 1	Pintec
Y23	Permitiu controlar aspectos ligados à saúde e segurança	0, 1	Pintec
Y24	Enquadramento em regulações e normas padrão relativas ao mercado interno ou Externo	0, 1	Pintec

Elaboração dos autores, a partir dos questionários da PIA e da Pintec.

O Modelo foi estimado segundo as metodologias com retornos constantes (*CCR*) e com retornos variáveis de escala (*BCC*). As variáveis utilizadas e a sua categorização estão descritas no quadro 1B.

QUADRO 1B
Variáveis utilizadas no modelo

Novo Código	Especificação	Categoria
A1	X1	Output
A2	X7	Output
B1	X2	Input
B2	X4 – X3	Input
B3	X5	Input
B4	X6	Input
B5	X8	Input
B6	X9	Input
B7	X10	Input

Elaboração dos autores.

O *Total da receita líquida de vendas* (A1) e *Lucro* (A2) são as variáveis de *output* uma vez que expressam os montantes gerados pelas empresas no seu processo produtivo. Quanto maiores os valores para essas variáveis, maior a produtividade da firma *ceteris paribus*.

Já as variáveis listadas como *inputs* são aquelas que representam gastos de recursos por parte da firma. Vale notar que a variável B2 é oriunda da subtração dos estoques de matérias-primas entre os anos de t-1 e t. Nesse caso, busca-se transformar uma informação de estoque em uma informação de fluxo (gasto anual de matérias primas) de forma a compatibilizar a variável com as demais grandezas utilizadas.

A variável B5 (*Prejuízo*) entra como *input* por tratar-se se um *output* não desejado e, portanto, deve ser tratada dessa maneira. Ver Cooper, Seiford e Tone (2006) para mais detalhes.

Os escores de eficiência obtidos foram agregados à base de dados e utilizados como variáveis explicativas no modelo de regressão.

CAPÍTULO 13

IMPACTO DA INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES SOBRE O DESENVOLVIMENTO E A PRODUTIVIDADE NO BRASIL

Carlos Alvares da Silva Campos Neto*
Júnia Cristina Peres R. da Conceição**
Alfredo Eric Romminger***

1 INTRODUÇÃO

Não resta dúvida de que a oferta eficiente de serviços públicos de infraestrutura é um dos aspectos mais importantes das políticas de desenvolvimento econômico e social. A prestação eficiente de tais serviços condiciona significativamente a produtividade e a competitividade do sistema econômico, ao mesmo tempo em que melhora o bem-estar social. Portanto, uma adequada disponibilidade de infraestrutura e de seus serviços correlatos é condição indispensável para que o país possa desenvolver vantagens competitivas, alcançando maior grau de especialização produtiva. Os investimentos em infraestrutura elevam a competitividade sistêmica da economia, melhorando as condições de transportes, de comunicação e de fornecimento de energia. Além disso, tais inversões promovem efeitos multiplicadores e dinamizadores nos demais setores, induzindo outros investimentos.

O objeto central deste trabalho é analisar o impacto do investimento público em transportes sobre o produto interno bruto (PIB), e ele está divido em três seções. A primeira seção tem como objetivo apresentar alguns elementos teóricos e conceituais acerca do impacto de investimentos em infraestrutura econômica sobre o potencial de crescimento e desenvolvimento de uma nação. Não se procura aprofundar a discussão teórica do tema, mas, tão somente, destacar elementos capazes de auxiliar o leitor na sua compreensão.

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

A segunda seção faz uma revisão da literatura empírica, que buscou constatar o impacto dos investimentos em infraestrutura sobre o nível e a taxa de crescimento da produtividade e do produto. A seção mostra que os resultados variam conforme a fonte de dados e técnicas econométricas utilizadas, mas na grande maioria dos estudos as estimativas são, normalmente, significativas e de magnitudes expressivas e tendem a confirmar a hipótese de que infraestrutura afeta produtividade e produto.

A seção três apresenta e desenvolve o modelo econométrico empírico. O modelo utilizado neste estudo é o de Vetores Autoregressivos (VAR), com quatro variáveis: PIB, gasto público em infraestrutura de transportes, investimentos privados e salários. Os resultados alcançados pelo modelo estimado mostram que o impacto de investimentos públicos em transportes no PIB é crescente ao longo do tempo, de modo que ele se justifica, seja no curto ou no longo prazo. Adicionalmente foi feito um cálculo do coeficiente de correlação entre investimento público em transporte e investimento privado em transporte, mostrando uma correlação positiva muito forte entre as duas variáveis. Isto é, os investimentos caminham na mesma direção, são complementares e não substitutos. Por fim, são apresentadas as conclusões.

2 AS INTERFACES DA INFRAESTRUTURA ECONÔMICA COM O DESENVOLVIMENTO – ASPECTOS CONCEITUAIS

Há muito se reconhece a importância de uma infraestrutura econômica adequada para a geração de um ambiente propício ao desenvolvimento. Diversos autores da atualidade têm discutido a relevância da infraestrutura na provisão de insumos produtivos – água, energia, transportes etc. – no crescimento econômico e na redução da pobreza e da desigualdade social (ver, por exemplo, Briceño-Garmendia; Estache; Shafik, 2004; Fay; Morrison, 2005; Estache; Fay, 2007; Straub, 2008; Sánchez, 2009; Pinto Júnior, 2010; Campos Neto; Ferreira, 2010). Apesar do maior reconhecimento atribuído às benfeitorias provenientes de uma infraestrutura adequada, muitos países em desenvolvimento ainda investem pouco nessa área.

Um ponto importante a ser discutido, antes de começar a estudar os impactos da infraestrutura sobre a economia, é a qualificação adequada do termo *infraestrutura econômica*, e quais os setores por ele contemplados. De acordo com o Banco Mundial, infraestrutura econômica abrange os principais setores que subsidiam os domicílios e a produção, a saber: energia, transportes, telecomunicações, fornecimento de água e saneamento e, algumas vezes, os setores de habitação e hidrocarbonetos (Straub, 2008).

Para o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), ela engloba os setores de energia elétrica, telecomunicações, saneamento e logística (rodovias, ferrovias e portos) (BNDES, 2010). Já para o Conselho Econômico para a América Latina e Caribe (Cepal), este termo é bem abrangente e inclui a pres-

tação de serviços públicos de abastecimento de água, energia elétrica, gás natural, coleta de resíduos, comunicação (TICs), rodovias, ferrovias, portos, aeroportos, drenagem e irrigação (Sánchez, 2009).

Nos estudos realizados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), esse conceito foi desagregado em duas linhas de estudo: a *infraestrutura social e urbana*, cujo foco prioritário é o suporte aos cidadãos e seus domicílios, aí constituído por habitação, saneamento e transporte urbano; e a *infraestrutura econômica*, cuja função precípua é a de dar apoio às atividades do setor produtivo, apesar de também servir às famílias, englobando os setores de rodovias, ferrovias, portos, aeroportos, energia elétrica, petróleo e gás natural, biocombustíveis e telecomunicações.[1] Este estudo concentra seu foco na infraestrutura de transportes, a saber, os setores rodoviário, ferroviário, aeroportuário e portuário.

O objetivo desta seção é ressaltar a importância da infraestrutura para o desenvolvimento produtivo e econômico do Brasil e para o aumento da produtividade; explicar como se comportam os investimentos em infraestrutura, dadas as características de cada setor, e discorrer sobre os papéis dos agentes público e privado na promoção desses investimentos.

De maneira resumida, pode-se afirmar que as fontes de crescimento do PIB de uma economia são: *i*) o aumento do estoque de capital físico (que cresce tão mais rápido quanto maior for a taxa de investimento); *ii*) o aumento da força de trabalho disponível; *iii*) o aumento do número médio de anos de estudos dos trabalhadores; e *iv*) o aumento da produtividade. Assim, o progresso das sociedades, ao longo do tempo, faz-se basicamente com esforço e investimento no capital humano e físico e nos avanços da produtividade.

Embora a infraestrutura tenha sido conceituada por diversos estudiosos do tema, aquela que melhor reflete a presente abordagem é a sugerida pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), segundo o qual se pode definir infraestrutura como:

> o conjunto de estruturas de engenharia e instalações – geralmente de longa vida útil – que constituem a base sobre a qual são prestados os serviços considerados necessários para o desenvolvimento produtivo, político, social e pessoal. (BID, 2000 *apud* Sánchez, 2009 – tradução livre).

Com base nessa definição é possível distinguir dois conceitos complementares: *i*) serviços de infraestrutura – que visam a satisfazer às necessidades de um indivíduo ou de uma sociedade e são considerados serviços de interesse público; e *ii*) infraestrutura – que é a base física sobre a qual se dá a prestação desses serviços.

1. Indústrias de infraestrutura têm atividades complexas e de capital intensivo. Tipicamente os ativos dessas indústrias são em longo prazo, que possuem custos afundados e localização específica.

Apesar da relevância da distinção desses conceitos, ao longo deste trabalho, tanto a parte física quanto os serviços dela decorrentes serão tratados, em geral, como uma coisa única, sob o termo infraestrutura econômica. Tal agregação pode ser realizada sem maiores prejuízos, tendo em vista que os serviços de infraestrutura só podem ser executados com a existência do aparato físico, enquanto este só faz sentido quando para a viabilização dos serviços.

Os investimentos em infraestrutura impactam na economia por meio de canais diretos – como a expansão da capacidade de abastecimento ou escoamento da produção – e indiretos – a melhoria na produtividade total dos fatores –, propiciando o desenvolvimento econômico e social da nação. A infraestrutura – quer promovida pelo Estado, quer pela iniciativa privada – tem o potencial de tornar mais rentáveis, e consequentemente mais atraentes, os investimentos produtivos, viabilizando maior eficiência ao sistema econômico. Para Giambiagi e Pinheiro (2012, p. 51) "o gasto em infraestrutura e uma boa máquina pública permitem as condições para que o País possa dinamizar a economia, favorecendo o investimento privado".

Pinto Jr. (2010, p. 8) afirma, oportunamente, que:

> parece bastante plausível admitir que há uma relação de complementaridade entre o investimento em infraestrutura e o investimento total. Dada essa relação, pode-se estabelecer um teto para o ritmo de crescimento em longo prazo em função da taxa de investimento em infraestrutura. Evidentemente, a economia pode crescer sujeita a outros limites, sem que o teto estabelecido pelo estoque de capital em infraestrutura chegue a ser efetivamente alcançado. Contudo, quanto mais baixo o nível de investimento nesse setor, maiores as chances de que ele se transforme na principal restrição ao crescimento econômico. Portanto, o primeiro papel do investimento em infraestrutura é o de remover eventual teto ao crescimento econômico.

De acordo com o Straub (2008, p. 13):

> políticas que recaem sobre um tipo específico de infraestrutura podem facilitar ambos a transferência de bens (...) e a transmissão de ideias ou a difusão de conhecimento, em geral realizadas ou mediadas pela mobilização dos agentes (tradução livre).

O conjunto da infraestrutura econômica (rodovias, ferrovias, portos, telecomunicações etc.) constitui mecanismo concreto de articulação das economias nacionais, e destas com a economia mundial, ao possibilitar a materialização dos fluxos de comércio.

Além disso, a provisão de um nível adequado de infraestrutura econômica consegue gerar elevações na produtividade total dos fatores. Por exemplo, no que se refere à infraestrutura de transportes, estradas bem pavimentadas reduzem os custos de operação e de manutenção de caminhões e elevam a durabilidade desses veículos, além de reduzirem o tempo de transporte de insumos e produtos e o

valor dos fretes. Ademais, a existência de modais alternativos para o escoamento – ferrovias, cabotagem etc. – pode baratear os custos logísticos da empresa e ampliar sua eficiência, possibilitando uma elevação na competitividade de seus produtos.

No caso brasileiro, Velloso *et al*. lembram que:

> com a baixa poupança doméstica e com limitação à entrada de poupança externa, não há poupança suficiente para financiar uma forte expansão do investimento. É nesse contexto que se destaca a contribuição dos investimentos em infraestrutura, pois, diferentemente do que ocorre em outros setores, em que o investimento limita-se a expandir a capacidade e a impactar a produtividade do próprio setor, os investimentos em infraestrutura têm a característica de expandir a capacidade de produção do País e de aumentar a produtividade geral da economia. Dessa forma, *a grande contribuição do aumento privado em infraestrutura virá pelo aumento da produtividade.* Tendo em vista a dificuldade de aumentar a taxa de investimentos e da escolaridade da população no curto prazo, a principal opção para aumentar a taxa de crescimento do PIB já no curto prazo é o País se tornar mais produtivo. (Velloso *et al*. 2012, p. 14-15, grifo dos autores).

De acordo com Straub (2008) a produtividade do trabalho também poderia se beneficiar da provisão de uma infraestrutura adequada. A redução do tempo de deslocamento do trabalhador e do estresse gerado nesse deslocamento teria a capacidade de melhorar a qualidade de vida do operário, ampliando seu tempo de lazer e compras, bem como sua disposição e laboriosidade.

Assim, a realização de investimentos dessa natureza tem o potencial de gerar melhorias de dimensão microeconômica por meio de impactos indiretos sobre os fatores capital e trabalho e sobre diversos aspectos da eficiência. Ademais, no âmbito das unidades produtivas, a existência de uma infraestrutura adequada permite, ao reduzir os custos de transação, que a empresa tome decisões mais apropriadas com relação à recepção e distribuição de insumos e produtos e permite uma aplicação mais produtiva de recursos que, em outros casos, seriam utilizados para cobrir necessidades imediatas de infraestrutura.

Pelo enfoque microeconômico, Pinto Jr. (2010, p. 8) afirma que:

> a infraestrutura nacional – e seus déficits – precisa ser enfocada também do ângulo da competitividade internacional do País. A disponibilidade e a qualidade da infraestrutura engendram externalidades positivas para os demais setores da economia; em contrapartida, a infraestrutura insuficiente e ineficiente resulta em custos mais elevados para a economia. Resulta, portanto, que os déficits infraestruturais no Brasil acarretam a redução do potencial de competitividade da economia.

Cada setor da infraestrutura econômica tem um impacto direto ou indireto sobre as empresas e indústrias. Esses impactos podem ampliar a capacidade produtiva por meio de custos, tecnologias, capacidade de distribuição etc. A

melhoria da infraestrutura energética, por exemplo, pode elevar a capacidade de produção das empresas, ampliar sua capacidade de planejamento de longo prazo, além de possibilitar a redução nos gastos com energia e combustíveis pela adoção de recursos mais eficientes ou mais baratos. Um processo que acaba por atrair investimentos produtivos, ampliando a formação bruta de capital fixo (FBCF) do país.

Em se tratando de logística e transportes, uma melhoria das condições das estradas e modais alternativos pode possibilitar o alcance de áreas remotas, o que pode gerar um aumento na oferta de mão de obra pela possibilidade de deslocamento populacional; pode ampliar a demanda pelos mais diversos produtos, graças ao aumento da capacidade de escoamento; ou simplesmente facilitar o escoamento da produção para os mercados interno e externo. Para Velloso *et al*. (2012, p. 15)."uma melhor infraestrutura de transportes também permite que a atividade econômica se localize de forma mais eficiente dentro do território nacional".

Ainda segundo Velloso *et al.* (2012, p. 9):

> *ganhos de produtividade devem ocorrer especialmente através de investimentos no setor de infraestrutura de transportes, seja porque é necessário aumentar a participação desse serviço no total do PIB, seja pelo alto poder de irradiação dos transportes para toda a economia, já que representam redução de custos, aproximação de mercados e criação de novas oportunidades de negócios em todos os setores.* (grifo dos autores do livro).

De acordo com os autores, "transportes de baixa qualidade espraiam custos, rigidez e ineficiência por toda a economia, pois não há setor que não dependa do transporte de insumos e produtos". Ressaltando que "os fluxos de comércio impulsionam a produtividade, e transportes ineficientes reduzem as possibilidades de comércio". (Velloso *et al.*, 2012, p. 62).

No caso das telecomunicações (TICs),[2] o maior ganho gerado por uma infraestrutura mais sólida e interligada deriva da difusão tecnológica. Um maior alcance dos recursos de comunicação e propaganda pode ser usado pelas empresas para divulgar e mesmo comercializar produtos e serviços das mais diversas categorias e nas quantidades desejadas pelo cliente dentro e fora do país. Além disso, os recursos oferecidos pelas TICs auxiliam na comunicação vertical e horizontal das empresas e em tarefas importantes como o treinamento de pessoal, controle e gerenciamento de estoques, organização de cadeias logísticas, entre outros. No limite, as TICs permitem a revisão ou mesmo criação dos modelos de negócio das empresas.

2. Com a maior difusão da internet, a infraestrutura de telecomunicações deixou de ser vista apenas como aquela utilizada para a prestação de serviços de telefonia e passou a fazer parte de um setor maior de tecnologias de informação e comunicação (TICs).

Se as empresas, em geral, produzem mais, o país como um todo é beneficiado por um ganho de produção, e a economia vê ampliar-se variáveis macroeconômicas tais como: nível de emprego, salários e demanda. O aumento da produtividade faz cair os preços dos produtos, ampliar a demanda por bens e serviços e, como consequência, a demanda por mão de obra. Esse processo iterativo leva a melhorias na competitividade dos produtos nacionais vendidos dentro e fora do país, e gera um efeito encadeado de crescimento produtivo e econômico.

Adicionalmente, Nóbrega e Pitoli (2014) lembram que, com relação ao Brasil, é razoável pressupor que:

> dados os níveis de renda relativamente modestos em relação aos países desenvolvidos e às nossas dimensões continentais, os impactos dos investimentos em infraestrutura sobre a produtividade e o PIB no País tendem a ser maiores do que os identificados pela experiência internacional.

No caso do comércio internacional, uma melhor infraestrutura permite uma melhor gestão dos custos privados, possibilitando uma diminuição dos preços relativos da produção local e ganhos de produtividade, gerando impactos positivos nas exportações e importações. Em tese, uma melhor infraestrutura atua sobre o setor exportador, reduzindo seus custos logísticos e viabilizando a prática de preços mais baixos. Já no caso das importações, percebe-se diminuição no preço dos bens importados, pressionando competitivamente os produtores nacionais. Ademais, a redução nos preços, resultante de melhor infraestrutura, permite a importação de maior volume de bens de capital, viabilizando a renovação e modernização tecnológica do parque industrial.

Para Velloso *et al.* (2012, p. 15):

> investir em infraestrutura de transportes tem um impacto significativo sobre a produtividade. Em primeiro lugar, porque aumenta o potencial de comércio externo de um país, tanto na via da importação quanto da exportação. Especificamente em relação à exportação, uma estrutura deficiente de escoamento da produção, pode elevar o custo e reduzir a competitividade das exportações nacionais. Há estudos mostrando que, para o Brasil, a deficiência de infraestrutura é muito mais prejudicial ao comércio exterior que o protecionismo dos países desenvolvidos ou a falta de acordos gerais de comércio.

Do lado do consumidor, os benefícios gerados por melhor infraestrutura – ao baratear os custos do abastecimento interno – levam a maior poder de compra (pela redução dos preços), além de maior disponibilidade de bens, ampliando as possibilidades de consumo e gerando ganhos de bem-estar. Finalmente, para o exportador de *commodities*, cujo preço é dado pelo mercado internacional,

uma infraestrutura mais eficiente permite uma redução de custos de produção e escoamento, elevando a receita auferida e o potencial de produção.

Com uma economia em crescimento, abre-se a possibilidade da adoção de políticas de distribuição e equilíbrio da renda, redução da pobreza etc. Também essas políticas exigem a realização de investimentos em infraestrutura, sobretudo urbana e social, sem esquecer, contudo, da infraestrutura produtiva ou econômica, responsável por grandes deslocamentos de pessoas e bens, pela difusão e transmissão de conhecimentos e tecnologias e pela provisão de energia elétrica e motriz.

Outro aspecto importante dos serviços de infraestrutura é que são operacionalizados por meio de indústrias de rede, ou seja, faz-se necessária a construção de uma grande estrutura física (funcional) para a provisão desse serviço e, uma vez construída, essa estrutura deve ser partilhada pelos ofertantes de serviços a ela associados, não havendo motivações econômicas para a construção de estruturas paralelas.[3] A principal característica deste tipo de indústria é a necessidade de altos investimentos iniciais com longos prazos de maturação, o que reduz a atratividade destes para a iniciativa privada, ampliando o dever do Estado na provisão da estrutura em si ou de mecanismos que promovam essa atratividade.

Característica relevante das indústrias de rede concerne à propensão a geração de economias de escala e escopo, comuns a essas estruturas graças à interligação de empresas e atividades que atuam sobre a mesma estrutura física. Ademais, os ganhos de escala, comuns aos investimentos em infraestrutura, fazem com que sua provisão seja mais adequada ao poder público. Isso ocorre devido aos altos custos iniciais e aos baixos custos marginais de complementação e/ou ampliação. Este comportamento pode ser observado, por exemplo, quando da construção de uma rodovia. Uma vez iniciada a obra, o custo marginal de estender a via por mais um quilômetro é muito baixo quando comparado com os custos iniciais (custos afundados) do projeto. Assim, o aproveitamento dos ganhos de escala pode gerar incentivos a um superinvestimento, o que mostra a necessidade da realização de planejamento, acompanhamento e controle das inversões.

Outro papel típico do poder público é o da regulação econômica dos empreendimentos e serviços concedidos, que se faz importante em virtude das falhas de mercado comuns aos setores da infraestrutura econômica. Estas falhas são

3. Desde que as indústrias de infraestrutura envolvam necessidade de construção de rede, elas são frequentemente oligopólios (ou monopólios) por sua natureza. Por isso, o acesso à rede pode ser a chave para uma vantagem competitiva e requer regulação rígida.

oriundas, em especial, da ocorrência de economias de escala e escopo, assimetria de informações e monopólios naturais.

A regulação econômica deve caminhar no sentido de garantir um equilíbrio entre a remuneração adequada ao capital investido e a prática da modicidade tarifária, visando à defesa (proteção) do usuário dos serviços de infraestrutura, gerando ganhos de bem-estar social. Dessa forma, as tarifas deveriam refletir o funcionamento de um mercado competitivo, considerando os custos, mas também a segurança do abastecimento e a produtividade, de forma que os ganhos de eficiência sejam repartidos entre operadores e usuários. Vale esclarecer que os preços praticados pelo monopólio natural se aproximam dos preços de um mercado competitivo no momento da licitação, quando as empresas interessadas na concessão do serviço público competem pelo menor preço, desde que não haja conluio. A partilha dos ganhos futuros de eficiência, por sua vez, só poderá ocorrer caso prevista em cláusula contratual.

Nessa linha de raciocínio Velloso *et al.* (2012, p. 16-17) afirmam que:

> sobre a qualidade da regulação, a moderna análise econômica baseia-se na hipótese de que o regulador de um serviço (o Estado) busca basicamente dois objetivos: 1) incentivar a empresa regulada a ofertar serviços de qualidade; e 2) viabilizar preços menores para os consumidores .
>
> Portanto, para que a empresa se sinta incentivada a aumentar a produtividade é necessário estabelecer regras que permitam que ela receba parte dos ganhos de produtividade. É preciso que haja regras claras e que deixem pouca margem para arbítrios futuros (...). Se as regras da concessão não permitirem à empresa concessionária se apropriar de parte dos ganhos gerados pelo seu esforço, ela não terá incentivos para ser mais produtiva, para melhorar a qualidade ou para ampliar os serviços por meio de mais investimentos

Por fim, os mesmos autores lembram que:

> como a *chave do crescimento é o aumento da produtividade,* é preciso que a concessão de infraestrutura ao setor privado seja formatada de modo a: 1) viabilizar a existência de serviços concedidos que tenham sustentação financeira de longo prazo e que possam realizar a desejada ampliação da infraestrutura; 2) estimular os concessionários a se esforçarem na busca de maior produtividade, bem como a realizarem os investimentos necessários e a ofertarem serviços com qualidade (Velloso *et al.*, 2012, p. 9-10, grifo dos autores do livro).

3 REVISÃO DA LITERATURA EMPÍRICA

O nível de produtividade de uma economia pode ser entendido como a maneira com que os insumos (capital e trabalho, em geral) são combinados na produção. Assim, para uma dada quantidade de insumos, um aumento de produtividade gera um aumento no produto. Basicamente, este aumento de produtividade pode se dar de duas maneiras: *i)* progresso técnico, o que em termos de uma função de produção seria o deslocamento da fronteira tecnológica; ou *ii)* aumento da eficiência econômica, o que representaria a aproximação dessa fronteira - supostamente dada pela economia mais eficiente.

Pode-se pensar o componente (*ii)* de uma maneira diferente. Dados os fatores de produção, o que levaria uma economia a produzir abaixo da fronteira tecnológica, ou seja, de forma ineficiente? Uma das possíveis explicações seria a falta de infraestrutura adequada. Como, em geral, este setor possui externalidades positivas associadas a um elevado retorno social, a sua subprovisão pode comprometer seriamente a produtividade da economia. Basta observar como a oferta insuficiente ou de má qualidade de portos, aeroportos, ferrovias ou de rodovias afeta a eficiência do setor privado.

Uma melhora na malha ferroviária, por exemplo, reduziria o tempo gasto com o transporte de uma determinada matéria-prima, ou seja, diminuiria o custo unitário de produção. Similarmente, a instalação de uma rede de esgoto geraria uma melhora nas condições de saúde dos trabalhadores, aumentando, assim, a sua produtividade. Uma rodovia gera um serviço intermediário para uma transportadora, ao mesmo tempo em que permite a viagem de férias de uma família, ou seja, seria também um bem final do ponto de vista dos consumidores. É difícil imaginar uma economia produtiva sem energia abundante, ou sem um sistema de telefonia amplo. Quando a comunicação entre produtores, fornecedores e consumidores é ruim, os custos de transação são elevados diminuindo a eficiência do mercado. A subprovisão ou má qualidade dos serviços de infraestrutura podem gerar custos de produção elevados.

Um dos fenômenos mais intrigantes do crescimento econômico mundial do pós-guerra é a queda na taxa de crescimento da produtividade, verificada em diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento nas décadas de 1970 e 1980, conhecido como *productivity slowdown*. Nos Estados Unidos, por exemplo, esta taxa foi de 2% ao ano, no período de 1950 a 1970, caindo para 0,8% entre 1971 e 1985. Este fenômeno é relacionado, em geral, aos choques do petróleo dos anos 1970 e suas consequências durante a década seguinte. Entretanto, uma explicação alternativa para esse fenômeno ganhou força com o artigo de Aschauer (1989). Neste, o autor argumenta que o *productivity slowdown* americano deveu-se, principalmente, à diminuição dos investimentos em infraestrutura *core*, e foi estimada

uma elasticidade de 0,34 a 0,49 deste em relação à PTF (Produtividade Total dos Fatores). Dugall *et al.* (1999), utilizando um modelo em que a infraestrutura entra como uma restrição ao crescimento tecnológico, chegam à mesma conclusão. Analisando apenas o setor de rodovias, Fernald (1999) encontrou um impacto muito alto da construção da malha rodoviária americana na produtividade das indústrias mais veículo-intensivas.

Como indicam os estudos sobre produtividade no Brasil, a partir de meados da década de 1970 ocorreu uma reversão na tendência de crescimento da PTF, sendo que esta só viria a se recuperar no início dos anos 1990, ou seja, o país também teria passado por um período de *productivity slowdown.*

Gomes, Pessôa e Veloso (2003) calcularam a evolução da PTF e da PTFD (Produtividade Total dos Fatores Descontada) de 1950 a 2000 para diversos países usando um modelo de calibração. Foi constatado um período de redução significativa da PTFD nos países da América Latina entre 1978 e 1994, com exceção do Chile. No Brasil, esta queda foi de 2,9% ao ano, sendo que a queda da PTF foi de aproximadamente 2%. Na verdade, os autores não buscam explicar este fenômeno, mas mencionam a argumentação de Rodrik (1999), que acredita que as economias latino-americanas, por serem sociedades conflituosas, são mais vulneráveis a choques externos, ou seja, utiliza de maneira indireta a mesma argumentação sobre as crises do petróleo, mas por meio de um enfoque institucional.

A teoria econômica enfatiza a necessidade de o Estado prover determinados bens e serviços que não poderiam ser oferecidos de maneira socialmente ótima pelo setor privado, seja devido ao caráter não rival e não excludente de determinadas atividades, à necessidade de internalização de externalidades, ou à elevada escala necessária à minimização dos custos de produção (estrutura de monopólio). Assim sendo, a infraestrutura básica de uma economia deveria ser, *a priori,* provida pelo Estado, como no caso de rodovias, ferrovias, portos, sistemas de água e esgoto, telecomunicações e energia elétrica, entre outros.

Obviamente, a provisão desses setores depende da disponibilidade de recursos do governo bem como da eficiência administrativa deste, o que tem levado recentemente a uma participação cada vez maior da iniciativa privada nesses setores, seja por meio de privatizações, concessões ou de Parcerias Público-Privadas (PPP).

Diversas formulações teóricas procuraram estabelecer uma relação mais estreita entre os gastos do governo e o produto de longo prazo. Uma das principais referências nesta área é o modelo de crescimento endógeno desenvolvido por Barro (1990). A principal contribuição deste artigo é incorporar na função de produção os gastos do governo em um modelo do tipo AK. Nesta formulação, a função de produção (*per capita*) apresenta retornos decrescentes para o capital privado separado, mas, quando este aumenta com gasto público (produtivo), a função passa a apresentar

retornos constantes. Isto porque o gasto público entra de maneira complementar ao capital privado, aumentando a produtividade deste.

Seguindo este raciocínio, pode-se interpretar que, além do papel direto do capital público sobre o produto, existe um efeito indireto sobre a produtividade do setor privado, sendo que um aumento por si só da acumulação privada, que não fosse acompanhada por mais investimentos públicos, tenderia a gerar cada vez menos produto. Um exemplo típico deste mecanismo seria o racionamento de energia vivido pelo Brasil em 2001. Ainda que os empresários mantivessem os níveis de investimento, sem uma provisão adequada de energia elétrica, estes investimentos não se tornariam suficientemente produtivos.

Uma vez que a PTF é o principal motor do crescimento de longo prazo, uma atenção especial deve ser dada quanto à questão da infraestrutura, sendo que ajustes fiscais baseados na contração de investimentos deste tipo podem comprometer seriamente o crescimento econômico, vindo, inclusive, a agravar o quadro fiscal no longo prazo.

O capital de infraestrutura de um país exerce uma influência extremamente importante no processo produtivo, seja diretamente, como insumo na produção, ou indiretamente, por meio do impacto sobre a PTF. Este tipo específico de capital se difere do conceito tradicional, pois, em geral, possui reduzida mobilidade, elevados custos irrecuperáveis, baixa relação produto-capital e elevada escala produtiva. Além disto, também costuma apresentar externalidades importantes, bem como taxas de retorno elevadas no longo prazo, como indicam os estudos de Bennathan e Canning (2002), Calderón e Sérven (2003).

Empiricamente, a discussão sobre infraestrutura, produtividade e crescimento econômico foi impulsionada por Aschauer (1989). O objetivo do estudo era testar a relação entre os gastos e a produtividade da economia. Os resultados indicaram que os gastos públicos com infraestrutura têm um papel significativo para estimular a produtividade.

A literatura empírica relata que as elasticidades do produto em relação aos gastos com infraestrutura são muito variáveis (tabela 1). Apesar das diferenças observadas nas estimativas quanto aos valores das elasticidades em consideração, as quais refletem problemas advindos de diferentes níveis de agregação dos dados e as diversidades na estrutura econômica dos diferentes países, podemos constatar que a média das elasticidades reportadas na tabela 1 é, no pior cenário, igual a 0,42 e, no melhor cenário, igual a 0,6. Isso significa que um ponto percentual de aumento do investimento em infraestrutura deve resultar num aumento médio do produto interno bruto dos países em consideração entre 0,42% e 0,6%. Trata-se de um aumento bastante significativo do PIB, mostrando que o investimento em infraestrutura é altamente "rentável" do ponto de vista social.

TABELA 1
Elasticidade produto-investimento na infraestrutura estimada para alguns países

País	Elasticidade do Produto
EUA	0,29 – 0,64
Holanda	0,48
Japão	0,15 – 0,39
Alemanha	0,53 – 0,68
Canadá	0,63 – 0,77
Bélgica	0,54 – 0,57
Austrália	0,34 – 0,70

Fonte: Johanson *et al.* (1996).

De fato, tem sido comumente editado na literatura que um dos fatores que pode contribuir para o crescimento econômico é o investimento em infraestrutura. Os trabalhos de Aschauer (1989) e Munnel (1990) são considerados pioneiros nesta análise e os resultados obtidos nestes estudos, utilizando dados da economia americana, revelam uma elasticidade-renda entre estas variáveis em torno de 0,35 e 0,40.

O artigo de Aschauer (1989) para dados da economia norte-americana foi o primeiro a abordar esse tema. Estimado por método dos quadrados mínimos (*Ordinary Least Squares* – OLS), ele calculou que o crescimento de 1% no capital público implicaria aumento de 0,36% e 0,39% no produto. Munnel (1990) obteve estimativas semelhantes para dados regionais norte-americanos. Utilizando a série de infraestrutura *core* (ruas, rodovias, aeroportos, serviços de gás e eletricidade, sistemas de águas e esgotos e transporte em massa). Aschauer obteve uma estimativa para a elasticidade de 0,24. Uchimura e Gao (1993) estimaram a elasticidade do PIB em relação ao capital de infraestrutura e encontraram 0,19 para Coreia do Sul e 0,24 para Taiwan, enquanto Shah (1992) encontrou um valor de 0,05 para o México.

Uchimara e Gao (1993) estimaram uma elasticidade do PIB em relação à dotação de capital de infraestrutura (transportes e saneamento básico e comunitário) em torno de 0,19 e 0,24 para Coreia e Taiwan, respectivamente, enquanto Easterly e Rebelo (1993) analisaram o impacto do capital de infraestrutura em países em desenvolvimento, utilizando variáveis desagregadas, e encontraram elasticidade-renda do investimento de transportes e comunicações situadas entre 0,59 e 0,66.

Morrison e Schwartz (1992), por sua vez, desenvolveram um modelo teórico com intuito de explicitar o impacto dos fatores externos (infraestrutura) nos custos das firmas do setor de manufaturas e na produtividade da economia. Os resultados encontrados mostraram que a infraestrutura gera um benefício bastante significativo para as firmas.

No Brasil, a discussão empírica sobre os impactos do investimento em infraestrutura sobre a produtividade e o crescimento de longo prazo foi introduzida por Ferreira (1996). O autor apresentou argumentos teóricos e empíricos que corroboram a hipótese de que o capital público e os gastos com infraestrutura (telecomunicações, energia e transportes) afetam positivamente a produtividade e o crescimento, sendo os coeficientes encontrados bastante elevados, variando de 0,34 a 1,12.

Ferreira e Malliagros (1998) estimaram os efeitos da infraestrutura (telecomunicações, energia e transportes) sobre a produtividade brasileira. Por meio de um modelo de cointegração, estimam que o aumento de 1% no capital de infraestrutura leva a um aumento entre 0,48% e 0,53% na PTF, dependendo do modelo teórico utilizado para estimar a PTF.

Sousa (2002) considera que os gastos em infraestrutura são mais importantes do que outros indicadores convencionais, tais como potencial de mercado, subsídios e capital humano. Rocha e Giuberti (2005) desenvolveram um trabalho que tinha por objetivo avaliar a relação entre o gasto público por setor e o crescimento de longo prazo dos estados brasileiros. O objetivo do trabalho era encontrar quais os componentes do gasto público contribuíam para o crescimento estadual no período de 1986-2002. Para tanto, partiram do modelo desenvolvido por Devarajan *et al.* (1996) e concluíram que apenas o gasto com saúde não era estatisticamente significativo.

Um problema com a utilização de dados de séries de tempo na literatura de crescimento é que, frequentemente, as variáveis utilizadas são não estacionárias, podendo resultar na estimação de regressões espúrias. Entretanto, se estas variáveis forem integradas de mesma ordem *I(d)* e apresentarem uma tendência estocástica comum, então a estimação desta relação é válida e diz-se que essas variáveis são cointegradas. Neste caso, existe uma combinação linear entre as variáveis, que é estacionária. Assim, o primeiro passo é testar a presença de raiz unitária nas séries, o que pode ser feito pelo teste Dickey-Fuller Aumentado (ADF).

Para o caso brasileiro, Ferreira (1996) estimou o impacto do capital de infraestrutura federal (telecomunicações, energia elétrica, portos, setor marítimo e ferrovias) e o impacto do capital total sobre o PIB. As estimativas mostraram que um crescimento de 1% no capital de infraestrutura gerava, no longo prazo, um aumento de 0,34% e 1,12% no PIB, dependendo da taxa de depreciação utilizada (6%, 8,5% ou 10%). Quanto à série mais ampla, capital público total, o impacto estimado sobre o PIB situou-se entre 0,71% e 1,05%. O método de estimação utilizado para a obtenção dessas elasticidades foi o de cointegração. Os resultados mostram forte relação entre investimentos em infraestrutura e PIB no longo prazo.

Verifica-se, portanto, que a partir principalmente de artigos de Aschauer (1989) desenvolveu-se uma rica literatura empírica que busca estimar o impacto dos investimentos em infraestrutura sobre o nível e a taxa de crescimento da produtividade e do produto. Os resultados variam conforme a fonte de dados e técnicas utilizadas, mas na grande maioria destes estudos (Aschauer, 1989; Ai; Cassou, 1995; Canning; Bennathan, 1993; Easterly; Rebelo, 1993) as estimativas são, normalmente, significativas e de magnitudes expressivas e tendem a confirmar a hipótese que infraestrutura afetaria produtividade e produto.

Entre as estimativas mais agregadas, o artigo pioneiro de Aschaeur (1989) ainda hoje é a referência mais citada da literatura e ponto de partida da maioria dos trabalhos posteriores. Entre outros resultados, neste artigo estimou-se, utilizando dados anuais da economia americana, o impacto do capital público não militar sobre a produtividade total dos fatores. Parte-se de uma função de produção Cobb-Douglas em que, além de capital privado e trabalho, capital (ou investimento) público é um dos fatores de produção.

Os resultados obtidos por Aschauer mostram uma forte relação entre o capital público e a PTF. As elasticidades estimadas situam-se entre 0,35 e 0,49, dependendo da especificação do modelo econométrico. Munnel (1990), utilizando dados regionais americanos e modelo semelhante, obtém estimativas do impacto do capital público sobre produtividade e produto da mesma ordem de magnitude.

Estas estimativas são bastante otimistas quanto à influência produtiva do capital público, confirmando a hipótese de que infraestrutura pública é um importante determinante da produtividade. Aschauer utilizou o método de mínimos quadrados ordinários, o que pode ter viesado as estimativas, devido à endogeneidade ou simultaneidade de variáveis independentes. O método utilizado, como aponta Gramlich (1994), também apresenta um problema de tendência comum entre as séries de infraestrutura e as séries de produto ou produtividade utilizadas. Adicionalmente, a taxa de retorno do capital público, implícita nestas estimativas, é superior àquela do capital privado, um resultado em certa medida implausível, embora possa ser explicado devido a efeitos externos da infraestrutura.

A literatura que se seguiu ao artigo de Aschauer apresentou algumas soluções para estes problemas metodológicos. Ai e Cassou (1995) propõem um modelo dinâmico de equilíbrio geral na tradição dos modelos de crescimento neoclássico. Estimam a equação de Euler resultante do modelo por meio do método generalizado de momentos e chegam a valores para o coeficiente de G, bem menores, em torno de 0,15.

Ferreira e Issler (1995) estimam modelo semelhante ao de Aschauer (1989) com dados trimestrais americanos, mas levam em conta a não estacionaridade das variáveis. Utilizando métodos de cointegração, estimam uma elasticidade do produto

em relação ao capital público entre 0,19 e 0,273. O problema de simultaneidade é levado em conta, entre outros, em Flores de Fruto e Pereira (1993). Estes autores estimam um modelo de crescimento em que corrigem tanto endogeneidade quanto tendências comuns e encontram que o capital público é endógeno e é função positiva de variações do produto do setor privado e negativas por variações no emprego privado. Isto é, a infraestrutura pública seria complementar ao produto, mas substituta do trabalho. As taxas de retorno do capital público estimadas são bastante altas, embora um pouco menores que as em Aschauer (1989).

Embora haja ainda controvérsia sobre a real magnitude do impacto do capital público sobre o crescimento da produtividade da economia americana, há algum consenso de que ele é positivo e significativo. Este resultado, portanto, dá sustentação à hipótese levantada por alguns economistas (por exemplo, Morrison; Schwartz, 1992) de que a queda do ritmo de investimentos públicos nos Estados Unidos nas décadas de 1970 e 1980 pode explicar parte da desaceleração do crescimento da produtividade (e também do produto) que se verifica neste país a partir de 1973. A tabela 2 resume os principais trabalhos.

TABELA 2
Elasticidade do investimento em infraestrutura no crescimento econômico

Países	Elasticidade	Autor	Conceito de infraestrutura
EUA	0,39	Aschauer (1989)	Capital Público não militar
EUA	0,34	Munnell (1990)	Capital Público não militar
EUA	0,08	Ferreira (1993)	Capital Público não militar
França	0,08	Prudllomme (1993)	Capital público
Taiwan	0,24	Uchimura e Gao (1993)	Transporte, saneamento básico e comunitário
Coreia	0,19	Uchimura e Gao (1993)	Transporte, saneamento básico e comunitário
Israel	0,31 – 0,44	Bregman e Marom (1993)	Transporte, saneamento básico e comunitário
México	0,05	Shah (1988 e 1992)	Energia, comunicações e transportes
OECD	0,07	Canning e Fay (1993)	Transportes
Países em desenv.	0,07	Canning e Fay (1993)	Transportes
Países em desenv.	0,16	Eastely e Rebelo (1993)	Transporte e comunicações
Brasil	0,34 – 1,12	Ferreira e Malliagros (1998)	Telecomunicações, energia e transportes

Fonte: Rigolon; Piccinini (1997).

Mais recentemente, Broyer e Gareis (2013) também ressaltam a importância dos investimentos em infraestrutura para as economias França, Alemanha, Itália e Espanha. Os autores estimaram um modelo de Vetores Autoregressivos (VAR) com quatro variáveis (produto, emprego, investimento privado e gasto com in-

fraestrutura pública) para cada um dos países e encontraram resultados para as elasticidades que variaram de 0,09 até 0,22.

O presente trabalho pretende seguir de perto a metodologia utilizada por Broyer e Gareis (2013) para investigar, no caso do Brasil, o impacto da infraestrutura de transporte para o crescimento do PIB. O modelo empírico adotado e a descrição dos dados utilizados são objeto de discussão do item 3.

3 MODELO EMPÍRICO

a) Modelo teórico

O modelo econométrico utilizado neste estudo segue o modelo adotado por Broyer e Gareis (2013). O objetivo da modelagem é analisar o impacto do investimento público em transportes sobre o PIB. Para isso, utiliza-se um modelo de vetores autoregressivos (VAR), que é usado quando não há cointegração entre as variáveis. Assim, estimou-se um modelo contendo quatro variáveis, PIB (y_t), gasto público em infraestrutura de transportes (g_t), investimentos privados (e_t) e salários (s_t):

$$X_t = A_0 + A_1 X_{t-1} + \ldots + A_n X_{t-n} + \varepsilon_t,$$

com $X_t = [y_t, g_t, e_t, s_t]$.

b) Base de dados

Como já dito, o modelo foi elaborado seguindo os passos do trabalho de Broyer e Gareis (2013). O objetivo da modelagem é analisar o impacto do investimento público em transportes sobre o PIB. A partir dessa ideia, levantou-se uma base de dados trimestral para o PIB e os investimentos públicos em transportes (gastos públicos) e para as duas variáveis de controle, emprego (salários) e investimento privado.

Como os valores do PIB são divulgados trimestralmente pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), optou-se por uma base de dados trimestral. Os dados de investimento público foram retirados da Consultoria de Orçamento e Fiscalização Financeira da Câmara dos Deputados (COFF) para o período de 1995 a 2000, e do Siga Brasil do Senado Federal para o período de 2001 a 2012. Esta variável inclui os investimentos das estatais federais entre os anos de 2001 e 2012.[4] Cabe ressaltar que os dados disponíveis na COFF são anuais, de modo que foi necessário trimestralizá-los por interpolação linear. A base de dados do Siga Brasil é mensal. Na tabela 3 são apresentados os dados de Investimentos Públicos em Infraestrutura de Transportes anuais utilizados neste estudo:

4. Neste caso, tratam-se das empresas estatais do setor de transportes: as sete companhias Docas (CE, ES, BA, SP, PA, RJ e RN) e a Infraero.

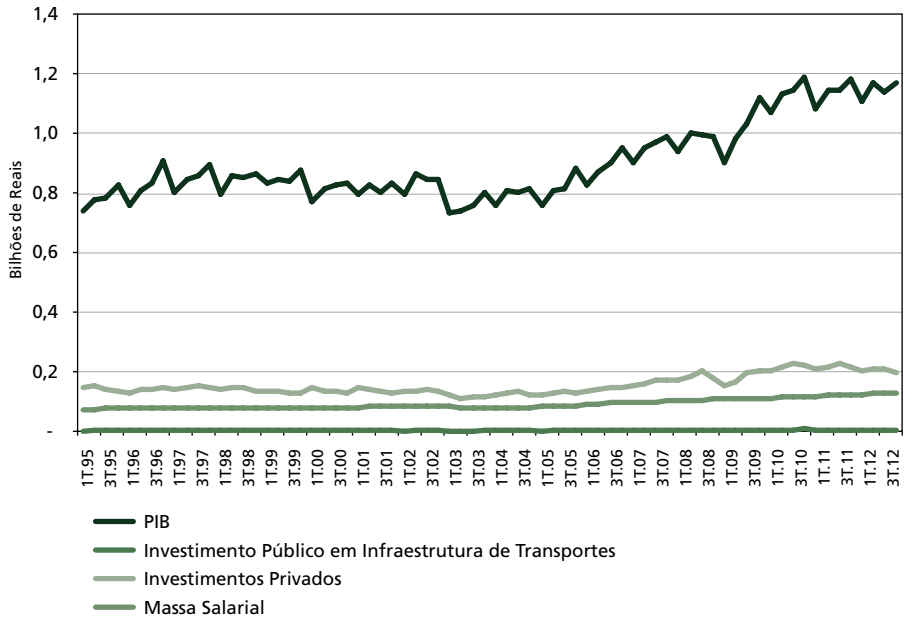
TABELA 3
Investimento público em infraestrutura de transportes – 1995-2012
(R$ bilhões)[1]

Ano	Inv. público em infra. de transp.	% do PIB
1995	2,74	0,09%
1996	4,52	0,14%
1997	6,36	0,19%
1998	7,14	0,21%
1999	3,83	0,11%
2000	4,00	0,12%
2001	7,40	0,23%
2002	3,08	0,09%
2003	1,19	0,04%
2004	4,13	0,13%
2005	5,88	0,18%
2006	8,57	0,24%
2007	9,95	0,26%
2008	10,12	0,26%
2009	13,97	0,35%
2010	18,45	0,41%
2011	17,30	0,38%
2012	13,52	0,29%

Fonte: COFF (1995-2000); Siga Brasil (2001-2012).
Nota: 1. Valores constantes deflacionados pelo IGP-M/FGV de dezembro de 2012.

As variáveis de controle, emprego e investimento privado também passaram por processo de interpolação linear, por serem dados anuais. O investimento privado foi calculado pela diferença entre a Formação Bruta de Capital Fixo – que inclui os investimentos privados em transportes – e a Formação Bruta de Capital Fixo do Governo. Para emprego, utilizou-se a Massa Salarial, que é dada pela multiplicação entre pessoal ocupado e rendimento médio do trabalhador. O valor da massa salarial foi corrigido pelo deflator da PNAD, enquanto que as demais variáveis foram corrigidas pelo Índice Geral de Preços de Mercado (IGP-M), com ano-base 2012. O gráfico 1 apresenta as quatro variáveis: PIB, investimento público em infraestrutura de transportes, investimento privado e massa salarial.

GRÁFICO 1
Visão prévia ao modelo das variáveis (1995-2012)



Fonte: COFF (1995-2000); Siga Brasil (2001-2012); IBGE (2014); Ipeadata (2014).
Elaboração dos autores.

A primeira observação que se faz pelo gráfico é que o investimento público em infraestrutura de transportes é, em valores, muito pequeno frente às demais variáveis, com uma média de apenas R$ 1,97 bilhão ao trimestre, desde o primeiro trimestre de 1995 até o quarto trimestre de 2012. No entanto, houve um crescimento da média a partir de 2007, para R$ 3,47 bilhões. O comportamento de média, desvio padrão e variância das variáveis pode ser visto na tabela 4:

TABELA 4
Estatísticas das variáveis pré-modelo econométrico

	PIB	Inv. público infra. trans.	Investimentos privados	Massa salarial
Média*	901,21	1,97	155,19	91,47
Desvio padrão*	129,89	1,49	32,10	16,18
Variância**	16.870,19	2,23	1.030,45	261,73

Elaboração dos autores.
Notas: * Bilhões de reais. ** Bilhões ao quadrado de reais

Também é interessante notar, pelo gráfico, que o comportamento do Investimento Privado e da Massa Salarial acompanham o PIB (indicando uma provável correlação). Observando o comportamento do PIB, é visível que entre 1995 e 2003 ele apresentou baixo crescimento, de apenas 0,41% ao trimestre, enquanto que entre 2003 e 2012 o crescimento foi de 1,18% ao trimestre.

O passo seguinte, a partir de dados de população do IBGE, foi transformar as variáveis em valores *per capita*, seguindo o modelo europeu. Além disso, ainda seguindo o modelo de Broyer e Gareis (2013), incluíram-se mais duas variáveis exógenas. A primeira, uma *dummy* de tendência temporal para o PIB, devido à relevância desta variável ao mostrar o comportamento da economia nacional como um todo. Já a segunda uma *dummy* centrada no segundo trimestre de 2003, quando a série do PIB real chega a seu valor mais baixo e assume uma tendência de crescimento mais forte, como mostra o gráfico anterior.

c) Resultados

Nesse trabalho, o modelo VAR é composto por quatro variáveis, uma *dummy* de tempo, uma *dummy* de inversão e uma constante. Foram realizados testes para verificar a congruência e estabilidade do modelo. Verificou-se que todas as raízes inversas de *X* ficaram dentro do círculo unitário, garantindo a estabilidade do modelo.[5]

Foi selecionada a ordem de defasagem de cinco períodos, considerando três critérios estatísticos de seleção: critério de informação de Akaike (AIC); Critério de informação de Hannan-Quinn (HQIC) e critério do erro de predição final (FPE) (tabela 5).

TABELA 5
Definição do número de defasagens (AIC, HQIC e FPE)

	FPE	AIC	HQIC	Defasagem utilizada
Lag	5	5	5	5

Elaboração dos autores.

O teste de cointegração de Johansen mostra que as variáveis não cointegram, de modo que é viável rodar o modelo em VAR (tabela 6)

5. Diferente de modelos alternativos testados, incluindo um modelo em que na variável de investimentos em transportes somaram-se os valores de investimentos em transportes públicos e privados. Neste caso, o modelo não era estável, pois os investimentos em transportes (públicos e privados) e os investimentos privados sem transportes não tinham resíduos com distribuição normal e os investimentos privados sem transportes não tinham relação de causa com o PIB.

TABELA 6
Teste de cointegração de Johansen

Trend: Const.		Num. Obs = 67	
Amostra: 1996t2 – 2012t4		Lags = 5	
Ranking Máximo	LL	Estatística *t*	5% valor crítico
0	-499,31	35,89	47,21
1	-489,71	16,70	29,68
2	-485,50	8,27	15,41
3	-482,46	2,19	3,76
4	-481,36	-	-

Elaboração dos autores.

Assim, foi possível estimar o modelo X_t. Os coeficientes do modelo apresentaram, em sua maioria, os sinais esperados pela abordagem teórica utilizada, isto é, os investimentos públicos em infraestrutura de transportes e investimentos privados impactam positivamente o PIB. Algumas defasagens apresentaram sinais negativos, sugerindo que o impacto sobre o PIB pode variar ao longo dos anos, no entanto, todos os coeficientes com sinal negativo foram não significativos a 10%, com duas exceções. A primeira diz respeito à segunda defasagem do salário, que foi significativo a 10% e apresentou sinal negativo. Isso pode implicar que um aumento dos salários pode trazer um crescimento para o PIB inicialmente, mas ao reajustar os preços da economia, no segundo período haveria um impacto negativo sobre o PIB. A segunda exceção é a quinta defasagem do PIB, que apresenta sinal negativo e é significante a 1%, sugerindo que o crescimento do PIB no passado poderia causar sua redução no presente.

Outro ponto interessante de ser observado nos resultados do modelo VAR é que os coeficientes dos investimentos públicos em infraestrutura de transportes são positivos para as primeiras defasagens, apresentando coeficiente negativo não significativo apenas na última defasagem. Isso implicaria que os investimentos públicos de anos passados perderiam sua relevância, precisando ser renovados constantemente. No entanto, os investimentos privados apresentam coeficientes negativos para as primeiras defasagens, indicando o custo inicial do investimento, que só tem retorno após alguns anos (tabela 7).

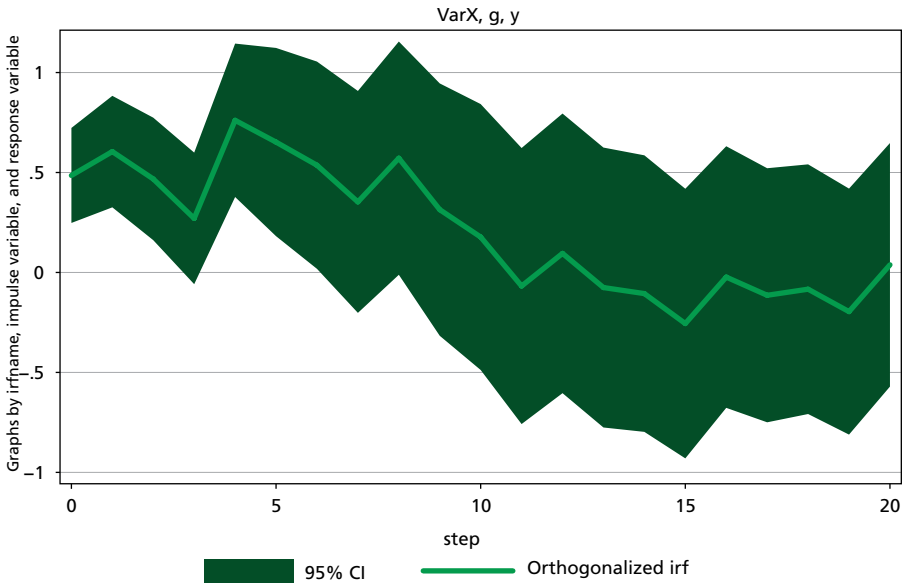
TABELA 7
Coeficientes estimados modelo VAR

		Var. dep.=y_t
Variável	Coeficiente	Estatística *t*
Constante	389,104	0,009
D1	-0,432	0,609
Dt	-0,668	0,083
g_1	0,012	0,111
g_2	0,003	0,619
g_3	0,004	0,527
g_4	0,023	0,002
g_5	-0,010	0,176
e_1	-0,027	0,788
e_2	-0,033	0,779
e_3	-0,122	0,329
e_4	0,114	0,321
e_5	0,126	0,145
s_1	1,217	0,068
s_2	-2,231	0,056
s_3	1,485	0,212
s_4	-0,101	0,922
s_5	0,322	0,563
y_1	0,496	0,001
y_2	0,035	0,789
y_3	-0,165	0,191
y_4	0,286	0,026
y_5	-0,593	0,000

Elaboração dos autores.

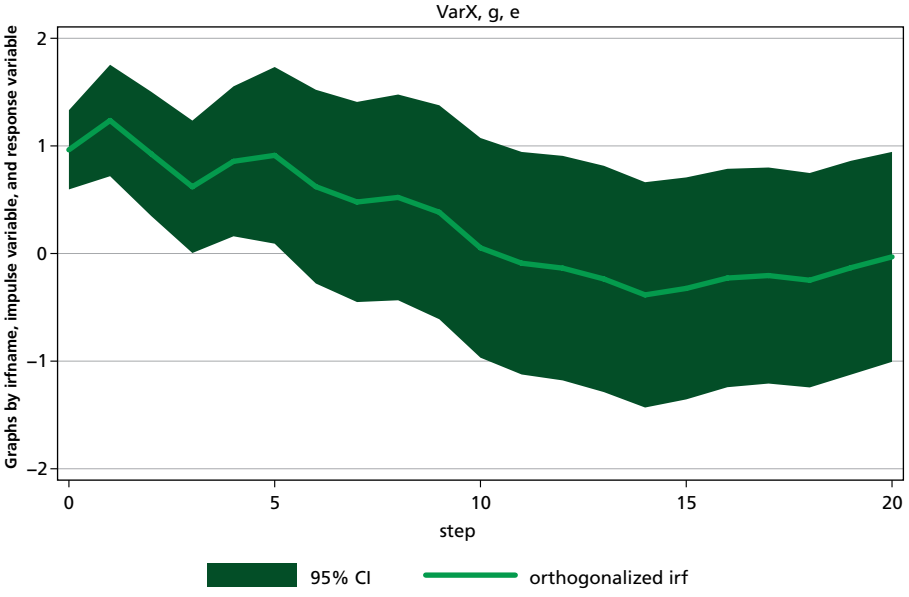
Nos gráficos a seguir (2 a 4), mostra-se a dinâmica entre as variáveis estudadas por meio de função impulso-resposta (IRF), que mede a porcentagem de desvio de cada variável considerando seu equilíbrio de longo prazo. O foco é dado para a resposta dinâmica do PIB (y_t), investimentos privados totais (e_t) e massa salarial (s_t) a um único choque exógeno em investimento público em infraestrutura de transportes (g_t). Nos gráficos a seguir, a linha verde claro representa a média da IRF e a verde escuro é o intervalo de confiança com valores superiores e inferiores para o erro padrão da estimação, no eixo vertical temos o impacto sofrido pela variável em termos percentuais e no eixo horizontal os períodos após o choque inicial (gráficos 2, 3 e 4).

GRÁFICO 2
Resposta de log do PIB



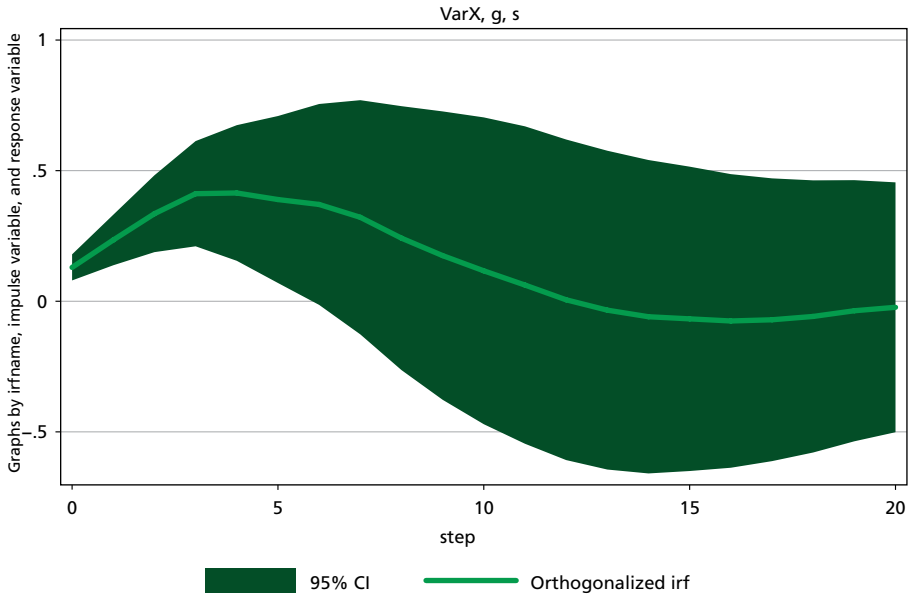
Elaboração dos autores.

GRÁFICO 3
Resposta de log do investimento privado



Elaboração dos autores.

GRÁFICO 4
Resposta de log da massa salarial



Elaboração dos autores.

Pelos gráficos é visível o impacto positivo de um aumento nos investimentos públicos em infraestrutura de transportes para todas as variáveis. O comportamento dos gráficos mostra que o choque é maior nos primeiros anos, diminuindo com o passar do tempo. O pico 0,82% da IRF entre investimento público em transporte e PIB ocorre no 4º ano, já para as outras duas variáveis, investimento privado e massa salarial, ocorre no 2º ano (1,25%) e 7º ano (0,54%), respectivamente.

A função impulso-resposta é importante, pois mostra o impacto em períodos futuros sobre a variável resposta de um aumento de uma unidade na variável impulso no presente. No caso estudado, o modelo estimado mostra que um aumento de uma unidade nos investimentos públicos em transportes está associado com uma resposta crescente até vinte anos após o investimento inicial no PIB.

Este resultado reflete a qualidade do impacto do investimento público em infraestrutura de transportes sobre o PIB, pois mostra a associação entre um investimento e o crescimento do PIB no futuro. O quanto esse crescimento pode vir a ser é dado pela elasticidade do PIB em relação aos Investimentos Públicos e Privados. Como o modelo utilizado está em log, o próprio coeficiente da equação estimada nos dá as elasticidades de curto e longo prazo. A tabela 8 apresenta as elasticidades do PIB (y_t) em relação ao gasto público em infraestrutura de transporte (g_t) para o primeiro ano, o quarto ano e o longo prazo.

TABELA 8
Elasticidade do PIB em relação ao investimento público em infraestrutura de transporte

Variável	1º ano	4º ano	Longo Prazo
y_t	0,012	0,023	0,032

Elaboração dos autores.

Observa-se que o impacto nos primeiros anos é comparativamente menor em relação ao longo prazo, apresentando um comportamento crescente. No primeiro ano, a elasticidade do PIB é de 0,012, ou seja, para cada 1% de aumento no investimento público em transporte, tem-se um aumento de 0,012% no PIB. No quarto ano sobe para 0,023 e no longo prazo chega a 0,032. Isso implica que, para o modelo estimado, o impacto de investimentos públicos em transportes é crescente ao longo do tempo, de modo que ele se justifica, seja no curto ou no longo prazo.

Esses resultados são condizentes com o modelo estimado por Broyer e Gareis (2013) para os países da União Europeia (tabela 9). Em particular no que se refere à elasticidade de longo prazo, que tende a ser maior em países com menos estoque de infraestrutura, como países em desenvolvimento, o caso brasileiro.

TABELA 9
Elasticidade do PIB em relação ao investimento público em infraestrutura de transporte

País	1º ano	5º ano	Longo Prazo
França	0,02	0,11	0,14
Alemanha	0,28	0,22	0,20
Itália	0,02	0,20	0,22
Espanha	0,04	0,17	0,09

Fonte: Broyer; Gareis (2013).

Além da estimação do modelo VAR, foi feito também o cálculo do coeficiente de correlação entre investimento público em infraestrutura de transporte e investimento privado em transporte. O objetivo foi verificar se o investimento público e o investimento privado são complementares ou substitutos. O resultado encontrado foi um índice de correlação de 0,88 entre os investimentos anuais em valores reais. Verifica-se, portanto, uma correlação positiva muito forte entre as duas variáveis. Assim, pode-se concluir que o investimento público em transporte e o investimento privado em transporte caminham na mesma direção e um não substitui o outro.

4 CONCLUSÃO

A principal conclusão do trabalho é que os investimentos em infraestrutura de transportes, de fato, têm uma importância significativa para o crescimento econômico do Brasil. São capazes de alavancar o crescimento econômico. No primeiro ano, a elasticidade do investimento público em infraestrutura de transporte em relação ao PIB é de 0,012, ou seja, para cada 1% de aumento no investimento público em transporte, tem-se um aumento de 0,012% no PIB. No quarto ano, sobe para 0,023 e no longo prazo chega a 0,032. Isso implica que, para o modelo estimado, o impacto de investimentos públicos em transportes é crescente ao longo do tempo.

Fazendo uma breve análise, considerando os valores de PIB (R$ 4,59 trilhões) e Investimento público em transportes (R$ 13,52 bilhões) em 2012, constata-se que se houvesse um aumento de 1% no total investido naquele ano (R$ 135,2 milhões), pela elasticidade encontrada, no curto prazo, o aumento no PIB seria de R$ 550,6 milhões, aproximadamente quatro vezes o valor investido inicialmente. No longo prazo, o acréscimo ao PIB seria de R$ 1.468,3 milhões, cerca de onze vezes o investimento inicial em infraestrutura.

Além disso, verificou-se também que os investimentos públicos em transporte e os investimentos privados em transporte têm uma correlação positiva e forte igual a 0,88. Este resultado é também importante e mostra a complementaridade entre os investimentos público e privado em transporte.

A análise feita se restringe à infraestrutura de transportes. É evidente que o conceito de infraestrutura é mais amplo, como mostrado no início do artigo. Mas, independente disso, o presente estudo reforça a necessidade de investimentos na infraestrutura no Brasil e confirma o que tem sido discutido na literatura, ou seja, o capital de infraestrutura de um país exerce uma influência extremamente importante no processo produtivo.

Finalmente, pode-se dizer que os resultados de Aschauer (1989) para a economia americana se mantêm verdadeiros para o caso brasileiro. No cenário atual, onde as preocupações se voltam para a identificação de variáveis que possam impulsionar o crescimento econômico do país, os resultados encontrados neste artigo sinalizam um caminho importante para onde os investimentos devem ser direcionados.

REFERÊNCIAS

AI, C.; CASSOU, S. A normative analysis of public capital. **Applied Economics**, n. 27, p. 1201-1209,1995.

ASCHAUER, D. A. Is Public expenditure productive? **Journal of Monetary Economics**, v. 23, p. 177-200, 1989.

BANCO INTERAMERICANO DE DESENVOLVIMENTO – BID. **Um nuevo impulso para la integración de la infraestructura regional em América del Sur**. Disponível em: <http://www.iadb.org/intal/publicaciones/infraestructura_bid.pdf>.

BARRO, R. Government spending in a simple modelof endogenous growth. **Journal of Political Economy**, v. 98, 1990.

BENNATHAN, E.; CANNING, D. **The social rate of return to infrastructure investments**. [S.l.]: World Bank, 2002. (Policy Research Discussion Paper, n. 239).

BORÇA JR., G.; QUARESMA, P. **Perspectivas de investimento na infraestrutura 2010-2013**. Rio de Janeiro: BNDES, 2010. (Visão do Desenvolvimento, n. 77).

BRICEÑO-GARMENDIA, C.; ESTACHE, A.; SHAFIK, N. **Infrastructure services in developing countries**: access, quality, costs and policy reform. [S.l.]: World Bank, 2004. (Policy Research Working Paper, n. 3468).

BROYER, S.; GAREIS, J. Investing for growth: is public investment in infrastructure the key to Europe's deficit crises? **Natixis**, 2 May 2013.

CALDERÓN, C.; SERVÉN, L. The output cost of Latin America's infrastructure gap. *In*: **The limits of stabilization**: infrastructure, public deficits and growth in Latin America. [S.l.]: Stanford University Press 2, 2003.

CAMPOS NETO, C. A. S.; FERREIRA, I. M. As interfaces da infraestrutura com o desenvolvimento – aspectos conceituais. *In*: CAMPOS NETO, C. A. S.; PÊGO, Bolívar (Org.). **Infraestrutura econômica no Brasil**: diagnósticos e perspectivas para 2025. Brasília: Ipea, 2010. v. 1.

CANNING, D.; FAY, M. The Effect of Transportation Networks on Economic. **Central Bank of Chile Working Papers**, n. 186,1993.

DEVARAJAN, S.; SWARROUP,V. ZOU, H. The composition of public expenditure and economic growth. **Journal of Monetary Economics**, v. 37, p. 313-44, 1996.

DUGALL, V., SALTZMAN, C.; KLEIN, L. Infrastructure and productivity: a non linear approach. **Journal of Econometrics**, v. 92, p. 47-74, 1999.

EASTERLY, W.; REBELO, S. Fiscal policy and economic growth: an empirical investigation. **Journal of Monetary Economics**, v. 32, p. 417-458, 1993

ESTACHE, A.; FAY, M. **Current debates on infrastructure policy**. [S. l.]: World Bank, 2007. (Policy Research Working Paper, n. 4410).

FAY, M.; MORRISON, M. **Tendências recentes e principais desafios**. Banco Mundial. Departamento de Infraestrutura, Finanças e Setor Privado. Região da América Latina e do Caribe, ago. 2005.

FERNALD, J. Roads to prosperity? Assessing the link between public capital and productivity. **American Economic Review**, v. 89, n. 3, 1999.

FERREIRA, P. C.E; DUTRA, J. C. Impactos da infraestrutura sobre a competitividade. In: BONELLI, R. (Org.). **A agenda de competitividade no Brasil**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011.

FERREIRA, P. C.; ISLLER, J. V Times series properties and empirical evidence of growth and infrastructure. **Revista de Econometria**, v. 18, n. 1, p. 31-71, 1998.

FERREIRA, P. C.E; MALLIAGROS, T. G. Impactos produtivos da infra-estrutura no Brasil: 1950-1995. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 28, n. 2, p. 315-338, 1998.

FERREIRA, P. C. Investimento em infra-estrutura no Brasil: fatos estilizados e relações de longo prazo. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 26, n. 2, p. 231-252, ago. 1996.

FLORES DE FRUTOS, R.; PEREIRA, A. M. **Public capital and aggregate growth in the United States**. Is public capital productive? University of California, 1993. (San Diego Discussion Paper, v. 93, n.131).

GIAMBIAGI, F.; PINHEIRO, A. C. **Além da euforia**: riscos e lacunas do modelo brasileiro de desenvolvimento. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2012.

GOMES, V.; PESSOA, S. de A.; VELOSO, F. **A evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira**: uma visão comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2003.

GRAMLICH, E. M. Infrastructure investment a review essay. **Journal of Economics Literature**, v. 32, n. 3, 1994.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 1997.

JOHANSSON *et al*. **Infrastruktur, produktivitet och tillväxt**. Stockholm: En kunskapsöversikt, KTH, 1996.

MORRISON, C. J.; SCHWARTZ, E. A. State infrastructure e productive performance. **NBER working Paper,** n. 3981, 1992.

MUNNEL, A. H. How does public infrastructure affect regional economic performance. **New England Economic Review**, Sep. 1990.

NÓBREGA, M.; PITOLI, A. Infraestrutura para o crescimento. In: GIAMBIAGI, F.; PORTO, C. (Org.). **Proposta para o governo 2015-2018**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2014.

PINTO JR., H. Q (Coord.). **Perspectivas do investimento em infraestrutura**. Rio de Janeiro: Ed. Synergia, 2010. (Projeto Perspectiva do Investimento no Brasil – PIB).

RIGOLON, F. J. Z.; PICCININI, M. S. **O investimento em infraestrutura e a retomada do crescimento econômico sustentado**. Rio de Janeiro: BNDES, 1997. (Texto para discussão, n. 63).

ROCHA, F.; GIUBERT, A. C. Composição dos gastos públicos e crescimento econômico: um estudo em painel para os estados brasileiros. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 33., 2005, Natal. **Anais...** Natal: ANPEC, 2005.

ROCHA, C. H.; TEIXEIRA, J. R. Complementaridade *versus* substituição entre investimento público e privado na economia brasileira 1965-90. **Revista Brasileira de Economia**, v. 50, n. 3, 1996.

RODRIK, D. Where did all the growth go? External shocks, social conflict and growth collapses. **Journal of Economic Growth**, v. 4, n. 4, 1999.

SÁNCHEZ, R. J. (Coord.). **Redes infraestructurales en América Latina**. Cepal: Santiago do Chile, 2009.

SHAH, A. **Dynamics of public infrastructure and private sector profitability and productivity**. [S.l.]: World Bank, 1992.

SOUSA, F. L. A localização da indústria de transformação brasileira nas últimas três décadas. *In:* ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS REGIONAIS, 2., 2002, São Paulo. **Anais...** São Paulo: [S.n.], 2002.

STRAUB, S. **Infrastructure and growth in developing countries**: recent advances and research challenges. [S.l.]: World Bank, 2008. (Policy Research Working Paper, n. 4460).

UCHIMURA, K.; GAO, H. **The importance of infrastructure on economic development**. [S.l.]: World Bank, 1993. Mimeografado.

VELLOSO, J. P.R. (Coord.). **Brasil**: visão de país e impulso à competitividade. Rio de Janeiro: Editora José Olympio, 2012.

VELLOSO, R.*et al.* **Infraestrutura:** os caminhos para sair do buraco. Rio de Janeiro: Fórum Nacional, INAE, 2012.

CAPÍTULO 14

DETERMINANTES REGIONAIS DA PRODUTIVIDADE INDUSTRIAL: O PAPEL DA INFRAESTRUTURA

Daniela Schettini*
Carlos Azzoni**

1 INTRODUÇÃO

Os modelos mais recentes de crescimento econômico buscam demarcar os determinantes da produtividade econômica. Entre os fatores estruturais que motivam o crescimento continuado de um país, destaca-se o papel da infraestrutura. Por ser caracterizada por externalidades positivas, a infraestrutura é, em geral, subofertada, gerando sério comprometimento sobre a capacidade produtiva do país. Abrangendo diversas frentes, como transportes, telecomunicação, serviços de utilidade pública etc., os investimentos em infraestrutura geram acumulação de capital físico, determinando a condição e a capacidade de produção e, assim, a competitividade de uma firma, região e país.

O papel da infraestrutura para o desenvolvimento econômico tem sido extensivamente tratado na literatura. Para o caso brasileiro, o trabalho de Ferreira e Malliagros (1997) é fundamental; Domingues, Magalhães e Faria (2009) utilizam o modelo de equilíbrio geral computável para avaliar os impactos dos investimentos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) no estado de Minas Gerais. O objetivo deste trabalho é investigar como a oferta de infraestrutura local influencia a produtividade da indústria nas regiões do Brasil. Para tanto, analisa-se o comportamento da produtividade das empresas de acordo com a infraestrutura regional ofertada, buscando-se avaliar se essa infraestrutura disponível na região afeta o desempenho das empresas. Como etapa intermediária, busca-se criar indicadores que representem os níveis de infraestrutura existentes em cada região.

Torrisi (2009) oferece uma análise crítica de quatro diferentes maneiras de tratar a relação entre infraestrutura e *performance* econômica: o enfoque de função de produção, que é adotado neste trabalho; o uso da função custo; de modelos de crescimento; e modelos de vetores autorregressivos. Sua revisão indica que, guar-

* Professora doutora do Instituto de Relações Internacionais da Universidade de São Paulo (USP).
**Professor titular do Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEAUSP).

dados todos os cuidados com as limitações de cada enfoque, a conclusão geral é que a infraestrutura tem um papel de melhorar a *performance* econômica, resultado esse que é robusto para vários estudos, independentemente do enfoque utilizado.

Deliktas, Onder e Karadag (2009) constitui um exemplo do uso de modelos autorregressivos. Analisando o caso da indústria na Turquia, os autores concluem que o efeito do capital público instalado na região capta apenas parte do efeito sobre o crescimento regional, sendo necessário incluir também o capital das regiões vizinhas. Seus resultados indicam que os efeitos diretos do capital público são positivos apenas em algumas regiões, mas os investimentos indiretos são quase sempre positivos. Enfoque similar é utilizado em Ferreira e Azzoni (2011), embora nesse caso o que se estuda é se a evolução do investimento em infraestrutura no Brasil foi afetada pelas mudanças institucionais que atingiram o setor nos anos 1990, basicamente a privatização.

Um exemplo de análise do papel da infraestrutura em modelos de crescimento regional está em Crescenzi e Rodríguez-Pose (2012). Além de apresentarem uma revisão da literatura a respeito do controverso papel dos investimentos em infraestrutura sobre o crescimento, principalmente sobre a possível inversão de causalidade, os autores analisam os impactos sobre o crescimento regional de investimentos em infraestrutura de transporte na União Europeia entre 1990 e 2004, em relação a outros fatores que condicionam o crescimento, como inovações, migração e um "filtro social" local (indicador composto, baseado na combinação de variáveis que refletem o dinamismo socioeconômico, precondições estruturais que podem influenciar mudanças). Seus resultados indicam que a dotação de infraestrutura de transporte tem fraca influência sobre o crescimento, sendo que as variáveis relevantes para tanto são o filtro social, a capacidade de inovação e a capacidade regional de atrair imigrantes.

Ainda no âmbito regional, Grimes (2014) faz excelente síntese da literatura e oferece dois modelos para analisar a relação entre infraestrutura e crescimento. No primeiro modelo, considera que o efeito de adições de infraestrutura na atividade regional depende dos seus impactos diretos na produtividade local, nas amenidades locais e no preço de bens não transacionados, basicamente imóveis. O segundo modelo é mais interessante, pois trata investimentos grandes de infraestrutura como uma opção real, que dá ao setor privado a opção, mas não a obrigação, de crescimento futuro. Esse valor de opção deveria ser adicionado aos benefícios da infraestrutura tradicionalmente medidos na literatura. O modelo chama a atenção para o fato de que, no caso de um investimento grande de infraestrutura, o enfoque tradicional, que envolve certeza, subavalia os benefícios do novo investimento quando os resultados futuros são incertos.

Este trabalho adota uma variante do modelo de função de produção, nos termos da taxionomia apresentada por Torrisi (2009). São estimados modelos de fronteira estocástica, que permitem relacionar eficiência produtiva e infraestrutura, possibilitando realizar inferências sobre como a infraestrutura afeta o desempenho produtivo da indústria, fundamental para subsidiar discussões para formuladores de políticas econômicas e estratégicas. Enfoque idêntico foi empregado por Mastromarco e Woitek (2006), no caso italiano, que é relevante para a análise da experiência brasileira pelos persistentes desníveis regionais de crescimento e produtividade comum aos dois casos. Este estudo conclui que o impacto da infraestrutura sobre a eficiência é sempre positivo, principalmente para o que chama de infraestrutura fundamental.[1] Esta opção metodológica está menos afetada pelo sério problema da causalidade reversa, extensamente tratado na literatura. Trata-se de saber em que medida o nível de infraestrutura de uma região causa seu crescimento, ou, ao contrário, seja o resultado desse crescimento. Esse problema é particularmente importante nos modelos de crescimento regional, como discutem detalhadamente Crescenzi e Rodríguez-Pose (2012).

Neste trabalho, construiu-se um painel de dados considerando as informações da indústria de transformação nas mesorregiões brasileiras de 2000 a 2010. Este texto está organizado da seguinte forma: na seção 2 apresenta-se o modelo a ser estimado; na seção 3 demonstram-se os procedimentos e resultados da construção das variáveis de infraestrutura no nível mesorregional; na seção 4 expõem-se e discutem-se os resultados e, na última seção, apresentam-se as conclusões do trabalho.

2 MODELO

Indicadores regionais de produtividade são construídos a partir de estimativas de funções de produção ou custo. Há algumas metodologias (paramétricas e não paramétricas) disponíveis que calculam estimativas de produtividade ou eficiência setorial, como a de fronteira estocástica, as estimações sugeridas por Olley e Pakes (1996) e a Análise Envoltória de Dados (DEA, em inglês). Essas metodologias permitem a obtenção de estimativas de produtividade setorial e regional.[2] Neste estudo, utiliza-se a metodologia de fronteira estocástica, em que o ajuste de uma função de produção para uma fronteira de produção baseia-se principalmente na substituição da hipótese da distribuição simétrica dos erros estatísticos em torno da média zero. Além do elemento aleatório e simetricamente distribuído em torno do zero, inclui-se um elemento assimétrico, tendo-se como resultado um erro composto (assimétrico e com média diferente de zero). Assim, os desvios da

1. Core *infrastructure*, constituída por estradas, aeroportos, ferrovias, portos, linhas de eletricidade e água, e telecomunicações.

2. Uma discussão mais extensa a respeito das metodologias e resultados de produtividade industrial pode ser encontrada em Schettini (2010).

fronteira de produção têm duas fontes: primeiro, a ineficiência produtiva, cujo componente entra negativamente na expressão, pois o valor observado do produto de qualquer firma não eficiente deve estar abaixo da fronteira; segundo, o termo de erro aleatório, que pode assumir qualquer sinal, indicando que alguns desvios da fronteira fogem ao controle das firmas.

De forma geral, a fronteira estocástica de produção pode ser escrita da seguinte forma:

$$y = f(x, \beta)\exp(v - u)$$

em que y é o produto; x representa os insumos; β são os parâmetros de tecnologia; v é o ruído estatístico, com distribuição normal de média zero e variância σ_v^2 e u o termo não negativo que captura efeitos da ineficiência técnica, com variância σ_u^2. Os parâmetros a serem estimados são β, σ_v^2 e σ_u^2. Considera-se que u e v são independentes, ou seja, o erro aleatório não tem poder explicativo na ineficiência u, e que ambos os termos não são correlacionados com as variáveis explicativas. Se a ineficiência for positiva ($u > 0$), o produtor opera abaixo da fronteira; caso a ineficiência seja nula ($u = 0$), o produtor está sobre a fronteira. Se a distribuição dos resíduos for conhecida, todos os parâmetros podem ser estimados mais eficientemente por máxima verossimilhança.

Um dos objetivos dos modelos de fronteira estocástica é a obtenção da eficiência técnica (TE, em inglês) do produtor. Se a fronteira de produção estiver especificada em logaritmo, como usual, a TE é obtida pela razão do produto observado sobre o produto devido ao termo puramente estocástico, conforme equação a seguir, e assume valores entre zero e um.

$$TE_i = \frac{y_i}{f(x_i;\beta)\exp(v_i)} = \frac{f(x_i;\beta)\exp(v_i)\exp(-u_i)}{f(x_i;\beta)\exp(v_i)} = \exp(-u_i)$$

A aplicação da fronteira estocástica a dados em painel revela evidências mais confiáveis, na medida em que indica o comportamento do desempenho da mesma firma em vários períodos no tempo. Além de obter parâmetros e previsores mais eficientes e estimadores consistentes para a TE, os dados em painel permitem relaxar algumas hipóteses a respeito da distribuição dos termos do erro composto e da correlação entre as variáveis independentes e o termo de ineficiência.

Outro objetivo em utilizar a metodologia de fronteira estocástica é a possibilidade de incluir certa heterogeneidade das firmas, por meio da introdução de variáveis que afetem a média da distribuição do termo de ineficiência, estimando o modelo por máxima verossimilhança em apenas um estágio e utilizando a distri-

buição normal truncada para o termo de ineficiência *u*. O modelo a ser estimado transforma-se conforme a equação a seguir.

$$\ln y_{it} = x_{it}\beta + v_{it} - u_{it}$$
$$v_{it} \sim N[0, \sigma_v^2]$$
$$u_i = |U_r|$$
$$U_i \sim N[\mu_i, \sigma_u^2]$$
$$\mu_i = \mu_0 + z_i\mu_1$$

$$i = 1, \ldots, N$$
$$t = 1, \ldots, T$$

em que z_i representa variáveis que afetam a média da ineficiência da firma.

A última etapa consiste na inclusão de variáveis de infraestrutura entre as que influenciam a média da ineficiência da firma, buscando identificar de que forma a infraestrutura afeta a eficiência produtiva.

3 MENSURAÇÃO DA INFRAESTRUTURA REGIONAL

A construção do indicador de infraestrutura deveria refletir a eficiência da infraestrutura local em diversas frentes, como transportes, comunicações e serviços públicos básicos. A análise pode ocorrer a partir do índice agregado, como também por meio de seus componentes, gerando um valor representativo para cada região brasileira. Há alguns índices de temáticas semelhantes construídos nesse sentido, como o Logistic Performance Index (LPI), do Banco Mundial, desde 2007 (World Bank, 2012), e o World Economic Forum (WEF, 2011), que, em seu relatório anual de competitividade global, investiga, por meio de entrevistas, a qualidade da infraestrutura em vários países, considerando transportes, energia e telecomunicações.

Apesar de esses índices trazerem uma visão relativa sobre o Brasil no mundo, eles não consideram as particularidades regionais do país e outros setores de infraestrutura como comunicações, serviços de utilidade pública etc. Dessa forma, buscaram-se indicadores de infraestrutura em nível estadual e regional, tendo-se encontrado dados cobrindo os anos de interesse apenas para algumas variáveis, listadas a seguir. Embora se reconheça a limitação destas para representar a importância da infraestrutura para o crescimento, acredita-se que os níveis encontrados em cada área para tais variáveis podem ser um indicador do nível geral de infraestrutura disponível na região.

As estatísticas descritivas das variáveis de infraestrutura listadas a seguir constam na tabela 1.

TABELA 1
Estatísticas descritivas (dados por mesorregiões)

	Média	Mínimo	Máximo	Desvio-Padrão
Produto (R$ milhões)	137	0,04	4.150	337
Trabalho	1.189	20	5.151	1.032
Capital (R$ milhões)	500	0,011	27.200	1.700
Rodovias	0,068	0,001	0,39	0,06
Esgoto	0,781	0	17,92	1,87
Iluminação	0,776	0,07	12,99	1,33
Água	0,778	0,03	14,90	1,49
Infraestrutura urbana	1,32	0,09	24,66	2,56
Telefonia	326	10,30	8.353,40	810,50
Internet	61,3	0	3.714,00	215,80

Fonte: PIA (IBGE), DNIT, CNT e Telebrasil.
Elaboração dos autores.

3.1 Infraestrutura rodoviária

A extensão total das estradas pavimentadas foi obtida junto ao Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT).[3] No nível estadual, tomaram-se os quantitativos de total de estradas pavimentadas, independentemente do número de faixas, e introduziram-se indicadores de qualidade das rodovias estaduais, apresentados pela Confederação Nacional do Transporte (CNT), Pesquisa CNT de rodovias.[4] Nessa pesquisa, a qualidade das estradas nos estados é classificada em cinco categorias: ótimo, bom, regular, ruim e péssimo. Atribuíram-se pesos de 1 a 5 para essas categorias e expressou-se a nota média de cada estado em relação à média nacional. Finalmente, multiplicou-se a extensão da rede pavimentada em cada estado pela razão de qualidade do estado com respeito à média nacional. Estados com qualidade acima da média nacional tiveram suas redes aumentadas, e estados com qualidade inferior, diminuídas. Assim, tem-se informação tanto de quantidade quanto de qualidade da rede.

3. DNIT, Evolução da malha rodoviária, Rede Rodoviária – totais gerais, vários anos, <http://www.dnit.gov.br/planejamento-e-pesquisa/planejamento/evolucao-da-malha-rodoviaria>.

4. CNT, Pesquisa CNT de rodovias, vários anos, <http://pesquisarodovias.cnt.org.br/Downloads/Galeria%20de%20Fotos/2013/Relatorio%20por%20Estado/SP.pdf>.

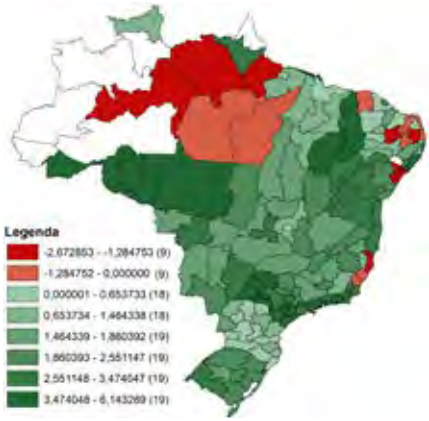
Dessa maneira, obtiveram-se os totais estaduais para cada ano. Para descer ao nível de mesorregiões, utilizaram-se os dados do DNIT, Plano Nacional de Viação (PNV).[5] Essa base apresenta a extensão dos trechos das rodovias federais e o número de vias, além de outras informações sobre rodovias em implantação, duplicação, em planejamento etc. Tomaram-se as rodovias pavimentadas e em duplicação, com peso 1, e as rodovias duplicadas, com peso 2. Para a confecção do Plano Nacional de Logística e Transportes (PNLT), o DNIT realizou a consolidação dos trechos por microrregião do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Essa codificação foi utilizada para alocar os trechos às respectivas mesorregiões. Os totais estaduais para cada ano foram alocados às mesorregiões proporcionalmente à extensão de estradas federais de cada mesorregião do estado. Dessa maneira, os totais estaduais de extensão e qualidade de rodovias, a partir da pesquisa da CNT, foram alocados às mesorregiões de cada estado. A evolução temporal em uma dada mesorregião, portanto, leva em conta não apenas a evolução da extensão e da qualidade das rodovias estaduais, mas também a evolução específica das rodovias federais em cada mesorregião. Como o estudo da CNT apenas divulga informações a partir de 2002, os valores mesorregionais de 2002 foram repetidos em 2001 e 2000.

Para considerar as diferentes escalas geográficas envolvidas, os valores de extensão total por mesorregião foram divididos pela área da mesorregião. Assim, o indicador de estradas utilizado é expresso em quilômetros de estrada (ponderados pela qualidade) por quilômetro quadrado de área. O mapa 1 apresenta os níveis dessa variável por mesorregião em 2010; o mapa 2 indica a mudança na parcela de cada região no total nacional entre 2000 e 2010, expressa em mudanças médias por ano. Assim, valores negativos indicam que a região cresceu menos que a média nacional, o que pode acontecer mesmo com o aumento no volume absoluto de rodovias da região. Apesar de as mesorregiões com melhores índices concentrarem-se na região Sudeste, especialmente nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, na região Sul e em algumas mesorregiões da região Nordeste, observa-se um ganho do indicador na porção central do país, avançando para as mesorregiões da região Centro-Oeste, além da Bahia. As mesorregiões de São Paulo e Rio de Janeiro também mostram uma boa taxa de crescimento do indicador entre 2000 e 2010. Já o aumento da oferta de rodovias na região Norte esteve abaixo do aumento na oferta nacional, o mesmo acontecendo com algumas áreas do Nordeste e do Espírito Santo.

5. DNIT, PNV, vários anos, <http://www.dnit.gov.br/sistema-nacional-de-viacao/pnv-1994-2009>.

MAPA 1
Rodovias em 2010 (km de rodovias/km²)[1]

MAPA 2
Rodovias: variação na participação no total nacional entre 2000 e 2010 (por ano)



Fonte: DNIT e CNT.
Elaboração dos autores.
Nota: 1Considera-se tanto extensão (DNIT) quanto qualidade (pesquisa CNT).

3.2 Infraestrutura urbana

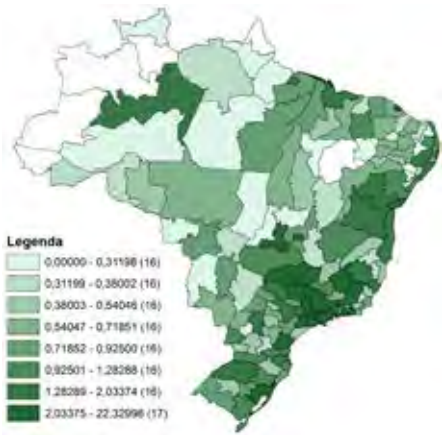
Para a infraestrutura urbana consideraram-se as variáveis abastecimento de água, existência de serviço de esgoto e disponibilidade de energia elétrica, em porcentagem de domicílios atendidos. As informações foram obtidas do Censo Demográfico do IBGE para os anos de 2000 e 2010, interpolando os anos intermediários por meio de uma taxa linear de crescimento. Com vistas a reunir essas três dimensões em uma única variável, aplicou-se a técnica de componentes principais.[6] Dado que a primeira componente representa um alto percentual da variância do grupo de variáveis originais, utilizaram-se os coeficientes de cada variável original nessa componente para calcular os valores dos *scores* de cada estado. Para evitar oscilações entre anos nos pesos das variáveis, devido principalmente à ausência de informações de uma ou outra variável em determinados anos, optou-se por utilizar a média dos pesos, que foi aplicada a todos os anos. Para o cálculo dos valores mesorregionais utilizaram-se os mesmos pesos de cada variável estimados no nível estadual, os quais foram multiplicados pelos valores regionais das variáveis originais.

Os mapas 3 e 4 apresentam o nível dessa variável por mesorregião em 2010 e a mudança na parcela de cada região no total nacional entre 2000 e 2010, expressa em mudanças médias por ano. Assim como em rodovias, observa-se um crescimento da infraestrutura urbana nos estados em que sua oferta era menor, concentrando-se nas mesorregiões do Centro-Oeste, além da porção oeste da

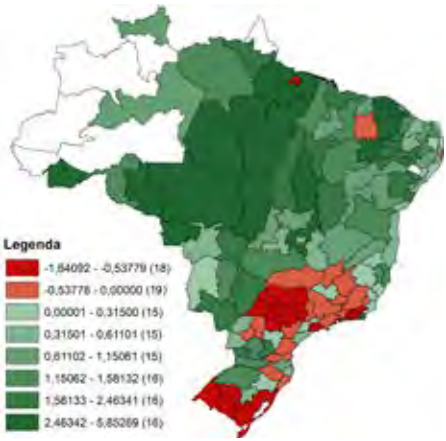
6. O mesmo procedimento foi adotado em Crescenzi e Rodríguez-Pose (2012).

região Nordeste e Pará. Esse crescimento, porém, ainda não diminui a desigualdade observada no país, pois a maior oferta da infraestrutura urbana ainda encontra-se nas mesorregiões do Sudeste e Sul.

MAPA 3
Infraestrutura urbana em 2010



MAPA 4
Infraestrutura urbana: variação na participação no total nacional entre 2000 e 2010 (por ano)



Fonte: IBGE.
Elaboração dos autores.

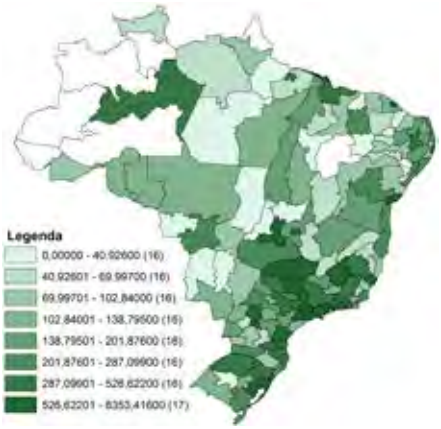
3.3 Comunicações: telefonia e internet

Os dados de telefonia e internet foram obtidos da Associação Brasileira de Telecomunicações (Telebrasil). Para a telefonia, foram considerados os telefones fixos instalados das concessionárias (em milhares), enquanto para a internet consideraram-se os acessos do Serviço de Comunicação Multimídia (SCM) de banda larga fixa (em milhares). As informações estão disponíveis para o nível municipal, mas somente a partir de 2007 (inclusive). A base de dados foi completada até 2000 utilizando a taxa anual de crescimento linear de cada município entre 2007 e 2010. Apesar da possibilidade de comprometer os resultados no eixo temporal do painel, esperou-se verificar a significância da variabilidade regional dessas variáveis. Na sequência, os dados foram somados para o nível mesorregional.

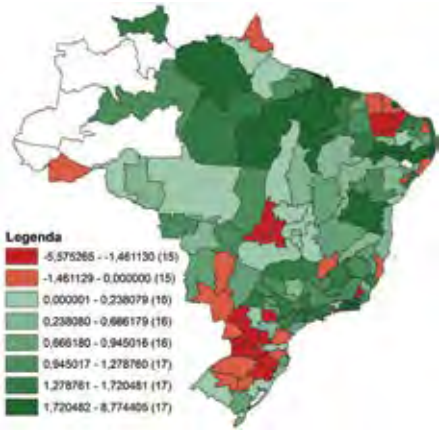
Os mapas 5 a 8 apresentam os níveis dessas variáveis por mesorregião em 2010 e a mudança na parcela de cada região no total nacional entre 2000 e 2010, expressa em mudanças médias por ano. A distribuição regional da infraestrutura de telecomunicações em 2010 é similar tanto para a telefonia fixa quanto para a internet, isto é, observa-se maior concentração nas mesorregiões de São Paulo, sul de Minas Gerais, além da região Sul. Em relação ao crescimento, entretanto, a telefonia tem avançado mais fortemente entre as mesorregiões do Nordeste, além

do Pará, enquanto a oferta de internet aumentou especialmente entre algumas mesorregiões do Centro-Oeste.

MAPA 5
Telefonia em 2010 (milhares instalados)

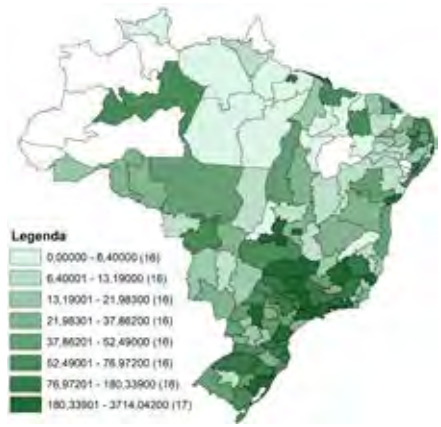


MAPA 6
Telefonia: variação na participação no total nacional entre 2000 e 2010 (por ano)

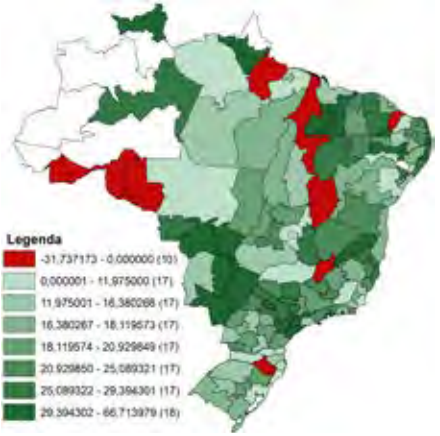


Fonte: Telebrasil.
Elaboração dos autores.

MAPA 7
Internet em 2010 (milhares de acessos)



MAPA 8
Internet: variação na participação no total nacional entre 2000 e 2010 (por ano)



Fonte: Telebrasil.
Elaboração dos autores.

4 RESULTADOS

O modelo descrito na seção 2 foi estimado com algumas especificações distintas. Inicialmente, introduziram-se as variáveis individuais de infraestrutura para procurar identificar o papel de cada uma delas sobre a eficiência; posteriormente, introduziu-se a variável gerada pela técnica de componentes principais.

Foram estimadas fronteiras de produção do tipo Cobb-Douglas, em que o produto é função do trabalho e estoque de capital. Os dados são da Pesquisa Industrial Anual (PIA) do IBGE, referentes ao período de 2000 a 2010.[7] As informações referem-se à indústria de transformação, por mesorregiões.[8] O produto é representado pelo valor da transformação industrial, o trabalho é dado pelo número médio anual de empregados (pessoal ocupado) e o estoque de capital é aproximado pela variável valor do ativo.[9] As variáveis monetárias foram deflacionadas pelo Índice de Preços ao Atacado – Oferta Global (IPA-OG) da Fundação Getulio Vargas (FGV).[10] Produto, trabalho e capital representam o valor médio da indústria de transformação na mesorregião, uma vez que os valores totais regionais foram divididos pelo número de unidades locais. Além disso, adicionou-se um componente de tendência, visando representar a evolução temporal da eficiência. Como dito anteriormente, utilizou-se a distribuição truncada para o resíduo composto, seguindo o modelo proposto por Greene (2004) de efeitos fixos, obtendo a influência das medidas de infraestrutura regional sobre sua eficiência produtiva, conforme a especificação geral:[11]

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_T t + \beta_L l + \beta_K k + (v_{it} - u_{it})$$
$$U_{it} \sim N(\mu_{it}, \sigma_u^2)$$
$$\mu_{it} = f(\text{variáveis de infraestrutura})$$

A tabela 2 apresenta os resultados para diferentes combinações de variáveis de infraestrutura, inclusive algumas que foram posteriormente abandonadas, ao se estimar a componente principal. Verifica-se que os coeficientes de capital e trabalho estimados na primeira etapa do modelo, as funções de produção, apresentam os valores esperados. Mesmo com alterações nas variáveis de eficiência incluídas nas

7. Os dados foram obtidos da PIA Empresa. As variáveis solicitadas foram rateadas utilizando as informações do questionário de unidades locais das empresas.

8. Das 137 mesorregiões brasileiras, seis não fazem parte da base de dados em nenhum ano. São todas localizadas na região Norte, onde há a predominância da Floresta Amazônica ou a quantidade de indústrias de um mesmo setor não é superior a três (número de corte do IBGE para desidentificar as informações das empresas).

9. Esta variável foi obtida de uma base setorial e mesorregional de 2000 a 2006. Foi expandida até 2010 e adaptada à nova base, respeitando a relação capital produto da base original.

10. Dados deflacionados setorialmente.

11. Portanto, as eficiências produtivas estimadas são líquidas dos efeitos fixos, isto é, da estrutura produtiva que se manteve constante na mesorregião ao longo do tempo.

regressões, os coeficientes de trabalho e capital são muito próximos. Testes indicaram não haver razões para rejeitar a hipótese de retornos constantes de escala. A variável de tendência apareceu sempre com sinais negativos, indicando aumento da eficiência geral ao longo do tempo. Nota-se também que os coeficientes estimados nas diferentes especificações são muito próximos, indicando robustez na conclusão anterior.

TABELA 2
Resultados

Variáveis	Especificações		
	1	2	3
Função de produção			
Log Trabalho	0,5919 ***	0,5895 ***	0,5908 ***
Log Capital	0,3745 ***	0,3738 ***	0,3708 ***
Eficiência			
Tendência	–0,0982 ***	–0,1042 ***	–0,1065 ***
Log Esgoto	0,0560		
Log Iluminação	0,2938		
Log Água	–0,9210 ***	–0,3547 ***	
Log Rodovias		–0,1247 ***	–0,1289 ***
Log Internet		–0,0062	0,0004
Log Telefonia		–0,1198	–0,1522 *
Log Infraestrutura Urbana (CP)			–0,2801 **
Constante	0,2378 *	0,6169	0,9756 **
Número de Observações	1403	1403	1403
Log-Likelihood	–357	–352	–353
Sigma_*u*	0,3485 ***	0,3691 ***	0,3683 ***
Sigma_*v*	0,2134 ***	0,2075 ***	0,2077 ***
Lambda	1,6332 ***	1,7789 ***	1,7729 ***

Elaboração dos autores.
Obs.: ***, ** e * representam significância a 1%, 5% e 10%, respectivamente. CP= Componentes Principais

De acordo com a metodologia de fronteira estocástica, sinais negativos para os coeficientes das variáveis que influenciam a ineficiência devem ser interpretados como redução da ineficiência, ou como aumento de eficiência. Verifica-se um aumento da eficiência ao longo do período, revelado pelos sinais negativos da variável de tendência. O indicador Lambda = sigma *u*/sigma *v* [desvio-padrão do

termo de ineficiência]/[desvio-padrão do erro aleatório], referente aos termos do erro composto, é diferente de zero, indicando que o modelo de fronteira estocástica está bem adaptado aos dados, isto é, há ineficiência na produção e ela é diferente de zero. Sempre que alguma variável de infraestrutura revelou-se estatisticamente significante, seu coeficiente foi negativo. Nos poucos casos de coeficientes positivos, não havia significância estatística, o que implica não se poder afirmar que seja diferente de zero. Dito de outra forma, não se pode dizer que aquela variável tenha tido alguma forma de influência sobre a produtividade.

Na especificação 1, em que são incluídas somente as variáveis estritamente urbanas – água, esgoto e iluminação pública –, apenas água apresentou coeficiente negativo e significante. Quando reunidas em um único indicador via técnica de componentes principais, elas compõem a variável infraestrutura urbana (CP), incluída na especificação 3. Evidentemente, essa variável somente foi introduzida separadamente das três variáveis que a compõem. Como se pode observar na especificação 3, seu sinal é negativo e o coeficiente é significativamente diferente de zero. Assim, embora as variáveis individualmente possam não ter aparecido como significantes na forma anterior, quando sintetizadas em um só indicador, apresentam um efeito positivo sobre a eficiência produtiva regional.

Para as variáveis de comunicação, telefonia e internet, no entanto, os resultados foram pouco significantes. O indicador de telefonia aparece sempre negativo, porém, apenas na especificação 3 o coeficiente é marginalmente diferente de zero.[12] Para a internet, os coeficientes alternam entre positivo e negativo, mas são muito pequenos, bem próximos de zero, e não significantes estatisticamente. Assim sendo, os resultados permitem concluir que a infraestrutura de comunicação, em especial a telefonia, possui fraca influência sobre a eficiência econômica das mesorregiões no período analisado.

A variável de infraestrutura que aparece consistentemente nas duas especificações, tanto em termos de valores dos coeficientes estimados quanto de seus sinais, é a referente à extensão rodoviária da região, controlada pela qualidade e expressa em extensão total (quilômetros) por quilômetro quadrado. Os coeficientes estimados foram –0,1247 e –0,1289, nas duas especificações, indicando que a influência dessa variável de infraestrutura sobre a eficiência produtiva regional é pouco afetada pelas demais variáveis incluídas nas regressões.

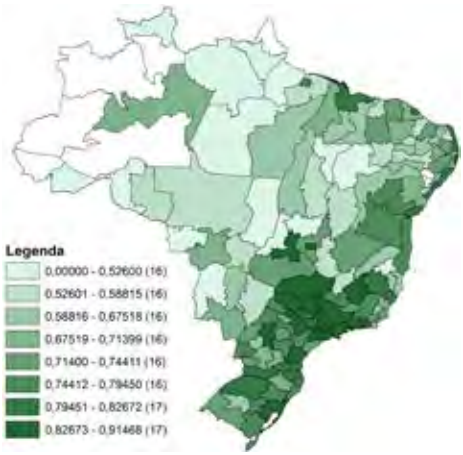
Ao se considerarem valores médios de eficiência e produto, e utilizando-se os coeficientes da especificação 3 da tabela 2, observa-se que um aumento de 1% na cobertura regional de rodovias leva a um acréscimo da ordem de 0,1289 pontos no índice de eficiência produtiva (que varia entre zero e um) e a um crescimento

12. *P*-valor de 10,8%.

no produto industrial de 0,121%. Entretanto, para a infraestrutura urbana, um aumento similar de 1% leva a um acréscimo na eficiência da ordem de 0,2801 pontos e a um crescimento no produto de 0,247%. Ainda em relação à telefonia, um aumento de 1% desta variável leva a um incremento de 0,152 pontos no índice de eficiência (caso se considere o coeficiente significante) e a um crescimento de 0,142% no produto.

Esses resultados estão próximos dos obtidos em estudos para a Itália e a Turquia. No primeiro caso, Bronzini e Piselli (2009) demonstram que, para o país como um todo, um aumento de 1% na infraestrutura pública leva a um crescimento de 0,11% na produtividade total de fatores. Deliktas, Onder e Karadag (2009) chegam a números similares para as regiões da Turquia. Mastromarco e Woitek (2006) calculam que um aumento de 10% em investimentos de infraestrutura pesada (*core*) nas regiões italianas leva a um incremento de 4% na eficiência. Embora neste último caso o efeito varie com o tipo de investimento feito e com o período, a direção geral coincide com o obtido neste trabalho. Crescenzi e Rodríguez-Pose (2012), por sua vez, constatam que os impactos de novas estradas sobre o crescimento das regiões europeias são limitados, dependendo muito da natureza do tipo de conexão rodoviária considerada e das condições gerais dos territórios envolvidos em cada projeto. Os efeitos são significativos apenas quando os investimentos destinam-se à remoção de gargalos viários. De qualquer maneira, tais resultados são compatíveis com os pequenos efeitos quantitativos observados neste trabalho. No mapa 9 são apresentados os níveis de eficiência médios para o período 2000-2010, em cada mesorregião, resultantes da especificação 3 da tabela 2.

MAPA 9
Eficiência produtiva estimada (média do período 2000-2010)

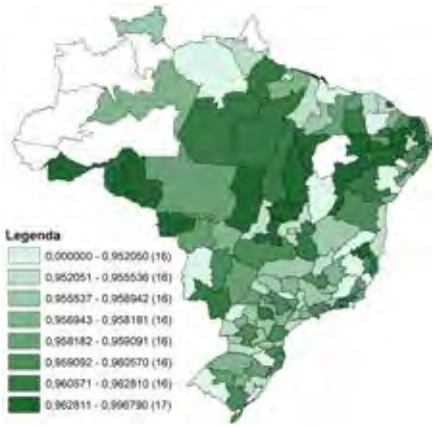


Elaboração dos autores.

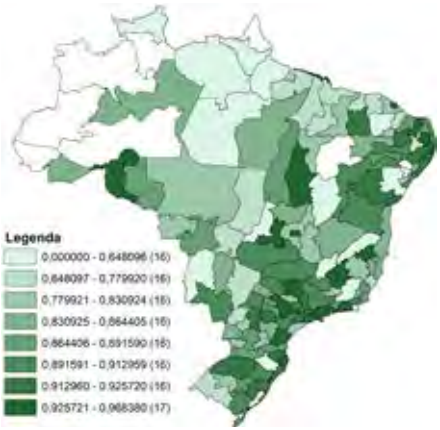
Nos mapas 10 e 11 apresentam-se os níveis estimados de eficiência no ano de 2010 em dois casos. No primeiro, não são incluídas as variáveis de infraestrutura, representando a eficiência bruta das regiões. No segundo, introduzem-se as variáveis de infraestrutura. Note-se que os indicadores de eficiência calculados apresentam posições relativas das regiões em relação à fronteira de eficiência. Assim, ao se introduzirem as variáveis de infraestrutura, se está computando uma nova fronteira e, via de consequência, novas posições relativas são determinadas. Portanto, a rigor, os valores estimados de eficiência não são estritamente comparáveis. Todavia, como refletem posições relativas, pode-se realizar uma análise qualitativa dos efeitos da introdução das variáveis de infraestrutura, o que se faz a seguir.

A comparação das duas situações pode ser visualizada no mapa 12, em que se apresentam as diferenças entre as eficiências estimadas com e sem a introdução das variáveis de infraestrutura, que oferecem uma indicação do efeito da infraestrutura sobre a eficiência das regiões. Pode-se observar que as diferenças mais relevantes localizam-se fora da área de maior importância industrial no país, a região Sudeste. Concentram-se em um eixo central norte-sul, envolvendo as fronteiras agrícola e mineral do país e envolvem também parte da região Nordeste. Ou seja, o hiato de infraestrutura existente, retratado nos mapas 1 a 8, implica que essas regiões apresentam eficiência menor que a que teriam em igualdades de condição de infraestrutura, sendo, portanto, as maiores perdedoras em termos de eficiência econômica. Os valores das eficiências estimadas e das perdas observadas nos mapas 10 a 12 estão no apêndice A.

MAPA 10
Eficiência bruta em 2010, sem considerar as variáveis de infraestrutura

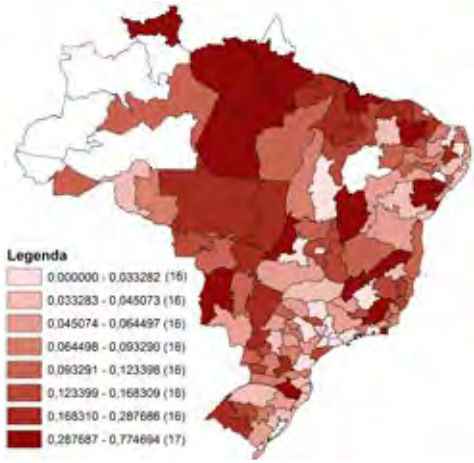


MAPA 11
Eficiência em 2010, incluindo-se as variáveis de infraestrutura



Elaboração dos autores.

MAPA 12
Perdas de eficiência por insuficiência de infraestrutura (2010)



Elaboração dos autores.

5 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi avaliar se os níveis de infraestrutura das regiões afetam a produtividade das indústrias. Trabalhou-se no nível mesorregional e avaliou-se o papel da infraestrutura tanto com variáveis individuais, representando diferentes aspectos, quanto com variável composta, definida por meio da técnica de componentes principais. Nos dois casos, constatou-se que a infraestrutura afeta positivamente a eficiência das indústrias, embora, pela dimensão dos coeficientes estimados, essa influência seja de pequena monta.

Foram construídas variáveis regionais para representar os níveis de infraestrutura presentes em cada região, para cada ano do período 2000-2010. Os resultados indicam grandes diferenças em níveis e também em crescimento ao longo do período. Como regra geral, observa-se que o crescimento foi mais intenso fora das áreas que se destacam com maiores níveis de atendimento, embora em 2010 a concentração regional nesses níveis fosse ainda importante.

Ao se considerarem valores médios de eficiência e produto, concluiu-se que um aumento de 1% na cobertura regional de rodovias leva a um acréscimo no indicador de eficiência produtiva regional (que varia entre zero e um) da ordem de 0,1289 pontos e de 0,121% no produto industrial regional; similar aumento em infraestrutura urbana (composto de abastecimento de água, esgotamento sanitário e iluminação pública) leva a um crescimento na eficiência da ordem de 0,2801 pontos e de 0,247% no produto; para telefonia, que se mostrou apenas marginalmente significante, o resultado é de

aumento de 0,152 pontos no índice de eficiência e de 0,142% no produto. Esses resultados estão próximos dos obtidos em estudos para a Itália e a Turquia: Bronzini e Piselli (2009) constataram que o aumento de 1% na infraestrutura pública leva a um crescimento de 0,11% na produtividade total de fatores na Itália; Mastromarco e Woitek (2006) encontram impacto de 0,4% na eficiência das regiões italianas; Deliktas, Onder e Karadag (2009) chegam a números similares para as regiões da Turquia. Como se pode ver, trata-se de impactos significativos, porém de pequena intensidade quantitativa. Isso é compatível, além dos estudos citados no parágrafo anterior, também com os achados de Crescenzi e Rodríguez-Pose (2012), que estimam que os impactos de novas estradas sobre o crescimento das regiões europeias são limitados, dependendo muito da natureza do tipo de conexão rodoviária considerada e das condições gerais dos territórios envolvidos em cada projeto.

Esses resultados ilustram a dificuldade envolvida na estimativa dos impactos dos investimentos em infraestrutura. A despeito de serem saudados por sua capacidade de gerar externalidades positivas para os agentes privados, não apresentam impactos quantitativamente muito impressionantes no curto prazo nos vários estudos analisados. Nesse particular, é interessante recuperar o modelo apresentado por Grimes (2014), em que se reconhece que investimentos dessa natureza oferecem ao setor privado uma opção de crescimento futuro, embora não uma obrigação nessa direção. Incluir essa dimensão acrescenta benefícios adicionais aos tipicamente considerados nas avaliações dos benefícios, mas também coloca a necessidade de uma perspectiva temporal mais ampla para avaliar os resultados das opções eventualmente realizadas pelo setor privado a partir dos investimentos de infraestrutura realizados nas regiões. Adicionalmente, Crescenzi e Rodríguez-Pose (2012) fazem a ressalva de que a remoção de gargalos rodoviários gera efeitos positivos de eficiência. Pode-se argumentar, associando as análises desses dois trabalhos, que, no caso da remoção de gargalos, a opção proporcionada pelo investimento em infraestrutura é imediatamente exercida pelo setor privado, gerando os resultados observados de aumento de eficiência.

Essa reflexão indica que o tema dos impactos dos investimentos em infraestrutura sobre a produtividade e o crescimento talvez requeira uma perspectiva de mais longo prazo. No nível regional, tal alternativa esbarra na disponibilidade de dados de infraestrutura, e mesmo de produção. Este ensaio procurou explorar as bases de informações existentes e gerar uma primeira medida da importância da infraestrutura para a *performance* econômica das regiões brasileiras. Com o aperfeiçoamento da coleta e disponibilização de informações estatísticas que se tem observado recentemente, talvez em futuro próximo já se possa avançar nesse sentido. Quanto ao presente, importa ressaltar que, mesmo a despeito das limitações observadas, verifica-se que a infraestrutura tem papel estatisticamente significante sobre a produtividade da indústria nas regiões brasileiras.

REFERÊNCIAS

BRONZINI, R.; PISELLI, P. Determinants of long-run regional productivity with geographical spillovers: the role of R&D, human capital and public infrastructure. **Regional science and urban economics**, v. 39, n. 2, p. 187-199, 2009.

CRESCENZI, R.; RODRÍGUEZ-POSE, A. Infrastructure and regional growth in the European Union. **Papers in regional science**, v. 91, n. 3, p.487-513, 2012.

DELIKTAS, E.; ONDER, A. O.; KARADAG, M. The spillover effects of public capital on the Turkish private manufacturing industries in the geographical regions. **Annals of regional science**, v. 43, n. 2, p. 365-378, 2009.

DOMINGUES, E. P.; MAGALHÃES, A. S.; FARIA, W. R. Infraestrutura, crescimento e desigualdade regional: uma projeção dos impactos dos investimentos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) em Minas Gerais. **Pesquisa e planejamento econômico**, v. 39, n. 1, abr. 2009.

FERREIRA, P. C. G.; MALLIAGROS, T. G. **O impacto da infraestrutura sobre o crescimento da produtividade do setor privado e do produto brasileiro**. Rio de Janeiro: FGV/EPGE, 1997. (Ensaios Econômicos, n. 315).

FERREIRA, T. T.; AZZONI, C. R. Arranjos institucionais e investimento em infraestrutura no Brasil. **Revista do BNDES**, n. 35, p. 37-85, jun. 2011.

GREENE, W. H. Fixed and random effects in stochastic frontier models. **Journal of productivity analysis**, v. 23, n. 1, p. 7-32, 2004.

GRIMES, A. Infrastructure and regional economic growth. *In*: FISCHER, M. M.; NIJKAMP, P. (Ed.). **Handbook of regional science**. Berlin: Springer; Heidelberg: Verlag, 2014. p. 331-352.

MASTROMARCO, C.; WOITEK, W. Public infrastructure investment and efficiency in Italian regions. **Journal of productivity analysis**, v. 25, n. 1-2, p.57-65, 2006.

OLLEY, G. S.; PAKES, A. The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. **Econometrica**, v. 64, n. 6, p. 1.263-1.297, 1996.

SCHETTINI, D. **Eficiência produtiva da indústria de transformação nas regiões brasileiras**: uma análise de fronteiras estocásticas e cadeias espaciais de Markov. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

TORRISI, G. **Infraestructure and economic performance**: a critical comparison across four approaches. Munich Personal RePEc Archive, 2009. (MPRA Paper, n. 25.849). Disponível em: <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/25849/>.

WEF – WORLD ECONOMIC FORUM. **Global competitiveness report 2010-2011**. World Economic Forum, 2011.

WORLD BANK. **Logistic performance index 2007-2012**. World Bank, 2012.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

OCDE – ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Impact of transport infrastructure investment on regional development**. Paris: OCDE, 2002.

APÊNDICE A
Eficiências estimadas (2010)

Mesorregião	Eficiência bruta – mapa 10	Eficiência com infraestrutura – mapa 11	Perda de eficiência – mapa 12
Madeira-Guaporé – RO	0,9697	0,9345	0,0352
Leste Rondoniense – RO	0,9640	0,8910	0,0730
Vale do Juruá – AC			
Vale do Acre – AC	0,9641	0,8534	0,1107
Sul Amazonense – AM			
Sudoeste Amazonense – AM			
Norte Amazonense – AM			
Centro Amazonense – AM	0,9580	0,8472	0,1107
Sul de Roraima – RR			
Norte de Roraima – RR	0,9569	0,5308	0,4261
Sudoeste Paraense – PA	0,9607	0,5220	0,4387
Sudeste Paraense – PA	0,9623	0,8619	0,1004
Nordeste Paraense – PA	0,9575	0,7494	0,2080
Metropolitana de Belém – PA	0,9460	0,6983	0,2477
Marajó – PA	0,9628	0,4097	0,5531
Baixo Amazonas – PA	0,9467	0,3360	0,6107
Sul do Amapá – AP	0,9550	0,5241	0,4308
Norte do Amapá – AP			
Oriental do Tocantins – TO	0,9713	0,9513	0,0201
Ocidental do Tocantins – TO	0,9618	0,8909	0,0710

(Continua)

(Continuação)

Mesorregião	Eficiência bruta – mapa 10	Eficiência com infraestrutura – mapa 11	Perda de eficiência – mapa 12
Sul Maranhense – MA	0,9673	0,8125	0,1548
Oeste Maranhense – MA	0,9536	0,7483	0,2053
Norte Maranhense – MA	0,9437	0,6557	0,2881
Leste Maranhense – MA	0,9584	0,8225	0,1359
Centro Maranhense – MA	0,9560	0,7103	0,2457
Sudoeste Piauiense – PI	0,0000	0,0000	0,0000
Sudeste Piauiense – PI	0,9641	0,8478	0,1163
Norte Piauiense – PI	0,9587	0,7449	0,2138
Centro-Norte Piauiense – PI	0,9627	0,9247	0,0381
Sul Cearense – CE	0,9587	0,8455	0,1132
Sertões Cearenses – CE	0,9512	0,6469	0,3043
Norte Cearense – CE	0,9555	0,7958	0,1597
Noroeste Cearense – CE	0,9529	0,7745	0,1784
Metropolitana de Fortaleza – CE	0,9609	0,9413	0,0196
Jaguaribe – CE	0,9572	0,7274	0,2297
Centro-Sul Cearense – CE	0,9617	0,8093	0,1524
Oeste Potiguar – RN	0,9593	0,8806	0,0787
Leste Potiguar – RN	0,9560	0,8914	0,0646
Central Potiguar – RN	0,9657	0,9341	0,0316
Agreste Potiguar – RN	0,9658	0,8803	0,0855
Sertão Paraibano – PB	0,9632	0,9180	0,0452
Mata Paraibana – PB	0,9573	0,9027	0,0546
Borborema – PB	0,9543	0,7260	0,2282
Agreste Paraibano – PB	0,9635	0,9353	0,0282
Sertão Pernambucano – PE	0,9644	0,8999	0,0645
São Francisco Pernambucano – PE	0,9627	0,8646	0,0982
Metropolitana de Recife – PE	0,9600	0,9452	0,0148
Mata Pernambucana – PE	0,9623	0,9187	0,0436
Agreste Pernambucano – PE	0,9604	0,9178	0,0426
Sertão Alagoano – AL			
Leste Alagoano – AL	0,9586	0,9173	0,0413
Agreste Alagoano – AL	0,9571	0,8531	0,1040
Sertão Sergipano – SE	0,9581	0,5688	0,3893
Leste Sergipano – SE	0,9558	0,8917	0,0641

(Continua)

(Continuação)

Mesorregião	Eficiência bruta – mapa 10	Eficiência com infraestrutura – mapa 11	Perda de eficiência – mapa 12
Agreste Sergipano – SE	0,9588	0,7591	0,1997
Vale São Franciscano da Bahia – BA	0,9642	0,9043	0,0599
Sul Baiano – BA	0,9541	0,8451	0,1091
Nordeste Baiano – BA	0,9479	0,6456	0,3023
Metropolitana de Salvador – BA	0,9580	0,9241	0,0339
Extremo Oeste Baiano – BA	0,9341	0,3139	0,6201
Centro-Sul Baiano – BA	0,9593	0,9116	0,0477
Centro-Norte Baiano – BA	0,9614	0,9230	0,0384
Zona da Mata – MG	0,9421	0,6015	0,3406
Vale do Rio Doce – MG	0,9511	0,8145	0,1366
Vale do Mucuri – MG	0,9699	0,9293	0,0406
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba – MG	0,9565	0,9129	0,0436
Sul/Sudoeste de Minas – MG	0,9562	0,9102	0,0461
Oeste de Minas – MG	0,9599	0,9080	0,0519
Norte de Minas – MG	0,9564	0,8568	0,0995
Noroeste de Minas – MG	0,9611	0,8094	0,1516
Metropolitana de Belo Horizonte – MG	0,9581	0,9396	0,0185
Jequitinhonha – MG	0,9511	0,6248	0,3263
Central Mineira – MG	0,9544	0,6315	0,3229
Campo das Vertentes – MG	0,9558	0,8218	0,1340
Sul Espírito-Santense – ES	0,9589	0,8745	0,0844
Noroeste Espírito-Santense – ES	0,9605	0,8365	0,1240
Litoral Norte Espírito-Santense – ES	0,9608	0,8569	0,1039
Central Espírito-Santense – ES	0,9474	0,7791	0,1683
Sul Fluminense – RJ	0,9537	0,8695	0,0843
Norte Fluminense – RJ	0,9583	0,8743	0,0839
Noroeste Fluminense – RJ	0,9591	0,8376	0,1215
Metropolitana do Rio de Janeiro – RJ	0,9609	0,9597	0,0012
Centro Fluminense – RJ	0,9607	0,9095	0,0511
Baixadas – RJ	0,9481	0,6473	0,3008
Vale do Paraíba Paulista – SP	0,9595	0,9360	0,0235
São José do Rio Preto – SP	0,9557	0,9025	0,0531
Ribeirão Preto – SP	0,9577	0,9307	0,0270
Presidente Prudente – SP	0,9586	0,9081	0,0505
Piracicaba – SP	0,9582	0,9241	0,0341
Metropolitana de São Paulo – SP	0,9579	0,9565	0,0014

(Continua)

(Continuação)

Mesorregião	Eficiência bruta – mapa 10	Eficiência com infraestrutura – mapa 11	Perda de eficiência – mapa 12
Marília – SP	0,9588	0,8742	0,0846
Macro Metropolitana Paulista – SP	0,9561	0,9232	0,0330
Litoral Sul Paulista – SP	0,9536	0,8010	0,1526
Itapetininga – SP	0,9582	0,8997	0,0585
Campinas – SP	0,9546	0,9239	0,0307
Bauru – SP	0,9594	0,9287	0,0307
Assis – SP	0,9574	0,8806	0,0769
Araraquara – SP	0,9514	0,8164	0,1351
Araçatuba – SP	0,9541	0,8312	0,1228
Sudoeste Paranaense – PR	0,9562	0,8303	0,1259
Sudeste Paranaense – PR	0,9557	0,7874	0,1683
Oeste Paranaense – PR	0,9551	0,8592	0,0959
Norte Pioneiro Paranaense – PR	0,9616	0,9144	0,0472
Norte Central Paranaense – PR	0,9561	0,9155	0,0406
Noroeste Paranaense – PR	0,9519	0,7622	0,1898
Metropolitana de Curitiba – PR	0,9594	0,9448	0,0146
Centro Oriental Paranaense – PR	0,9568	0,8637	0,0931
Centro Ocidental Paranaense – PR	0,9579	0,8217	0,1363
Centro-Sul Paranaense – PR	0,9604	0,8838	0,0766
Vale do Itajaí – SC	0,9591	0,9252	0,0340
Sul Catarinense – SC	0,9603	0,9204	0,0399
Serrana – SC	0,9497	0,6428	0,3069
Oeste Catarinense – SC	0,9549	0,8683	0,0866
Norte Catarinense – SC	0,9562	0,8910	0,0652
Grande Florianópolis – SC	0,9601	0,9259	0,0342
Sudoeste Rio-Grandense – RS	0,9520	0,7536	0,1984
Sudeste Rio-Grandense – RS	0,9599	0,9043	0,0556
Noroeste Rio-Grandense – RS	0,9580	0,9132	0,0448
Nordeste Rio-Grandense – RS	0,9586	0,9075	0,0512
Metropolitana de Porto Alegre – RS	0,9554	0,9216	0,0338
Centro Oriental Rio-Grandense – RS	0,9575	0,8738	0,0837
Centro Ocidental Rio-Grandense – RS	0,9582	0,8188	0,1394
Sudoeste de Mato Grosso do Sul – MS	0,9614	0,9004	0,0610
Pantanais Sul Mato-Grossenses – MS	0,9203	0,1456	0,7747
Leste de Mato Grosso do Sul – MS	0,9589	0,7206	0,2383
Centro Norte de Mato Grosso do Sul – MS	0,9605	0,8600	0,1005

(Continua)

(Continuação)

Mesorregião	Eficiência bruta – mapa 10	Eficiência com infraestrutura – mapa 11	Perda de eficiência – mapa 12
Sudoeste Mato-Grossense – MT	0,9672	0,8281	0,1391
Sudeste Mato-Grossense – MT	0,9576	0,6925	0,2651
Norte Mato-Grossense – MT	0,9587	0,7803	0,1784
Nordeste Mato-Grossense – MT	0,9642	0,6774	0,2869
Centro-Sul Mato-Grossense – MT	0,9585	0,8647	0,0938
Sul Goiano – GO	0,9599	0,9079	0,0520
Norte Goiano – GO	0,9655	0,8634	0,1022
Noroeste Goiano – GO	0,9521	0,4369	0,5152
Leste Goiano – GO	0,9550	0,8233	0,1317
Centro Goiano – GO	0,9632	0,9522	0,0110
Distrito Federal – DF	0,9565	0,9264	0,0301

Elaboração dos autores.

CAPÍTULO 15

PRODUTIVIDADE INDUSTRIAL NAS MICRORREGIÕES BRASILEIRAS (1996-2011)*

Gustavo Britto**
Pedro V. Amaral***
Douglas A. Alencar****

1 INTRODUÇÃO

Apesar de sua relativa escassez, estudos do nível e da variação da produtividade em nível desagregado no Brasil se dividem, de maneira geral, em quatro grandes linhas. Em primeiro lugar, destacam-se os trabalhos que subdividem dados agregados, das contas nacionais ou pesquisas anuais, por estados ou grandes regiões. Nesse grupo, encontram-se também análises de decomposição, como *shift-share*. Em segundo lugar, são notórios os trabalhos que avaliam os processos de concentração e desconcentração espacial das atividades produtivas. Nestes, frequentemente o cálculo e a análise da dinâmica regional da produtividade são feitos como um subproduto, uma vez que o foco recai sobre a produção. Em terceiro lugar, estão os estudos mais detalhados de dinâmicas intraestaduais com recortes por micro, meso ou macrorregiões, regiões metropolitanas e, frequentemente, grandes municípios. Mais restritos em termos de fonte de dados, esses estudos frequentemente utilizam *proxies* para a produtividade, como o nível e a variação dos salários pagos. Finalmente, cabe ressaltar os estudos que, para além do cálculo da produtividade em nível regionalmente desagregado, buscam avaliar a correlação com outras variáveis. Nesse caso, uma variedade de modelos é testada utilizando técnicas estatísticas e econométricas, incluindo análise multivariada, econometria espacial e modelos hierárquicos.

* Os autores agradecem o apoio financeiro do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (Fapemig) e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Os autores agradecem também a assistência de pesquisa de Clara Coelho e Monise Faria.

** Professor do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

*** Professor do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

**** Doutorando do Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Essa variedade de perspectivas, fontes de dados e métodos revelam três importantes características da produção nacional. Em primeiro lugar, a vasta concentração da produção e do emprego industrial nas regiões Sudeste e Sul. Apesar do processo de espraiamento da produção industrial da cidade de São Paulo, particularmente a partir dos anos 1970, este ficou majoritariamente circunscrito à sua periferia imediata. Por seu turno, os níveis de produtividade se mostram altamente correlacionados com a escala da concentração da indústria, isto é, os grandes centros industriais se mostram mais produtivos do que as regiões onde a produção industrial é sucessivamente menor. A segunda característica, revelada em estudos mais recentes, está relacionada especificamente com a variação da produtividade. Mesmo controlando por uma série de variáveis, é possível demonstrar que a produtividade tende a crescer mais nos grandes centros, particularmente no estado de São Paulo, em particular naqueles em que a estrutura produtiva é mais variada. Finalmente, a terceira característica, revelada em estudos mais recentes, dá conta da queda sistemática da produtividade industrial na última década, em que pese o crescimento da produção industrial nesse mesmo período.

Essas três características da dinâmica recente da produtividade industrial no Brasil são extremamente relevantes. Contudo, revelam, ao mesmo tempo, os limites da análise regionalmente desagregada feita a partir das fontes de dados disponíveis. Quanto maior a necessidade de uma análise mais desagregada, por exemplo, em nível municipal ou microrregional, maior será a tensão entre a disponibilidade de dados espacialmente desagregados, por um lado, e a importância da dinâmica setorial, por outro. Como resultado, duas soluções são frequentemente adotadas. A primeira consiste em priorizar a escala espacial e analisar a dimensão setorial a partir de outra fonte de dados ou mesmo indiretamente. A segunda consiste em fixar a dimensão setorial, dando conta da dimensão espacial na medida em que se desagregam progressivamente os setores chegando, no limite, a estudos de cadeias produtivas, industriais ou de valor.

O presente estudo pretende contribuir para essa literatura usando uma estratégia diferente. Utilizando dados da Pesquisa Industrial Anual especialmente tabulados, o capítulo testa a presença de padrões espaciais a partir do estudo da presença de autocorrelação espacial nas variáveis pessoal ocupado, valor da transformação industrial (VTI) e produtividade, calculada a partir das duas variáveis anteriores. A análise espacial, cotejada com a análise das variáveis agregadas por grandes regiões, tem três objetivos. Em primeiro lugar, utiliza-se a análise gráfica para mostrar, de uma só vez, duas das características mencionadas anteriormente, isto é, a concentração espacial da produção e da produtividade. Em segundo lugar, essa estratégia permite apresentar subperíodos de maneira concisa. Finalmente, e mais importante, utiliza-se a análise da autocorrelação espacial para identificar padrões espaciais da dinâmica das variáveis entre microrregiões vizinhas. Desta forma,

é possível revelar padrões que por construção são encobertos pela desagregação por grandes regiões ou por estados, ou que frequentemente são ignorados em estudos mais desagregados espacialmente.

Além dessa introdução, o capítulo tem três seções. A próxima seção traz um breve resumo da literatura recente sobre concentração industrial e variação da produtividade regional no Brasil. As grandes tendências são amplamente conhecidas e servem como pano de fundo para a discussão que se segue. A terceira seção traz a análise dos dados coletados especificamente para este estudo. Ela está dividida em duas partes. A primeira é constituída por uma breve descrição das principais variáveis, tanto para o nível nacional quanto para macrorregiões, e dos métodos utilizados. A segunda parte busca identificar a existência de padrões espaciais a partir do estudo da presença de autocorrelação espacial nas variáveis. Finalmente, seguem considerações finais.

2 CONCENTRAÇÃO INDUSTRIAL E PRODUTIVIDADE REGIONAL

2.1 Concentração industrial

A concentração da produção é uma das características mais marcante da estrutura produtiva brasileira. A concentração da produção industrial em particular, tendo em vista a história do desenvolvimento do setor desde o início do século passado, tem sido constante objeto de estudo. Em termos teóricos, Feijó, Carvalho e Rodriguez (2003) definem concentração industrial como um processo no qual existe aumento no controle exercido por grandes empresas sobre um determinado mercado e atividade econômica.

A configuração da concentração regional brasileira no período recente pode ser subdividida em três fases: a partir de 1990, com a reestruturação industrial; depois, os impactos dessa reestruturação no início dos anos 2000; e, passados os impactos dessa reestruturação, a produtividade regional a partir de início/meados dos anos 2000 para frente (Galeano; Feijó, 2013).

Lemos *et al.* (2003) confirmam essas fases da configuração da concentração regional brasileira a partir de teorias do desenvolvimento regional, utilizando as abordagens do lugar central e área de mercado, desenvolvidas originalmente por Christaller (1996) e Lösch (1954). O lugar central é a área do mercado com maior fluxo de trocas em determinado espaço geográfico. Para configurar a concentração da indústria no Brasil, os autores se referem à teoria da base exportadora de North (1955), em que uma região terá maior concentração industrial dada economias de escala e especialização regional, o que permite que essa região exporte para outras regiões. Assim é teorizada não apenas a concentração regional da indústria, mas também os nexos de trocas inter-regionais. Utilizando um modelo gravitacional,

e com dados do censo demográfico de 1991, Lemos *et al.* (*Op. cit.*) mostram São Paulo como polo industrial nacional, seguido por Rio de Janeiro. Outras regiões importantes de concentração regional são Curitiba e Belo Horizonte.

O estado de São Paulo se tornou o principal polo industrial do país no início da industrialização brasileira, e atinge o ápice dessa industrialização em 1970. Nesse período, o estado era responsável por metade da produção do país (Diniz, 1993; Saboia, Kubrusly; Barros, 2008). Contudo, entre 1970 e 1991, ocorre uma reversão da tendência histórica, ou desconcentração concentrada nos termos de Diniz (1993). Houve, então, desconcentração da indústria da cidade de São Paulo, mas ocorreu uma concentração no estado de São Paulo, passando por Minas Gerais até o Nordeste do Rio Grande do Sul. Temos, então, o que Diniz (1993) chamou de desenvolvimento poligonal Brasileiro: nem completamente desconcentrado, nem uma contínua polarização.

Os fatores associados a esse fenômeno são: *i*) deseconomias de aglomeração em São Paulo e economias de aglomeração em outras regiões; *ii*) ações do estado, por meio de investimento em regiões fora do estado de São Paulo; *iii*) busca por recursos naturais; *iv*) desenvolvimento de infraestrutura de transporte e de comunicação; e v) competição da indústria na busca por novos mercados (Diniz, 1993; Saboia; Kubrusly; Barros, 2008; Galeano; Feijó, 2013).

Entre 1986 a 1996, esse movimento de descentralização industrial se deu de forma mais lenta. Houve descentralização da indústria das capitais do país em direção ao interior (Saboia, Kubrusly; Barros *Op. cit.*). Houve, também nessa década, políticas ativas de descentralização industrial. Essas políticas foram perdendo a abrangência conforme foram implementadas. Como resultado, regiões como o Nordeste passaram a ser mais industrializadas (Galeano; Feijó, *Op. cit.*).

Nos anos 1990, os setores industriais intensivos em trabalho migraram para a região Nordeste do país. Os setores intensivos em recursos naturais, para o Centro-Oeste; já os setores intensivos em capital, parte continuou em São Paulo, parte migrou para Minas Gerais e Paraná. Entre 1994 a 2000, apesar de espaçada, o nível de concentração industrial no Nordeste avançou, e, nesse mesmo período, houve uma perda de importância das metrópoles do eixo Rio-São Paulo no tocante à questão da concentração industrial. (Saboia, Kubrusly; Barros, *Op. cit.*).

A partir dos anos 2000, o Estado passa a atuar mais ativamente na desconcentração industrial. Contudo, existiu uma falta de coordenação entre os programas de descentralização, o que, em parte, pode explicar a dificuldade na industrialização de outras regiões do país. Os setores mais avançados tecnologicamente, a partir dos anos 2000, consolidaram-se na vizinhança da produção industrial tradicional. Nesse sentido, a localidade é importante no processo de desenvolvimento regional. Não basta apenas a intervenção do Estado, dado que as economias de escala são

importantes no processo de descentralização e concentração industrial (Galeano; Feijó, 2013).

Ainda nos anos 2000, Saboia, Kubrusly e Barros (*Op. cit.*) argumentam, com base em análise empírica, que o nível de concentração industrial no estado do Amazonas equipara-se ao Sul e Sudeste do país, perdendo apenas para São Paulo e Rio de Janeiro. Os autores destacam que, na região Nordeste, a Bahia tem um nível de concentração superior aos estados da região, mas confirmam que a principal concentração industrial é nas regiões Sul-Sudeste.

2.2 Produtividade regional

A produtividade regional tem positiva relação com a concentração industrial regional para o caso brasileiro (Feijó, Carvalho; Rodriguez, 2003). A produtividade regional brasileira segue uma lógica parecida com o processo de desconcentração concentrada e com a evolução da industrialização regional, discutidas na subseção anterior. De 1970 a 2001, a taxa de crescimento da produtividade foi de 1,77%. Sendo que, entre 1970 a 1980, a mesma taxa foi de 1,81%. Vale destacar que o resultado foi obtido com elevação da produção industrial e do pessoal ocupado. Entre 1980 e 1985, temos uma contração do valor adicionado industrial, pessoal ocupado e também da produtividade industrial. Entre 1985 e 1996, período que se relaciona com a abertura comercial, a produtividade industrial aumenta, mas temos que qualificar que, a despeito do aumento do valor adicionado industrial, o período de abertura comercial é marcado pela redução do pessoal ocupado, o que ajuda a explicar o aumento da produtividade (Rocha, 2007).

Galeano e Feijó (2013) e Galeano (2012), utilizando o valor da transformação industrial dividido pelo estoque de trabalhadores como *proxy* da produtividade, mostram que a variação da produtividade do trabalho no período demarcado entre 1996 e 2007 foi praticamente zero, sendo que essa taxa foi negativa nos anos de 2000, 2002 e 2005.

Ainda com base nas mesmas variáveis e agrupando os setores de acordo com o grau de intensidade tecnológica da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), Galeano (*Op. cit.*) argumenta que o crescimento médio da produtividade das indústrias extrativas para o período 1996-2007, foi de 5,18%. Já o crescimento médio para indústria de transformação deu-se à taxa de -0,18%; o de baixa tecnologia à taxa de -0,45%; média baixa tecnologia, -1,13%; média alta tecnologia, -0,46%; e alta tecnologia, 7,86%, sendo que a média total para o período foi de 0,03%. Portanto, o crescimento das indústrias extrativas no período foi positivo, enquanto da indústria de transformação foi negativo, e apenas setores de alta tecnologia apresentaram crescimento da produtividade positivo, enquanto as outras categorias apresentaram uma taxa negativa de crescimento da produtividade.

Analisando a taxa de crescimento da produtividade do trabalho, nas grandes regiões e no Brasil como um todo, entre 1996 e 2007, a taxa de crescimento da produtividade para o Brasil foi de -0,22%. No Sudeste de -0,18%, sendo destaque para essa região o crescimento positivo das indústrias extrativas e o setor de alta tecnologia, enquanto as indústrias de transformação, setores de baixa, média baixa e média tecnologia apresentaram taxas de crescimento da produtividade negativas. O Sul, Nordeste e Centro-Oeste também apresentaram taxas de crescimento positivas, com destaque para o setor de alta tecnologia no Nordeste, que apresentou crescimento bastante expressivo (Galeano, *Op. Cit.*).

Galeano e Feijó (2013) analisam a produtividade (entre 1996 a 2007), por meio da metodologia *shift-share,* que capta três aspectos: *i*) o impacto da macroeconomia sobre a produtividade regional, *ii*) a relação de aspectos regionais com a produtividade regional; e *iii*) a relação do setor industrial com a produtividade regional. A hipótese da relação entre o setor industrial com a produtividade regional é que setores tecnologicamente mais avançados têm maior impacto sobre o crescimento da produtividade regional. O principal resultado encontrado foi que a taxa de crescimento da produtividade na região Sudeste foi negativa. Nas regiões menos desenvolvidas houve aumento do emprego, que foi acompanhado por aumento da produtividade. Contudo, esse crescimento da produtividade em outras regiões não foi suficiente para contrabalancear a redução da produtividade no Sudeste.

A redução do emprego foi maior em setores de baixa tecnologia. Os setores de alta tecnologia apresentaram maior taxa de crescimento da produtividade, contudo, reduziram a participação do emprego. O valor adicionado de maior crescimento foi o de máquinas e equipamentos de informática. A mudança estrutural teve impacto negativo sobre o Sudeste e positivo sobre o Nordeste do país. Outro ponto importante da análise feita por esses autores é que a produtividade do trabalho respondeu mais a questões relativas às estruturas locais que às questões estruturais ou setoriais da indústria.

Galeano e Wanderley (2013) analisam por meio da metodologia *shift-share*, entre 1996 e 2007, a produtividade para as regiões brasileiras. Para as regiões Sul e Centro-Oeste, a participação da indústria de alta produtividade no emprego regional aumentou sua participação à custa da indústria com baixa produtividade. Nas regiões Norte e Nordeste, cresceu a produtividade à custa dos setores de alta tecnologia.

Os resultados encontrados por Galeano e Wanderley (*Op. cit.*) indicam que, para o período entre 1996 e 2007, grande parte das regiões apresentou concentração alta do emprego em setores de baixa tecnologia, destacando-se as regiões Nordeste e Centro-Oeste com percentual acima de 70% dos empregos nos setores de baixa tecnologia. No que tange à produtividade, os autores destacam que no Sudeste houve

queda. Para esses autores, isso ocorreu por uma conjugação de fatores, entre eles: *i*) política macroeconômica, que propiciou aumentos das taxas de juros e apreciação cambial, impactando no aumento das importações; *ii*) falta de competitividade em relação aos produtos chineses; e *iii*) valorização das *commodities* por conta do crescimento da economia chinesa.

3 DIFERENCIAIS ESPACIAIS DE PRODUTIVIDADE

3.1 Metodologia

Como mencionado anteriormente, o objetivo deste trabalho é analisar os diferenciais regionais de produtividade no Brasil no período de 1996 a 2011, subdividido em dois subperíodos: 1996 a 2002 e 2003 a 2011. Para essa análise, são utilizadas informações das empresas do estrato certo (Empresa e Unidade Local) da Pesquisa Industrial Anual (PIA), fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Considera-se neste estudo o indicador de produtividade do trabalho, calculado como a razão entre Valor da Transformação Industrial (VTI) e o pessoal ocupado (PO).

A natureza sigilosa dos dados de produtividade das unidades locais da indústria brasileira impõe uma série de limitações para a análise de sua dinâmica regional. Portanto, há que se buscar agregações, sejam elas espaciais ou setoriais.

A análise da produtividade industrial nas microrregiões do país só é possível a partir da agregação de todos os setores da indústria de transformação. Todavia, cabe ressaltar que, dados os diferenciais setoriais de produtividade, essa agregação torna nebulosa a análise de diferenciais regionais de produtividade, uma vez que não se consegue identificar se esses diferenciais possuem suas raízes na estrutura produtiva ou em diferente especialização setorial.

A fim de testar a existência ou não de padrões espaciais estatisticamente significativos, avaliamos neste estudo a presença de autocorrelação espacial nos dados, medida usualmente por meio de estatísticas globais com o I de Moran e o C de Geary. Estas estatísticas globais, no entanto, ignoram a existência de padrões locais de autocorrelação espacial, podendo levar a resultados enganosos sobre a existência de autocorrelação espacial nos dados (Anselin, 1995). Portanto, além das estatísticas globais, utilizamos neste trabalho estatísticas do tipo *Local Indicators of Spatial Association* (LISA) para detectar padrões locais de autocorrelação espacial nas variáveis, conforme instrumental analítico desenvolvido por Anselin (1995; 1996).

As estatísticas do tipo LISA fazem a decomposição de indicadores globais em indicadores locais permitindo avaliar a contribuição individual de cada observação para a estatística global. Assim, a soma dos indicadores locais é proporcional ao indicador local de associação espacial. Utilizamos aqui a estatística denominada

Moran Local, desenvolvida por Anselin (1995) e derivada a partir da estatística global I de Moran.

A estatística I de Moran global oferece uma indicação formal do grau da associação linear entre o vetor de valores observados em dado período de tempo *t* e o vetor das médias ponderadas dos valores da vizinhança, ou seja, a defasagem espacial. Formalmente:

$$I_t = \frac{n}{S_0} \frac{\sum_i \sum_j w_{ij} \left(x_{i,t} - \mu_t\right)\left(x_{j,t} - \mu_t\right)}{\sum_i \left(x_{i,t} - \mu_t\right)^2} \qquad t = 1, 2, 3 \ldots. \tag{1}$$

em que $S_0 = \sum_i \sum_j w_{ij}$, $x_{i,t}$ é a observação na região *i* no período *t*, μ_t é a média das observações no período *t*, *n* é o número de regiões, w_{ij} são os elementos da matriz de pesos espaciais W, que é o meio pelo qual as regiões são classificadas como vizinhas ou não umas das outras.

Os elementos da matriz W indicam se a região *i* é considerada vizinha ou conectada à região *j*, e o grau dessa relação. Vários critérios podem ser adotados para a elaboração de matrizes de pesos, tais como contiguidade, distância, distância inversa, *k* vizinhos mais próximos, entre outros. Utilizamos nesse estudo o critério de vizinhança *Queen* de primeira ordem, que estabelece que duas regiões são consideradas vizinhas se possuem ao menos um ponto de fronteira comum. Calculada a estatística I, seu valor deve ser comparado com o valor teórico esperado E(I)=-1/(n-1). Caso o valor calculado seja significativamente maior que o esperado, tem-se um indício da presença de autocorrelação espacial positiva nos dados. No entanto, se significativamente menor, há evidências a favor de autocorrelação negativa.

Para entender a estrutura da correlação espacial local, utilizam-se técnicas específicas como os gráficos e mapas de dispersão de Moran e a estatística Moran Local. Segundo Anselin (1995), a versão local da estatística I de Moran para cada região *i* e período *t* é expressa como:

$$I_{i,t} = \left(x_{i,t} - \mu_t\right) \sum_j w_{ij} \left(x_{j,t} - \mu_t\right) \tag{2}$$

As estatísticas locais permitem identificar aglomerações significativas de valores similares. Além disso, são úteis para a detecção de *outliers* espaciais e observações influentes. Quando positivos, sugerem a formação significativa de aglomerações de valores similares, e, quando negativos, sugerem a formação significativa de aglomerações espaciais de dados geográficos discrepantes.

A partir dessa definição, é possível classificar os agrupamentos em quatro categorias:

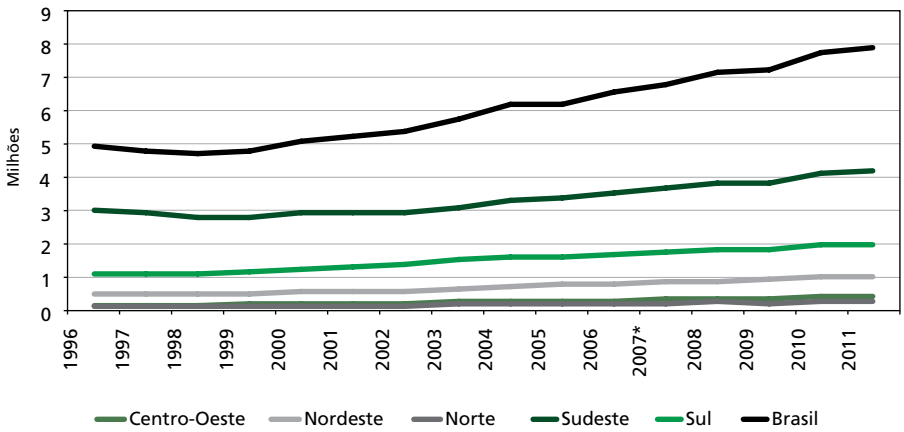
1) AA (Alto-Alto): região que apresenta alto valor da variável estudada, circundada por uma vizinhança cujo valor médio da variável também é alto;
2) BA (Baixo-Alto): região com baixo valor, circundada por uma vizinhança cujo valor médio é alto;
3) BB (Baixo–Baixo): região de baixo valor na qual a média dos vizinhos também é baixa; e
4) AB (Alto–Baixo): região com alto valor na qual a média dos vizinhos é baixa.

3.2 Taxa média de crescimento de pessoal ocupado e valor da transformação industrial

O objetivo dessa seção é analisar a taxa de crescimento do pessoal ocupado, valor da transformação industrial e como *proxy* para a produtividade, a taxa de crescimento da relação entre o valor da transformação industrial dividida pelo pessoal ocupado no mesmo ano. Os dados foram coletados no IBGE, para o período demarcado entre 1996 e 2011.

A evolução das principais variáveis utilizadas no exercício deste capítulo pode ser vista nos gráficos a seguir, que apresentam o total para o Brasil e também os valores por grandes regiões. Em termos globais, os gráficos revelam duas fases distintas. A primeira, entre 1996 e 2002, é caracterizada por estabilidade do VTI (redução de 0,1%) e modesta elevação do pessoal ocupado (aumento de 8%). Como consequência, o indicador de produtividade apresenta certa estabilidade até 1999, com variação de apenas 0,8% no período, seguida posteriormente por uma trajetória decrescente, fechando essa primeira fase com redução de 8%, oriunda do crescimento do emprego sem contrapartida na produção. A segunda fase, de 2003 em diante, é caracterizada pelo aumento consistente do emprego industrial até o final da série. Entre 2003 e 2011, o pessoal ocupado tem elevação de 37,5%. A trajetória do VTI segue o mesmo caminho, porém com menor intensidade, fechando o período com crescimento de 29%. Como resultado, tem-se a redução continuada do indicador de produtividade, que em 2011 é 6,1% inferior a 2003.

GRÁFICO 1
Pessoal ocupado na indústria de transformação, Brasil e grandes regiões 1996-2011

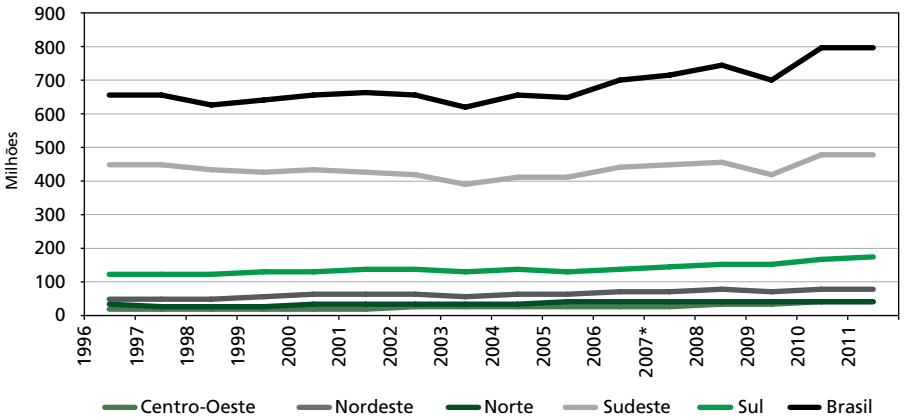


Fonte: PIA.
Obs.: De 2007 em diante houve mudança na metodologia da PIA.

Em termos regionais, nesse nível de agregação, os indicadores mostram dinâmicas que corroboram os estudos apresentados nas seções anteriores. Em primeiro lugar, nota-se a marcada concentração da produção industrial nas regiões Sudeste e Sul. Em segundo lugar, percebem-se trajetórias intrarregionais distintas, com mudanças mais pronunciadas no Sudeste e Sul. Na região Sudeste o emprego cai até 1999, recupera-se e permanece relativamente estável até 2003. A partir de então o emprego cresce consistentemente até o final da série, com acrescimento de mais de um milhão de trabalhadores. Já em termos de VTI, nota-se o declínio da produção industrial até 2003, seguido de recuperação do valor até 2010. Como resultado, a produtividade cai durante a maior parte da série.

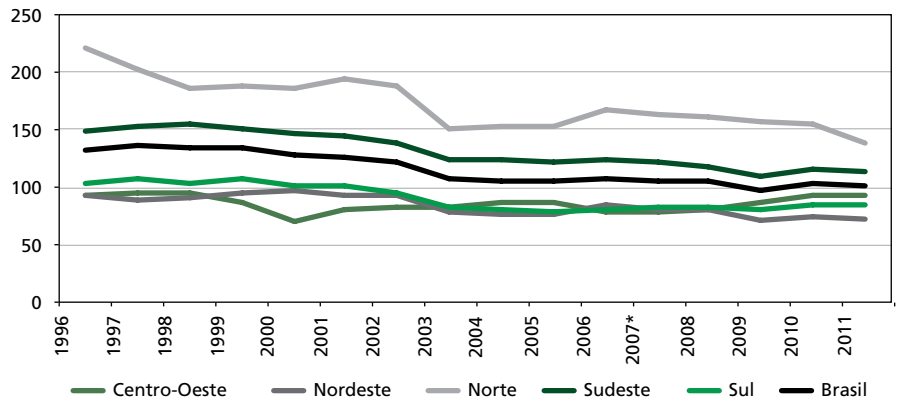
As demais regiões mostram trajetórias semelhantes. Contudo, ao contrário dos dados das empresas localizadas no Sudeste, a redução do emprego nos anos 1990, quando presente, é menos pronunciada. Não obstante, a queda da produtividade no período 1996-2011 é observada em todas as regiões.

GRÁFICO 2
Valor da transformação industrial na indústria de transformação, Brasil e grandes regiões 1996-2011, preços de 2011



Fonte: PIA.
Obs.: De 2007 em diante houve mudança na metodologia da PIA; Deflator: IPA.

GRÁFICO 3
Produtividade (VTI/PO) na indústria de transformação, Brasil e grandes regiões 1996-2011 (R$ de 2011)



Fonte: PIA.
Obs.: De 2007 em diante houve mudança na metodologia da PIA; Deflator: IPA.

TABELA 1
Médias e desvios padrões das taxas anuais e taxa total anualizada de variação de pessoal ocupado (PO), valor transformação industrial (VTI) a preços de 2011 e produtividade (VTI/PO) no período 1996-2011
(Em %)

	Pessoal ocupado (PO)			VTI			VTI/PO		
	Média	Desvio padrão	Total	Média	Desvio padrão	Total	Média	Desvio padrão	Total
Centro-Oeste	7,18	4,85	7,08	7,31	7,88	7,04	0,31	8,31	-0,03
Nordeste	4,96	3,81	4,90	3,39	7,84	3,11	-1,48	6,85	-1,70
Norte	5,51	7,40	5,27	2,49	9,93	2,05	-2,82	6,93	-3,06
Sudeste	2,21	3,53	2,16	0,55	5,55	0,41	-1,63	4,15	-1,71
Sul	4,00	3,24	3,95	2,71	5,48	2,57	-1,21	4,96	-1,32
Brasil	3,25	3,25	3,20	1,46	5,15	1,34	-1,71	4,13	-1,80

Fonte: PIA.
Obs.: De 2007 em diante houve mudança na metodologia da PIA; Deflator: IPA.

A tendência geral proporcionada pela análise gráfica e as disparidades regionais podem ser vistas na tabela 1, que mostra a variação média e o desvio padrão das taxas anuais de crescimento três variáveis entre 1996 e 2011. A tabela apresenta ainda a variação total no período em taxas anualizadas. Como pode ser visto, o emprego cresce a uma taxa média superior à do VTI em todas as regiões, exceto na Centro-Oeste. Todavia, mesmo no Centro-Oeste, a taxa total de crescimento do emprego entre 1996 e 2011 supera o crescimento da produtividade, ainda que timidamente, resultando em redução da produtividade a uma taxa de 0,03% ao ano (a.a.). Mais uma vez, a maior disparidade fica a cargo da região Sudeste, que teve acelerado crescimento do emprego, superior a 5% em média, ao mesmo tempo em que teve crescimento médio do VTI pouco acima de 0,4%. Cabe ainda ressaltar a grande oscilação das taxas de crescimento da produtividade, evidenciada pelos desvios padrões destas. O desvio padrão das taxas anuais de crescimento da produtividade no Centro-Oeste é 53 vezes superior ao valor da média, indicando a alta volatilidade desse indicador.

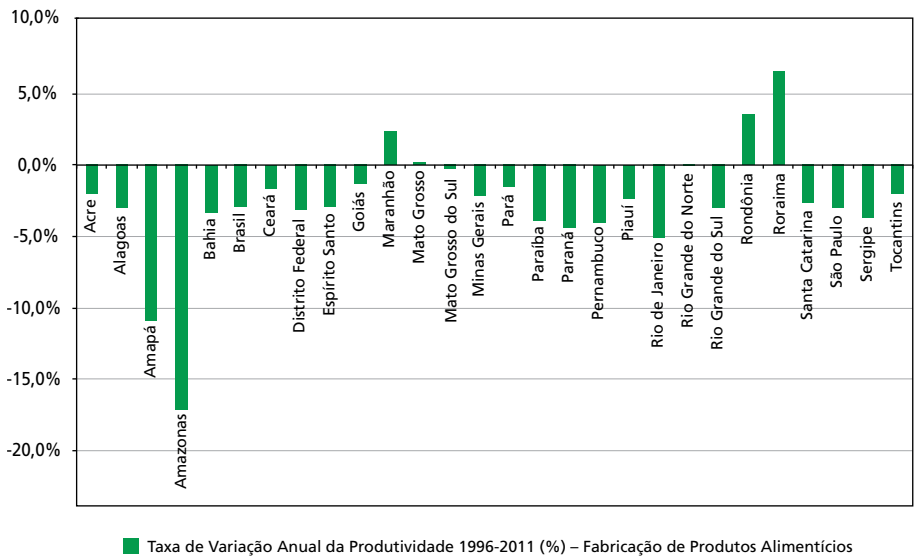
As diferenças regionais são ainda mais pronunciadas quando, além da desagregação regional, consideram-se setores isoladamente. Muito embora não seja objetivo deste capítulo, essas diferenças são importantes para ilustrar os desafios do estudo da evolução da produtividade regional.

Para ilustrar essas diferenças, os gráficos a seguir apresentam a taxa média de variação da produtividade para os quatro principais setores da indústria de transformação medidos em 2011. Cabe lembrar que, por questões se sigilo, os dados da produção estadual são omitidos quando o número de empresas no setor é inferior a três. O gráfico 4 apresenta os dados para o setor de Fabricação de Produtos

Alimentícios,[1] que em 2011, com quase R$ 130 milhões, representou quase 16% do VTI nacional. Como pode ser visto, a produtividade não só cai em quase todos os estados, mas também apresenta diferenças bastante acentuadas entre os estados. A redução da produtividade nos três principais estados para o setor contribuíram para a redução nacional de produtividade em 2,9%: São Paulo (-3,1%), Minas Gerais (-2,1%) e Paraná (-4,4%).

O gráfico 5 apresenta as taxas médias de variação da produtividade para o setor de fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis.[2] Muito embora vários estados não possuam quantidade mínima de empresas nesse setor, seu VTI foi cerca de R$ 130 milhões, que representaram mais de 15% do VTI nacional em 2011, pouco atrás de produtos alimentícios. Nesse caso, o crescimento da produtividade foi positivo para o total do Brasil (5,1%) e para os principais estados produtores.

GRÁFICO 4
Variação média da produtividade (VTI/PO), fabricação de produtos alimentícios

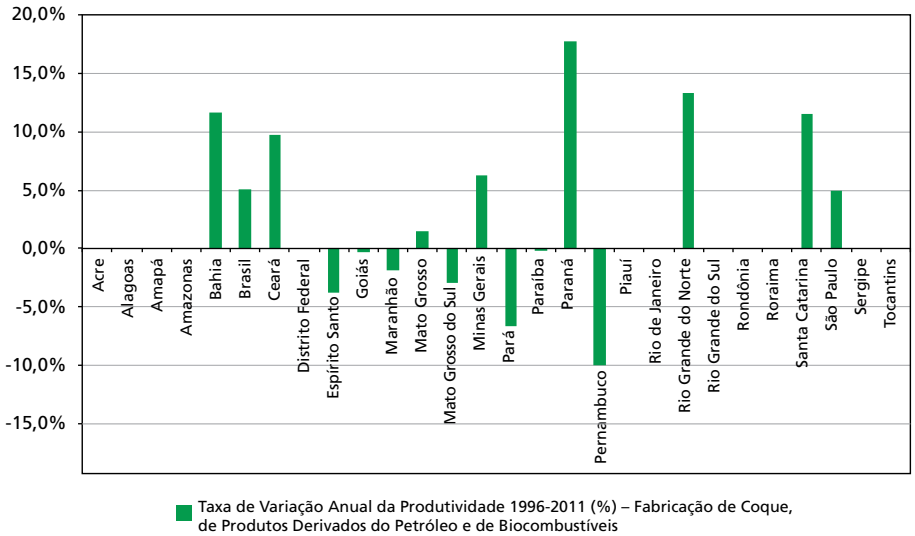


Fonte: PIA.

1. Consideram-se aqui dados de 2011 do setor 10 da CNAE 2.0 "Fabricação de produtos alimentícios" e dados de 1996 do setor 15 da CNAE 95 "Fabricação de produtos alimentícios e bebidas".

2. Consideram-se aqui dados de 2011 do setor 19 da CNAE 2.0 "Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis" e dados de 1996 do setor 23 da CNAE 95 "Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool".

GRÁFICO 5
Variação média da produtividade (VTI/PO), fabricação de produtos derivados do petróleo

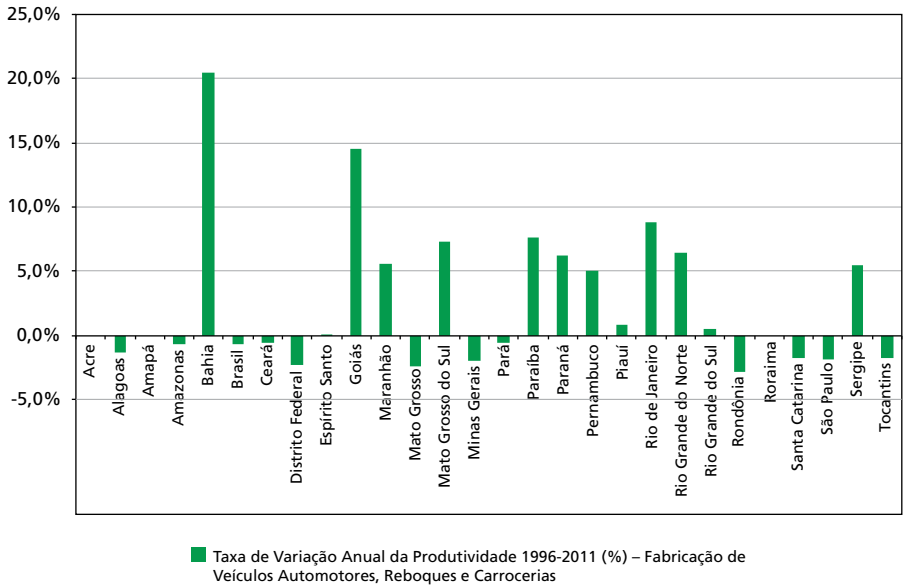


Fonte: PIA.

O gráfico 6 mostra a variação da produtividade do setor de fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias.[3] Nesse caso, além das variações regionais vistas nos setores anteriores, notam-se também os limites da agregação setorial. Esse setor, responsável por quase 11% do VTI nacional em 2011, mostra marcadas diferenças entre os estados, mesmo entre os grandes produtores de veículos, como São Paulo (-1,9%), responsável por 50% da produção do setor, Paraná (6,2%) e Minas Gerais (-2%).

3. Consideram-se aqui dados de 2011 do setor 29 da CNAE 2.0 "Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias" e dados de 1996 do setor 34 da CNAE 95 "Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias".

GRÁFICO 6
Variação média da produtividade (VTI/PO), fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias

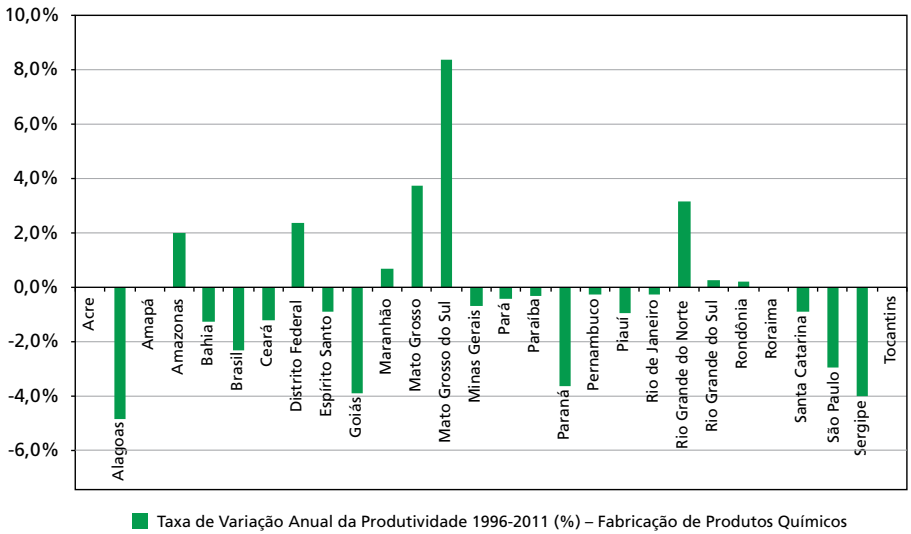


Fonte: PIA.

Finalmente, o gráfico 7 mostra a desagregação estadual do setor de fabricação de produtos químicos,[4] responsável por mais de 7% do VTI nacional em 2011. Mais uma vez, nota-se a discrepância de resultados entre os estados e o resultado negativo observado para o agregado nacional (-2,3%) refletiu a queda da produtividade nos principais estados produtores, isto é, São Paulo (-3%), Bahia (-1,2%), Rio Grande do Sul (0,3%) e Rio de Janeiro (-0,3%). Ainda assim, o setor teve crescimento positivo em oito estados.

4. Consideram-se aqui dados de 2011 do setor 20 da CNAE 2.0 "Fabricação de produtos químicos" e dados de 1996 do setor 24 da CNAE 95 de mesmo nome.

GRÁFICO 7
Variação média da produtividade (VTI/PO), fabricação de produtos químicos



Fonte: PIA.

3.3 Produtividade industrial nas microrregiões brasileiras

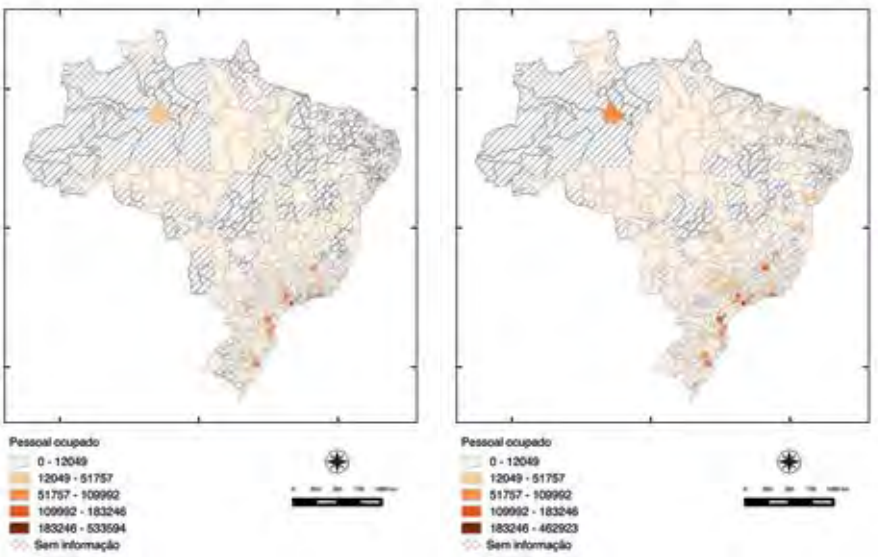
Nesta seção apresentamos uma análise da produtividade industrial nas microrregiões brasileiras. Devido à escala espacial adotada e a necessidade de manutenção do sigilo dos dados, essa análise para a maior parte do Brasil só é possível a partir da agregação de todos os setores da indústria de transformação, como já mencionado. Portanto, quando uma região apresenta produtividade relativamente maior que outra, por exemplo, esse diferencial pode ser oriundo de uma disparidade no nível de eficiência da produção média por trabalhador, ou resultado de especialização em setores produtivos distintos com produtividades diferenciadas. De todo modo, seja devido a maior eficiência produtiva ou especialização em setores mais produtivos, a análise espacial da produtividade industrial ao nível microrregional no Brasil apresenta o padrão territorial de geração de valor industrial de acordo com total de ocupados e sua evolução recente.

Antes de analisarmos a produtividade propriamente, cabe investigar separadamente a distribuição espacial de seus componentes: pessoal ocupado (PO) e valor da transformação industrial (VTI). O mapa 1 apresenta a distribuição do pessoal ocupado na indústria da transformação nos anos 1996 e 2011. Grande parte das microrregiões das regiões Norte e Nordeste não possui informação de PO nesse período, indicando pequeno número de unidades produtivas ou a inexistência das mesmas. Apesar de a microrregião São Paulo manter sua posição como a princi-

pal concentradora da mão de obra industrial em todo o período analisado, cabe ressaltar o transbordamento espacial da atividade e perda de importância relativa do centro principal. Enquanto em 1996 a microrregião São Paulo respondia por 20% do PO industrial no Brasil, ao longo de quinze anos essa concentração foi reduzida para 11% em 2011. Todavia, como demonstra Diniz (1993), trata-se de uma desconcentração concentrada, haja vista que o espraiamento é geograficamente limitado, principalmente para o interior do próprio estado.

Mais que uma perda de importância relativa no emprego industrial, tem-se uma perda absoluta, com redução de 13% no número de PO. Ou seja, a microrregião São Paulo apresenta um processo de expulsão da atividade industrial para seu entorno, com uma dinâmica "von thüniana" clássica, em que a atividade de menor geração de valor por área é expulsa pela de maior geração de valor (von Thünen, 1966). O mesmo processo vivenciado no princípio da industrialização de São Paulo ao final o século XIX e acelerado na década de 1930, quando a atividade industrial expulsou a agropecuária para seu entorno imediato, é experimentado pela própria indústria desde os anos 1970, quando a atividade industrial é expulsa do lugar central pelas atividades de serviços.

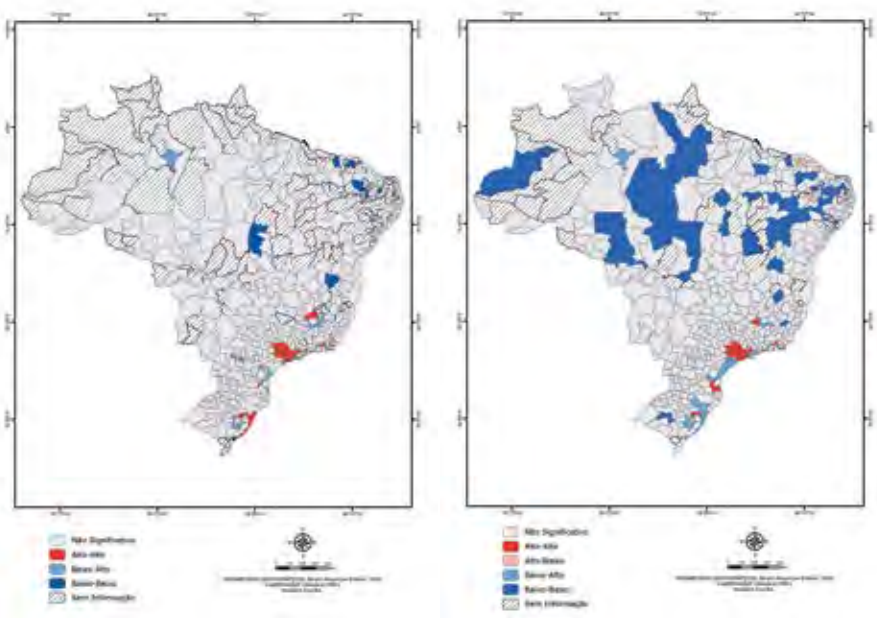
MAPA 1
Pessoal ocupado, 1996 e 2011



Elaboração dos autores.

A forte concentração do emprego industrial nas regiões Sudeste e Sul, mais precisamente no chamado "polígono de aglomeração industrial" (Diniz, 1993), contribui para que a distribuição espacial do pessoal ocupado apresente um indicador positivo de autocorrelação. A estatística I de Moran global da distribuição do PO em 1996 tem valor de 0,13, chegando a 0,19 em 2011, ambos significativos a 1%, evidenciando o processo de espraiamento espacialmente concentrado. Ou seja, o que se percebe no Brasil é que microrregiões com alto nível de emprego industrial tendem a ser vizinhas de microrregiões também com alto nível de emprego industrial. O mapa 2 apresenta a decomposição local da estatística I de Moran. Vale ressaltar que a análise dos resultados das estatísticas I de Moran, tanto em sua versão local como global, mas, principalmente na versão local, requer cuidados especiais. O nível mínimo de empresas necessário para se cumprir o requisito de manutenção do sigilo das informações ou mesmo a concentração do setor resulta em número considerável de microrregiões sem dados, que se localizam majoritariamente nas regiões Norte e Nordeste. Deste modo, a estrutura espacial nessas regiões fica comprometida, exigindo maior cuidado na análise de seus resultados.

MAPA 2
***Clusters* de pessoal ocupado segundo Moran Local, 1996 e 2011**



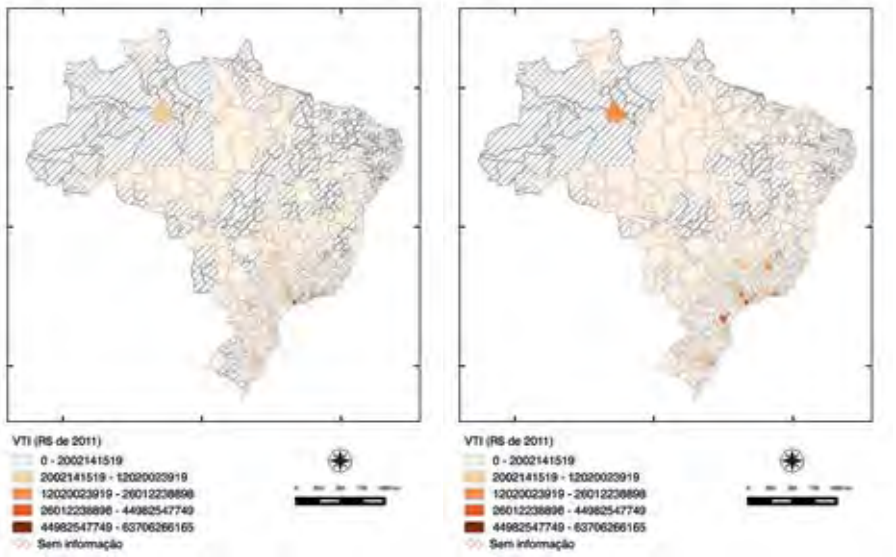
Elaboração dos autores.

Em que pese os prejuízos para uma análise da estrutura espacial do emprego no Brasil causados pela ausência ou omissão de dados, que resulta em uma estrutura espacial fragmentada, o que se percebe é a evidenciação de forte concentração em torno da microrregião de São Paulo, formando um grande aglomerado de microrregiões de elevado nível de emprego industrial. Além de São Paulo, aparecem como parte de agrupamentos Alto-Alto as microrregiões de Belo Horizonte, Rio de Janeiro, Curitiba e Porto Alegre. Ademais, o valor Baixo-Alto significativo para a microrregião Itacoatiara, no Amazonas, evidencia o caráter de enclave industrial da microrregião Manaus, que tem em seu entorno uma maioria de microrregiões sem qualquer relevância industrial. Ou seja, Manaus aparece como um *outlier*, ou uma exceção em uma região caracterizada por um vazio industrial, não sendo, portanto, capaz de gerar efeitos de transbordamento para além de suas fronteiras que impulsionem as microrregiões vizinhas. Por fim, cabe ressaltar o surgimento de novos aglomerados do tipo Baixo-Baixo nas regiões Norte e Nordeste. Esses aglomerados são caracterizados por microrregiões de baixo nível de emprego industrial cujo entorno imediato também apresenta nível baixo de emprego industrial. O surgimento desses aglomerados durante o período de análise é relevante por evidenciar o crescimento, ainda que tímido, da atividade industrial na região, haja vista que, em 1996, grande parte dessas microrregiões não possuía quantidade de empresas em número suficiente para manter o sigilo dos dados.

A distribuição espacial do VTI é bastante similar à distribuição do pessoal ocupado, como mostra o mapa 3. Todavia, a perda de importância relativa da microrregião São Paulo é mais intensa sob a ótica do valor adicionado em relação ao pessoal ocupado. Enquanto em 1996 a microrregião São Paulo concentrava 22% de todo o VTI nacional, em 2011 esse valor caiu para a metade: 11%. Além da perda relativa, houve redução absoluta de 1,1% no VTI de São Paulo no período analisado, considerando preços de 2011.

Todavia, de modo diferente do ocorrido com o pessoal ocupado, o grau de associação espacial medido pela estatística I de Moran Global não sofreu grande variação no período, passando de 0,12 em 1996 para 0,13 em 2011, ambos significativos a 1%. Esses valores indicam que as microrregiões brasileiras de maior valor de transformações industrial tendem a ser vizinhas de microrregiões de alto VTI, e as de baixo VTI tendem a ter em seu entorno microrregiões também com baixo VTI.

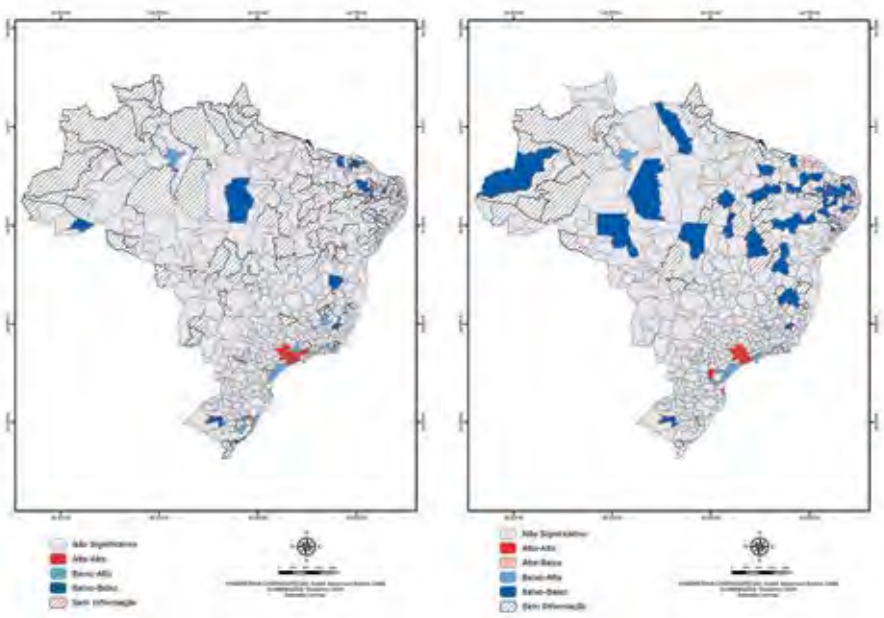
MAPA 3
Valor da transformação industrial, 1996 e 2011



Elaboração dos autores.

O mapa 4 apresenta a decomposição local da estatística I de Moran. Como se pode perceber, o agrupamento de microrregiões do tipo Alto-Alto segundo o VTI em torno de São Paulo se manteve similar ao identificado para pessoal ocupado durante o período analisado. Todavia, cabe ressaltar a mudança na caracterização dos demais polos industriais. Enquanto os agrupamentos de pessoal ocupado em Belo Horizonte, Rio de Janeiro e Porto Alegre apresentam um perfil Alto-Alto, ainda que de abrangência espacial bastante restrita, em relação ao VTI esses agrupamentos são identificados pela significativa caracterização do tipo Baixo-Alto das microrregiões vizinhas aos lugares centrais. Ou seja, a concentração espacial do VTI aparentemente não apresenta transbordamento similar ao apresentado pela concentração de pessoal ocupado, o que pode indicar um diferencial de produtividade nessas localidades.

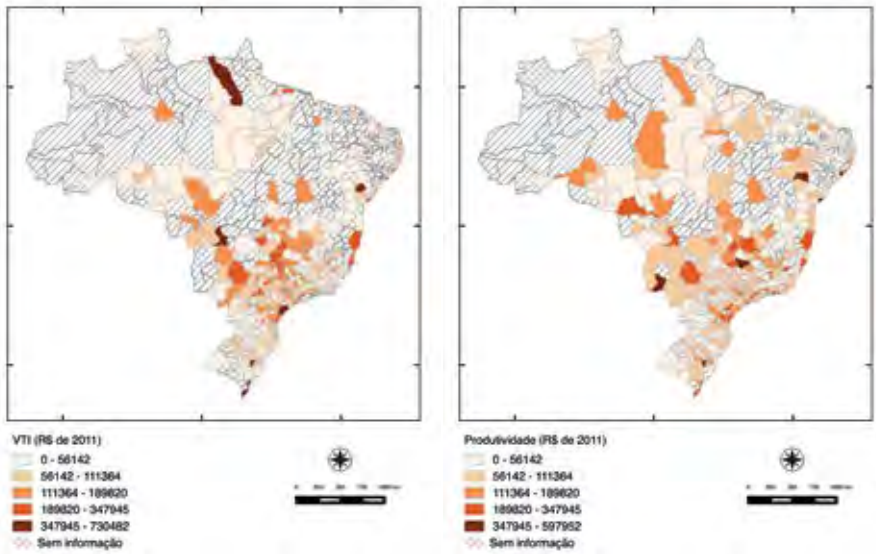
MAPA 4
***Clusters* de VTI segundo Moran Local, 1996 e 2011**



Elaboração dos autores.

O mapa 5 apresenta a distribuição espacial da produtividade do trabalho industrial entre as microrregiões brasileiras nos anos 1996 e 2011. De modo bastante distinto do apresentado pelas variáveis pessoal ocupado e valor da transformação industrial, não é possível perceber um padrão espacial muito claro da produtividade. Além da aparente aleatoriedade espacial, cabe destacar a alta produtividade de microrregiões de pouca relevância industrial. Haja vista que a fórmula adotada para cálculo da produtividade do trabalho é baseada na razão entre VTI e PO, microrregiões com pouco PO tendem a apresentar alta produtividade, dado o pequeno valor do denominador da razão. É o caso, por exemplo, de Almeirim, no Pará. Trata-se de uma microrregião que em 1996 possuía apenas 663 trabalhadores industriais. Todavia, essa microrregião apresentava produtividade 6,7 vezes superior à média nacional.

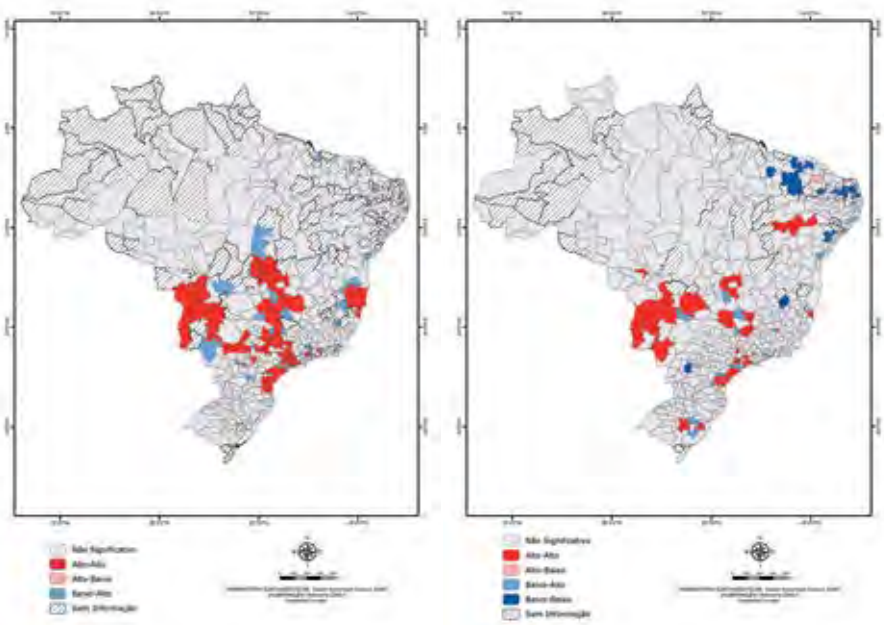
MAPA 5
Produtividade do trabalho industrial, 1996 e 2011



Elaboração dos autores.

A aparente aleatoriedade espacial da produtividade é refutada pelo cálculo da estatística I de Moran. A estatística possui valor 0,21 em relação à autocorrelação espacial da produtividade em 1996 e 0,10 em 2011, ambos valores significativamente diferentes de zero a 1%. Como mostra o mapa 6, as microrregiões de maior produtividade se concentram nas regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul. Todavia, cabe ressalvar que o Centro-Oeste deteve em 2011 apenas 4,9% do VTI e 5,4% do PO nacional, indicando que a alta produtividade nas microrregiões da região pode ser oriunda da forma como o indicador é calculado. A produção do Centro-Oeste é altamente especializada em setores de baixa intensidade tecnológica, focada principalmente na fabricação de produtos alimentícios, responsável em 2011 por mais de 50% do VTI da região.

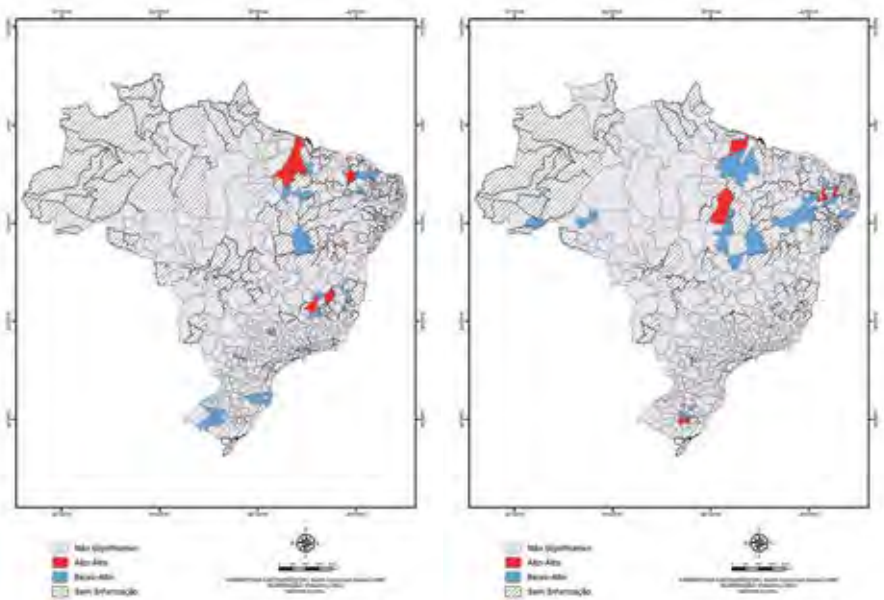
MAPA 6
***Cluster* produtividade 1996 e 2011**



Elaboração dos autores.

Cabe ainda ressaltar a redução da área formada pelo agrupamento de microrregiões de alta produtividade no interior dos estados de São Paulo e Paraná, evidenciando a perda de produtividade da região. Todavia, como mostra o mapa 7, não é possível perceber um aglomerado de perda de competitividade nessas microrregiões de São Paulo e Paraná. Analisando a variação da produtividade entre subperíodos dos quinze anos considerados neste estudo, ou seja, entre 1996 e 2002 e entre 2003 e 2011, o que se percebe é a pequena associação espacial na evolução da produtividade, marcada pela aleatoriedade espacial quando se considera escala microrregional e total da indústria de transformação. Dos poucos aglomerados significativos formados, cabe ressaltar os grupos Baixo-Alto de microrregiões do Nordeste e Alto-Alto no nordeste paraense e norte de Tocantins. A ocorrência desses aglomerados indica a presença de aumento significativo de produtividade em algumas microrregiões, ainda que esse aumento de produtividade não tenha transbordado para regiões vizinhas.

MAPA 7
***Cluster* da variação da produtividade entre 1996 e 2002 e entre 2003 e 2011, segundo Moran Local**



Elaboração dos autores.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo pretendeu contribuir para a escassa literatura que avalia a produtividade industrial em escala subnacional. Utilizando informações da Pesquisa Industrial Anual, foram apresentados os dados relativos à evolução regional e padrões espaciais microrregionais do pessoal ocupado (PO), do valor da transformação industrial (VTI) e da produtividade, calculada a partir das duas variáveis anteriores.

Evidenciou-se, assim, mais uma vez, a concentração espacial da produção e da produtividade no Brasil, ao mesmo tempo em que foram identificados padrões espaciais do nível do emprego, produção e produtividade entre microrregiões, bem como a espacialidade de sua evolução. Dessa forma, foi possível revelar padrões que por construção são encobertos pela agregação por grandes regiões ou por estados, ou que frequentemente são ignorados em estudos mais desagregados espacialmente.

Os resultados encontrados apontaram para uma aparente aleatoriedade espacial da produtividade, conclusão que é refutada pelo cálculo da estatística I de Moran. Ao se comparar a estrutura espacial da produtividade entre 1996 e 2011, foi possí-

vel perceber uma redução da área formada pelo agrupamento de microrregiões de alta produtividade no interior dos estados de São Paulo e Paraná, evidenciando a perda de produtividade da região. Quando se analisou a variação da produtividade entre subperíodos dos quinze anos considerados nests estudo, ou seja, entre 1996 e 2002 e entre 2003 e 2011, o que se percebeu foi a pequena associação espacial na evolução da produtividade, marcada pela aleatoriedade espacial quando se considera escala microrregional e o total da indústria de transformação.

A aparente aleatoriedade espacial na evolução da produtividade durante o período analisado não deve ser entendida como um indício de que a produtividade do trabalho industrial não possua transbordamentos territoriais no país. Os resultados apresentados dependem diretamente da unidade espacial de análise (microrregião) e da agregação setorial adotads. As externalidades positivas, geradas por um aumento de produtividade, previstas pela literatura podem ter amplitude espacial restrita, de modo que não seja possível captar seus transbordamentos ao se adotar microrregiões como unidade de análise, dadas questões relativas à disponibilização deste tipo de dados. Ademais, caso os transbordamentos sejam predominantemente intraindustriais, como geralmente considerado nas externalidades do tipo Marshall--Arrow-Romer (MAR), a consideração da indústria de transformação como um todo, perdendo, assim, informações de especificidade setorial, pode obscurecer a identificação de processos de transbordamento.

Os desafios para se analisar a produtividade em nível regional e consequente escassez de estudos nesta área ficam evidentes, dada a necessidade de agregação setorial e a perda de informações espaciais. Todavia, como mostra este capítulo, mais complexo ainda é o desafio de reversão do processo de perda de produtividade da indústria nacional e, principalmente, de reversão dos desequilíbrios regionais de emprego, produção e produtividade. Haja vista que a inércia espacial do capital é menor que a do fator trabalho, urge maior reflexão sobre a territorialização dos investimentos, principalmente em infraestrutura. Em um contexto nacional de níveis históricos de baixo desemprego, a recuperação da produtividade não se trata de um caminho apenas desejado, mas sim de única via possível para retomada do crescimento.

REFERÊNCIAS

ANSELIN, L. Local indicator of spatial association - LISA. **Geographical Analysis**, v. 27, n. 3, p. 93-115, 1995.

_____. The moran scatterplot as an ESDA tool to assess local instability in spatial association. In: FISCHER, M.; SCHOLTEN, H.; UNWIN, D. (Ed.). **Spatial analytical perspectives on GIS in environmental and socio-economic sciences**. London: Taylor and Francis, 1996.

BENITEZ, R. M. A Infra-estrutura, sua relação com a produtividade total dos fatores e seu reflexo sobre o produto regional. **Planejamento e Políticas Publicas**, Brasília, n. 19, p. 257-308, jun. 1999.

CHRISTALLER, W. **The central places in southern Germany.** Englewood Cliffs, NJ: Prentice- Hall, 1966.

DINIZ, C. C. Desenvolvimento poligonal no Brasil: nem desconcentração nem contínua polarização. **Revista Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, 1993.

FEIJÓ, C. A. ; CARVALHO, P. G. M. ; RODRIGUEZ, M. S. Concentração industrial e produtividade do trabalho na indústria de transformação nos anos 90: evidências empíricas. **Economia**, Niterói, v. 4, n. 1, p. 19-52, jan./jun. 2003.

GALEANO, E. A. V.; FEIJO, C. A estagnação da produtividade do trabalho na indústria brasileira nos anos 1996-2007: análise nacional, regional e setorial. **Nova Economia**, v. 23, p. 9-50, 2013.

GALEANO, E. A. V.; WANDERLEY, L.A. Produtividade Industrial do Trabalho e Intensidade Tecnológica nas Regiões do Brasil: Uma Análise Regional e Setorial para os Anos 1996-2007. Planejamento e Politicas Publicas, v. 40, p. 67-106, 2013.

LEMOS, M. B. *et al*. A nova configuração regional brasileira e sua geografia econômica. **Revista de Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 665-700, 2003.

LOSCH, A. **The economics of location.** New Haven: Yale University Press, 1954.

NORTH, D. Location theory an regional economic growth. **Journal of Political economy,** v. 63, n. 3, p. 243-58, Jun. 1955.

ROCHA, C. F. L. Produtividade do trabalho e mudança estrutural nas indústrias brasileiras extrativa e de transformação, 1970-2001. **Revista de Economia Política,** v. 27, p. 221-241, 2007.

SABOIA, J.; KUBRUSLY, L. S.; BARROS, A. C. Diferenciação regional da indústria brasileira: agrupamento e ordenação a partir de um novo índice. **Nova Economia**, v. 18, n. 3, p. 350-380, 2008.

VON THÜNEN, J. **Isolated state**: an English edition of Der isolierte Staat. New York: Pergamon Press, 1966.

CAPÍTULO 16

AMBIENTE DE NEGÓCIOS, INVESTIMENTOS E PRODUTIVIDADE*

Luiz Ricardo Cavalcante**

1 INTRODUÇÃO

Ambiente de negócios é o nome genericamente atribuído às condições que circunscrevem, em um determinado país ou em uma determinada região, o ciclo de vida das empresas. De uma forma geral, o ambiente de negócios diz respeito aos níveis de complexidade associados, por exemplo, aos procedimentos de abertura e fechamento de empresas ou de recolhimento de tributos. A melhoria do ambiente de negócios está associada, portanto, a ações de simplificação e desburocratização desses procedimentos. Em virtude de sua própria natureza, o ambiente de negócios é uma variável de difícil mensuração. Ainda assim, o Banco Mundial procura capturar aspectos relativos ao ambiente de negócios com base em uma metodologia conhecida como *Doing Business*, que "mede, analisa e compara as regulamentações aplicáveis às empresas e o seu cumprimento em 189 economias e cidades selecionadas nos níveis subnacional e regional".[1]

Embora as opções metodológicas adotadas pelo Banco Mundial para aferir o *Doing Business* não sejam isentas de questionamentos, esses indicadores são amplamente empregados por formuladores de políticas para orientar ações de simplificação e desburocratização e por empresários para avaliar os países ou regiões onde pretendem investir. Por essa razão, é razoável assumir que há uma associação direta entre a qualidade do ambiente de negócios e os níveis de investimento. Ao contribuírem para a elevação do estoque de capital, os investimentos, por sua vez, estão diretamente associados à produtividade do trabalho. Isso é uma consequência do caráter parcial desse indicador, cuja definição corresponde, em essência, ao quociente entre alguma medida de resultado e alguma medida da mão de obra envolvida com a produção. Dessa forma, há uma associação entre a qualidade do ambiente de negócios, os níveis de investimento e a produtividade

* O autor agradece os comentários e sugestões de Bruno César Araújo, C. Alexandre A. Rocha, Fernanda De Negri, Lucas Ferreira Mation, Marcos Mendes e Simone Uderman. Agradece também à equipe do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) com quem teve a oportunidade de discutir uma versão preliminar deste trabalho. Erros e omissões são de responsabilidade do autor.

** Consultor legislativo do Senado Federal. E-mail: luiz.ricardo.teixeira.cavalcante@gmail.com.

1. Disponível em: <http://portugues.doingbusiness.org/about-us>. Acesso em: 8 maio 2015.

do trabalho. Essa última variável vem adquirindo, ao longo dos últimos anos, um papel central nos debates sobre a retomada do ciclo de crescimento e inclusão que marcou a economia brasileira ao longo da década de 2000 (De Negri; Cavalcante, 2014). Com base nessa percepção, formuladores de políticas têm buscado formas de promover o crescimento da produtividade no país. As propostas envolvem, por exemplo, estímulos aos investimentos, à qualificação de mão de obra, às atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e, naturalmente, melhorias de qualidade do ambiente de negócios.

Ainda que a associação proposta entre a qualidade do ambiente de negócios, os níveis de investimento e a produtividade do trabalho seja intuitiva e de difícil contestação, há escassas evidências quantitativas sobre o tema, especialmente quando se trata de um modelo sequencial dessa natureza.[2]

Neste trabalho, estimam-se os coeficientes que relacionam ambiente de negócios, investimentos e produtividade com base em um painel de dados referente a 81 países no período entre 2005 e 2011.[3]

A primeira regressão considera o estoque de capital por trabalhador em função do ambiente de negócios (aferido de acordo com o *Doing Business* publicado pelo Banco Mundial). Dessa forma, é possível avaliar a associação existente entre essa última variável e os investimentos. A segunda regressão associa a produtividade do trabalho ao estoque de capital por trabalhador. Os resultados obtidos permitem confrontar, ainda que preliminarmente, os impactos sobre os investimentos e a produtividade de políticas que envolvem subsídios fiscais e financeiros e de políticas que visam promover melhorias no ambiente de negócios. O trabalho está estruturado em mais quatro seções além desta introdução. Na seção 2, apresentam-se os fundamentos teóricos que sustentam a proposição de uma correlação positiva entre ambiente de negócios, investimentos e produtividade. Em seguida, na terceira seção, indica-se a metodologia empregada para a análise dos dados. Na seção 4 discutem-se os resultados obtidos e, finalmente, na quinta seção, destacam-se as principais conclusões do trabalho.

2. Mendes (2014, p. 55-64), ao incluir a incerteza jurídica e a baixa proteção aos direitos de propriedade entre as causas imediatas do baixo crescimento econômico no país, argumenta que "a incerteza jurídica e a fragilidade na proteção dos direitos de propriedade prejudicam os investimentos, a produtividade e, consequentemente, o crescimento da economia". O autor discute a posição relativa do Brasil no *ranking do Doing Business* e pondera um conjunto de razões pelas quais a baixa qualidade do ambiente de negócios é um obstáculo para o crescimento do investimento, mas não exibe evidências quantitativas dessa proposição.

3. As razões para os recortes geográfico e temporal do painel que serviu de base para as estimativas são explicitadas na seção 3 deste trabalho.

2 FUNDAMENTOS

Comparações internacionais sobre ambiente de negócios apoiam-se amplamente nas medidas de *Doing Business* publicadas pelo Banco Mundial. Essas medidas são obtidas a partir de cenários hipotéticos padronizados relativos ao ambiente de negócios que circunscreve a atuação de pequenas e médias empresas (definidas de acordo com critérios do Banco Mundial) de capital nacional em um total de 189 países.[4] O *Doing Business* é aferido para a cidade mais populosa em cada país e para a segunda mais importante cidade de negócios em países com mais de 100 milhões de habitantes. As onze áreas medidas pelo *Doing Business* afetam as empresas durante todo seu ciclo de vida:

- abertura de empresas;
- obtenção de alvarás de construção;
- obtenção de eletricidade;
- registro de propriedades;
- obtenção de crédito;
- proteção dos investidores minoritários;
- pagamento de impostos;
- comércio internacional;
- execução de contratos;
- resolução de insolvência; e
- regulamentação do mercado de trabalho.[5]

Cada uma dessas áreas, por sua vez, resulta da ponderação de um conjunto específico de indicadores. Apesar da abrangência do indicador, o Banco Mundial assinala que aspectos do ambiente de negócios como estabilidade macroeconômica ou corrupção não são diretamente considerados no cálculo do *Doing Business*. Assim, com a exclusão da regulamentação do mercado de trabalho, o *Doing Business* resulta da ponderação de um total de dez áreas. Ainda que se possa discutir o critério de atribuição de pesos de ponderação a cada uma dessas áreas para a obtenção de uma medida agregada, na prática o Banco Mundial trabalha com uma média simples da distância até a fronteira ("*distance to frontier*" ou "*DTF*"). Essa medida avalia a distância das melhores práticas globais relacionadas à regulamentação de negócios.

4. Conforme assinala Kaushik Basu na introdução da última edição do Relatório *Doing Business,* "isso significa que, ao contrário do que algumas pessoas acreditam, o *Doing Business* não é baseado em *surveys* com amostras de firmas" (Banco Mundial, 2014, tradução livre).

5. A regulamentação do mercado de trabalho é uma área adicional não considerada na ponderação do *Doing Business* ou nos *rankings* internacionais.

O indicador é definido de forma que uma maior pontuação reflita um ambiente de negócios mais eficiente e instituições jurídicas mais fortes.[6]

Há uma abrangente produção bibliográfica sobre cada uma das áreas que compõem o *Doing Business* e sobre seus impactos em aspectos como investimento e produtividade. Com efeito, conforme destacado no Relatório *Doing Business* 2015 (Banco Mundial, 2014, p. 102, tradução livre),

> os dados produzidos pelo *Doing Business* inspiraram e permitiram uma abundante pesquisa empírica sobre questões críticas que desafiam economistas, formuladores de política e profissionais de desenvolvimento internacional. Os pesquisadores têm usado esses dados para investigar a importância de uma regulação favorável aos negócios para a criação de novas empresas, para a produtividade e a lucratividade das empresas existentes e para variáveis importantes como crescimento, emprego, investimento e informalidade.

Em alguns casos, explora-se a relação de indicadores individuais com o investimento ou com o investimento estrangeiro direto. Djankov *et al.* (2010), por exemplo, analisam os efeitos dos tributos (incidentes sobre as empresas) sobre os níveis de empreendedorismo e de investimento. Os autores concluem que, de uma forma geral, o aumento de tributos dessa natureza está associado a menores níveis de atividade empreendedora e de investimentos. Análises específicas sobre aspectos relativos ao ambiente de negócios indicam que "o logaritmo do número de pagamentos de tributos não tem efeito sobre o investimento e o investimento estrangeiro direto, mas é negativamente correlacionado tanto com a densidade de negócios como com a entrada" (Djankov *et al.*, 2010, p. 53, tradução livre).

Torriti e Ikpe (2015, tradução livre) argumentam que "o modelo de custo padrão (MCP) usado para reduzir os custos administrativos (CA) impostos às empresas pela regulação leva, na maioria dos casos, a mais investimentos estrangeiros diretos. Os benefícios são mais significantes onde o MCP foi implementado por um período mais longo". Contudo, não foi possível identificar estudos que relacionassem um indicador global de ambiente de negócios (uma média das áreas que compõem o *Doing Business*) com o investimento ou com os níveis de estoque de capital por trabalhador.

6. Na última edição do Relatório *Doing Business*, o Banco Mundial (2014, p. 146, tradução livre) detalha os procedimentos de cálculo dos valores associados a cada economia: "o cálculo do escore da distância até a fronteira para uma determinada economia envolve duas etapas. Primeiro, os componentes individuais do indicador são normalizados para uma unidade comum de modo que cada um dos 31 componentes do indicador (exceto a taxa total de impostos) é redimensionado usando uma transformação linear (pior – y) / (pior – fronteira). Nessa formulação, a fronteira representa a melhor performance no indicador entre todas as economias desde 2005 ou desde o terceiro ano no qual os dados foram coletados. [...] Segundo, para cada economia, os escores obtidos para indicadores individuais são agregados calculando-se uma média simples dos escores de distância até a fronteira, primeiro para cada tópico e então para todos os dez tópicos. [...]. Dessa forma, o *Doing Business* usa o método mais simples: atribui pesos de ponderação idênticos para todos os tópicos e, dentro de cada tópico, atribui pesos de ponderação idênticos para cada um de seus componentes".

A relação entre investimentos, estoque de capital e produtividade do trabalho, porém, ampara-se não apenas em evidências empíricas mas também na própria definição dessas variáveis. Com efeito, a variação do estoque de capital é determinada pelo investimento e pela depreciação:

$$\Delta K = I - \delta K \tag{1}$$

Na equação 1, K é o estoque de capital, I é o investimento e δ é a taxa anual de depreciação do estoque de capital.

A produtividade do trabalho ($\frac{\mathrm{Y}}{L} = \mathrm{y}$, onde as variáveis indicadas são o produto, o estoque de mão de obra e o produto por trabalhador), por sua vez, é positivamente correlacionada com o estoque de capital por trabalhador ($\frac{\mathrm{K}}{L} = \mathrm{k}$). Essa relação fica evidente em uma função de produção do tipo Cobb-Douglas:

$$\begin{aligned} \mathrm{Y} &= \mathrm{A}K^{\alpha}L^{(1-\alpha)} \\ \frac{\mathrm{Y}}{L} &= \frac{\mathrm{A}K^{\alpha}L^{(1-\alpha)}}{L} \\ y &= Ak^{\alpha} \\ \log(y) &= \log(A) + \alpha \log(k) \end{aligned} \tag{2}$$

Há abundantes evidências empíricas dessa relação. Bonelli (2014, p. 138), tratando especificamente do caso brasileiro, mostra que, no período recente, "a redução da produtividade associa-se, principalmente, ao crescimento mais lento do capital por trabalhador". Da mesma forma, Messa (2015) demonstra que o principal fator para a queda da produtividade do trabalho da indústria de transformação no período recente foi a redução da relação capital-trabalho exibida por quase todos os segmentos que a compõem.

Esses fundamentos sustentam a proposição de uma associação sequencial entre ambiente de negócios, investimentos e produtividade do trabalho. Alguns autores, porém, exploram uma relação direta entre ambiente de negócios e produtividade. Dollar, Hallward-Driemeier e Mengistae (2005) analisam a relação entre ambiente de negócios e performance empresarial utilizando dados relativos à China, à Índia e ao Paquistão. Os autores estimam uma função de produção para empresas do setor de vestuário e concluem que a produtividade total dos fatores (PTF) é sistematicamente relacionada aos indicadores de ambiente de negócios. Barseghyan (2008), com base em dados *cross-country* disponíveis no *Doing Business* referentes ao ano de 2007, estima que uma elevação nos custos de entrada correspondente a 80% da renda *per capita* causa uma redução de 22% na PTF e de 29% no produto por trabalhador. Essa conclusão o leva a sugerir que a elevação dos custos de

entrada reduz os níveis de competição e, portanto, de produtividade. Dall'Olio *et al.* (2013) analisam os impactos de fatores microeconômicos ("*firm-specific characteristics*") e estruturais (associados, por exemplo, ao ambiente de negócios) no crescimento da produtividade de um painel de empresas da União Europeia entre 2003 e 2008. Os autores demonstram que melhorias no ambiente de negócios são positivamente associadas a ganhos de produtividade do trabalho. A associação é mais forte nos países cujo ingresso na União Europeia é mais recente. Fernández (2014, tradução livre) analisa o impacto dos impedimentos burocráticos no resultado das empresas e conclui que, no caso da Espanha, "a redução dos custos monetários [da abertura de empresas] para os níveis dos Estados Unidos aumenta o resultado em 1,6%, ao passo que a redução do tempo de abertura aumenta o resultado em 3,7%". Isso o leva a argumentar que taxas de abertura impedem que projetos de menor produtividade sejam implantados, ao passo que obstáculos burocráticos que consomem tempo têm um efeito de seleção negativo na atividade empreendedora. Esse último canal de seleção traz distorções para a produtividade e para o resultado das empresas em toda a economia.

Um trabalho especificamente focado no caso brasileiro foi elaborado por Mation (2014), que reafirmou a existência de uma correlação entre o ambiente de negócios e a PTF ou a produtividade do trabalho. O autor assinala, contudo, que essa correlação não indica causalidade, "pois há outros fatores, como, por exemplo, o nível do capital humano, estoques de infraestrutura e práticas gerenciais, que afetam tanto a produtividade como o ambiente de negócios" (Mation, *Op. cit.,* p. 192). Com base em uma análise de painel com efeitos fixos, Mation (*Op. cit.,* p. 197) conclui que "uma melhora de 1% do ambiente de negócios em direção à fronteira mundial traria ganhos de produtividade do trabalho de USD 110 e 0,0047 da PTF". Uma análise contrafactual o leva a concluir que a produtividade média do trabalho no Brasil cresceria 11% se o país alcançasse o ambiente de negócios do Chile. Entretanto, o autor recomenda cautela na interpretação desses resultados porque, embora a análise com efeitos fixos garanta que os fatores invariantes de cada país já estejam controlados na regressão, "pode haver outros fatores invariantes no tempo que tenham sofrido alterações correlacionadas com as alterações de ambiente de negócios". Essa ressalva o leva a propor que "as estimativas das regressões podem servir como base para que se tenha uma ideia aproximada das ordens de magnitude dos potenciais ganhos de produtividade" (Mation, *Op. cit.*, p. 195).

3 METODOLOGIA

3.1 Modelo de análise

O modelo de análise usado neste trabalho é formado por duas regressões sequenciais:

- logaritmo do estoque de capital por trabalhador em função do ambiente de negócios; e
- logaritmo da produtividade do trabalho em função do logaritmo do estoque de capital por trabalhador.

Em ambos os casos, outros fatores podem contribuir para explicar o comportamento da variável dependente. No primeiro caso, fatores como renúncias fiscais e créditos subsidiados podem contribuir para maiores níveis de investimentos e, portanto, para a elevação do estoque de capital por trabalhador. No segundo caso, aspectos como qualificação da mão de obra ou investimentos em P&D podem interferir no ajuste. Para levar em consideração o efeito das variáveis omitidas, as regressões foram feitas em painel com efeitos fixos. Essa opção faz com que aspectos idiossincráticos de cada país invariantes no tempo sejam capturados na regressão. Em outras palavras, a regressão com efeitos fixos permite a comparação dos países antes e depois das alterações no ambiente de negócios levando em consideração as variáveis exógenas invariantes no tempo.[7] Contudo, pode haver fatores variantes no tempo que tenham sofrido alterações correlacionadas com as alterações de ambiente de negócios (cf. Mation, 2014, p. 195). Esse é o caso, por exemplo, de aspectos relacionados ao capital humano ou à gestão empresarial, que podem variar *pari passu* com o ambiente de negócios e afetar os níveis de investimento e de produtividade.[8]

Embora não formem um modelo estrutural, as equações são usadas para simular, no caso brasileiro, o impacto de alterações no ambiente de negócios sobre

7. Uma definição formal dos modelos com efeitos fixos e efeitos aleatórios pode ser encontrada em Greene (2003, p. 285, tradução livre):

Efeitos fixos: se $\mathbb{z}_i$ é não observável, mas correlacionado com $\mathbb{x}_{it}$, então o estimador de mínimos quadrados de β é enviesado e inconsistente em consequência de uma variável omitida. Contudo, nesse caso, o modelo $y_{it} = \mathbb{x}'_{it}\beta + \alpha_i + \varepsilon_{it}$, onde $\alpha_i = \mathbb{z}'_{it}\alpha$, incorpora todos os efeitos observáveis e especifica uma média condicional estimável. O modelo com efeitos fixos usa alfa como um termo constante específico para cada grupo na regressão. Deve-se notar que o termo "fixo" usado aqui indica que o termo não varia no tempo e não que não é estocástico, que não precisa ser o caso.

Efeitos aleatórios: se se pode assumir que a heterogeneidade individual não observada, embora formulada, não é correlacionada com as variáveis incluídas, então o modelo pode ser formulado como $y_{it} = \mathbb{x}'_{it}\beta + E\left[\mathbb{z}'_i\alpha\right] + \left\{\mathbb{z}'_i\alpha - E\left[\mathbb{z}'_i\alpha\right]\right\} + \varepsilon_{it} = \mathbb{x}'_{it}\beta + \alpha + u_i + \varepsilon_{it}$, isto é, como um modelo de regressão linear com um distúrbio composto que pode ser estimado consistentemente, embora ineficientemente, por mínimos quadrados.

8. Um eventual refinamento desse modelo requereria a inclusão, nas regressões, das variáveis omitidas nessa versão mais simples. Conforme a disponibilidade dos dados, modelos que incluem um maior número de variáveis podem ser estimados em análises posteriores. Ainda que isso permita a obtenção de resultados mais robustos, a opção pela regressão com efeitos fixos supera uma parte significativa das limitações inerentes ao modelo simplificado adotado neste trabalho. Além disso, um outro possível refinamento pressupõe o uso de variáveis defasadas. Nesse caso, o pressuposto é que melhorias no ambiente de negócios requereriam algum tempo para refletir-se em aumentos do investimento e do estoque de capital.

o estoque de capital por trabalhador e, em sequência, sobre a produtividade do trabalho. Essas simulações são feitas conforme o procedimento descrito a seguir.

Inicialmente, com base no coeficiente estimado usando o modelo com efeitos fixos, projeta-se o estoque de capital por trabalhador no Brasil em 2011 para diferentes valores assumidos pela variável que mede a qualidade do ambiente de negócios naquele ano. Em seguida, para estimar a elevação percentual anual dos investimentos requerida para que o estoque de capital por trabalhador alcance o nível projetado, recorre-se a um procedimento *ad hoc* que consiste nas seguintes etapas descritas a seguir.

- Calculam-se os investimentos considerando a série de estoque de capital e as taxas de depreciação divulgadas por Berlemann e Wesselhöft (2014) usando a equação 1. Com isso, é possível obter uma série de investimentos consistente com a série de estoque de capital usada nas regressões.
- Usando o pessoal ocupado, estima-se o estoque de capital correspondente ao ambiente de negócios de referência.
- Iterativamente, calcula-se o incremento percentual dos investimentos para que o estoque de capital alcance o valor projetado para 2011. Esse procedimento foi feito sobre a série de investimentos entre 1970 e 2011 (que corresponde a toda a série disponível) para levar em conta o caráter cumulativo dos impactos do ambiente de negócios sobre os investimentos.[9]

Além de servir de base para a estimativa da elevação percentual dos investimentos, o estoque de capital por trabalhador projetado em diferentes ambientes de negócios é usado como referência para se calcular a produtividade do trabalho nesses cenários.

3.2 Fontes de dados

Conforme indicado na subseção precedente, o modelo requer a disponibilidade de dados em painel sobre o ambiente de negócios, o estoque de capital por trabalhador e a produtividade do trabalho. As fontes dessas informações estão indicadas nos tópicos a seguir.

- Ambiente de negócios: dados históricos do *Doing Business* disponibilizados pelo Banco Mundial referentes ao período entre 2003 e 2014.[10]

9. Esse procedimento foi executado em uma planilha eletrônica. Partindo-se de uma estimativa inicial do incremento percentual dos investimentos, calculou-se uma nova série cujos valores, a cada ano, correspondiam aos valores originais acrescidos desse incremento. Com isso, calculou-se o valor do estoque de capital resultante dessa nova série de investimentos. Usando os recursos da planilha eletrônica, testaram-se, iterativamente, valores para o incremento percentual dos investimentos até que o estoque de capital alcançasse o valor projetado para 2011.

10. Esses dados são publicados nas edições dos anos imediatamente seguintes. Dessa forma, assumiu-se, neste trabalho que a edição intitulada "*Doing Business* 2015", por exemplo, contém os dados relativos ao ano de 2014.

Os valores empregados correspondem a uma média simples da melhor prática considerando a distância até a fronteira dos critérios apurados pelo Banco Mundial, com exceção do critério "obtenção de eletricidade", cuja inclusão implicaria uma redução significativa da extensão temporal do painel. Como para alguns desses critérios também não há dados relativos aos anos de 2003 e 2004, a série disponível contempla o período entre 2005 e 2014.[11]

- Estoque de capital: série calculada de acordo com o método proposto por Berlemann e Wesselhöft (2014) e disponível *online* para o período entre 1970 e 2011. A base construída de acordo com o método do inventário perpétuo para 103 países emprega dados do *World Development Indicators Database* do Banco Mundial. A série foi construída em US$ constantes de 2000.[12]
- Pessoal ocupado e produtividade do trabalho: as séries de pessoal ocupado ("*persons employed*") e produtividade do trabalho disponibilizadas por "*The Conference Board Total Economy Database*".[13] Em ambos os casos, os dados estão disponíveis para o período entre 1950 e 2013.

Considerando as interseções entre as bases disponíveis, o painel de dados formado contempla, neste trabalho, o período de sete anos entre 2005 e 2011. Como as bases têm diferentes abrangências geográficas, o painel resultante da interseção de todas elas é formado por um total de 84 países. Desse total, três países (Chipre, Luxemburgo e Malta) foram excluídos porque suas séries de dados referentes ao *Doing Business* estavam incompletas para o período entre 2005 e 2011. Com isso, o total de países incluídos no painel alcançou 81.

11. As revisões periódicas da metodologia de aferição do *Doing Business* podem causar algumas descontinuidades no indicador. Ainda que a opção pela distância até a fronteira tenda a amenizar esse tipo de descontinuidade, trabalhos futuros podem usar séries plenamente compatíveis ao longo do período analisado. A opção adotada neste trabalho, contudo, não compromete os resultados gerais aqui apresentados.

12. Disponível em: <http://www.hsu-hh.de/berlemann/index_VQxdoUqt6VmSoYt6.html>. Análises posteriores podem usar também séries geradas na nova geração da *Penn World Table*, nas quais foram reintroduzidos os dados relativos ao estoque de capital (Feenstra; Inklaar; Timmer, 2015). Com isso, pode ser possível estender a análise para períodos posteriores a 2011.

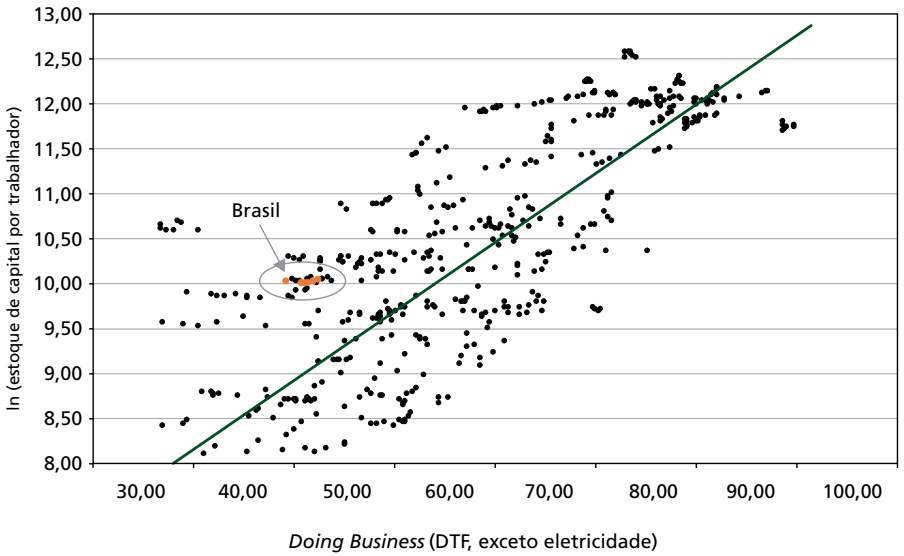
13. Dados disponíveis em: <https://www.conference-board.org/data/economydatabase/index.cfm?id=27762>. Para a produtividade do trabalho, empregou-se a variável *"labor productivity per person employed in 2013 US$ (converted to 2013 price level with updated 2005 EKS PPPs)"*.

4 RESULTADOS

4.1 Ambiente de negócios e investimentos

A associação entre o ambiente de negócios e o logaritmo do estoque de capital por trabalhador pode ser facilmente percebida no gráfico 1 a seguir, para cuja elaboração se empregaram os dados referentes aos 81 países que compõem a amostra durante o período entre 2005 e 2011.

GRÁFICO 1
Ambiente de negócios e estoque de capital por trabalhador, 2005-2011



Elaboração do autor.

O gráfico evidencia que um melhor ambiente de negócios, ao estimular o investimento, tende a exibir uma correlação positiva com o estoque de capital por trabalhador. Em particular, o Brasil exibe um estoque de capital por trabalhador superior ao que seria predito por seu ambiente de negócios em uma regressão com efeitos aleatórios. Isso decorre de fatores idiossincráticos do país (por exemplo, a presença de incentivos ao investimento).

Os resultados de uma regressão em painel com efeitos aleatórios (isto é, que não considera os aspectos idiossincráticos de cada país) e com efeitos fixos estão indicados a seguir.

TABELA 1
Estoque de capital por trabalhador (log) em função do ambiente de negócios, 2005-2011 (efeitos aleatórios e efeitos fixos)

Variável	Efeitos aleatórios	Efeitos fixos
Doing business	0,0604*** (0,0022)	0,0168*** (0,0009)
Número de obs.	567	567
Número de países	81	81
R^2		0,6000

Elaboração do autor.
Notas: *** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,10.
Obs.: Erros padrão entre parêntesis. Níveis de significância:

Conforme se pode observar, em ambos os casos o coeficiente para a variável relativa ao ambiente de negócios é significativo a mais de 99% de confiança. Contudo, a magnitude do coeficiente estimado com base no modelo com efeitos aleatórios é cerca de 3,6 vezes maior do que a magnitude do coeficiente estimado com base no modelo com efeitos fixos. Esse é um resultado esperado, uma vez que, no primeiro caso, o coeficiente "absorve" outros aspectos correlacionados com o ambiente de negócios de cada país que não foram incluídos na modelagem. No segundo caso, o uso de efeitos fixos permite que o coeficiente estimado capture a relação entre o ambiente de negócios e o estoque de capital por trabalhador já excluindo o efeito dos demais aspectos idiossincráticos de cada país. Por essa razão, simulações do estoque de capital por trabalhador para um dado país devem apoiar-se no coeficiente estimado com base no modelo com efeitos fixos.[14]

Com base no coeficiente estimado usando o modelo com efeitos fixos, pode-se simular o estoque de capital por trabalhador no Brasil para diferentes valores assumidos pela variável que mede a qualidade do ambiente de negócios. A título de ilustração, simulou-se o crescimento percentual do estoque de capital por trabalhador se o Brasil tivesse, em 2011, os níveis de *Doing Business* dos seguintes países: Estados Unidos e Canadá (países desenvolvidos de grandes dimensões); China, Índia, Rússia e África do Sul (que, juntamente com o Brasil, formam os BRICS); e Argentina, México e Chile (latino-americanos de referência para o Brasil, cuja pontuação naquele ano alcançou 49,24). A tabela 2 registra essas estimativas.[15]

14. A magnitude e a significância do coeficiente estimado persistem quando se admite, nas regressões, um intervalo de um ano para que o ambiente de negócios influencie o estoque de capital por trabalhador. Em particular, o coeficiente estimado com base no modelo com efeitos fixos em que o ambiente de negócios é defasado em um ano corresponde a 0,0167. Trata-se de um valor praticamente idêntico àquele reportado na tabela 1. O uso de variáveis defasadas, contudo, extrapola os objetivos deste trabalho e deve ser objeto de eventuais refinamentos no futuro.
15. Uma vez que o indicador usado neste trabalho exclui o critério "obtenção de eletricidade", no qual o Brasil está bem colocado, as comparações tendem a exibir a posição do país um pouco abaixo daquilo que se obtém nos *rankings* mais atuais.

TABELA 2
Estimativa do crescimento percentual do estoque de capital por trabalhador no Brasil

País	*Doing business* (*DTF*, exceto eletricidade) em 2011	Crescimento percentual do estoque de capital por trabalhador no Brasil
Estados Unidos	85,36	83,50%
Canadá	83,36	77,45%
China	57,77	15,41%
Índia	51,23	3,40%
Rússia	60,09	20,00%
África do Sul	72,26	47,25%
Argentina	55,48	11,05%
México	71,03	44,24%
Chile	71,04	44,25%

Elaboração do autor.

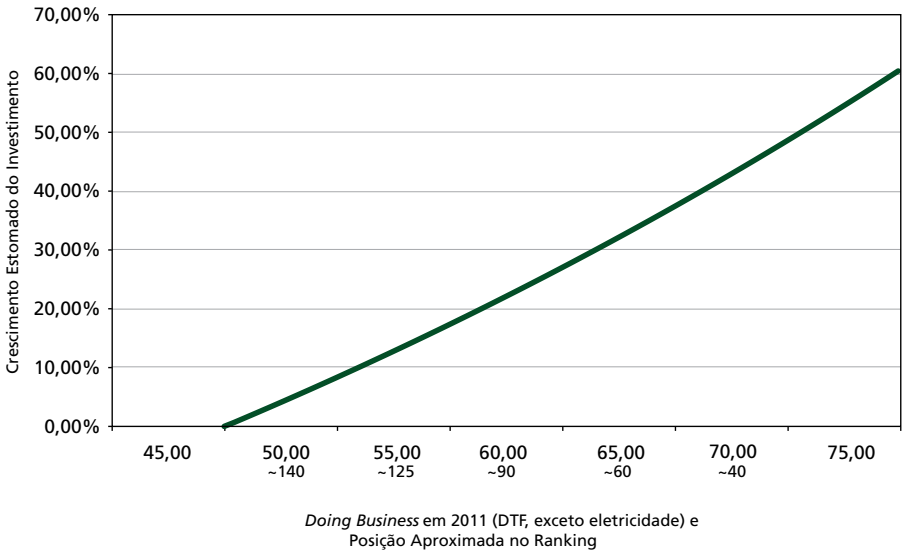
Ainda que esses resultados devam ser manipulados com cautela em virtude das ressalvas metodológicas discutidas na seção 3 deste trabalho, os valores indicados sugerem incrementos significativos na maioria dos casos. Esses incrementos são da ordem de 80% se o Brasil alcançasse os níveis dos Estados Unidos e do Canadá, superiores a 40% na comparação com o Chile e o México e não desprezíveis na comparação com a maior parte dos BRICS e com a Argentina.[16]

Esses dados não querem dizer que uma elevação súbita do *Doing Business* no Brasil poderia motivar um crescimento imediato do estoque de capital por trabalhador. De fato, um crescimento percentual de, por exemplo, 15% no estoque de capital por trabalhador (e, portanto, do estoque de capital para um número fixo de pessoas ocupadas) implicaria um nível de investimentos, em um único ano, de mais do que o dobro do que aquele efetivamente observado. Na verdade, conforme indicado na seção 3, um melhor ambiente de negócios permite uma elevação cumulativa dos investimentos. Para levar em conta esse aspecto, estimou-se, com base nos procedimentos descritos na terceira seção deste trabalho, a elevação percentual anual dos investimentos requerida para que, em um intervalo bastante longo (entre 1970 e 2011), o estoque de capital atingisse aquele estimado em diferentes ambientes de negócios.[17] Essas simulações estão indicadas no gráfico 2, no qual se registram, também, as posições aproximadas no *ranking* do *Doing Business* correspondentes às pontuações em intervalos de 5.

16. A Índia ocupa hoje uma posição inferior à do Brasil no *ranking* do *Doing Business*. A exclusão do critério "obtenção de eletricidade" e o ano de referência da análise explicam por que na tabela 2 a Índia aparece em uma posição melhor do que a do Brasil.

17. Rigorosamente, uma elevação de 15% no estoque de capital implicaria níveis de investimento em 2011 correspondentes a 2,21 vezes o valor efetivamente observado. Se, alternativamente, o estoque de capital crescesse cumulativamente ao longo do período entre 1970 e 2011, o incremento percentual, a cada ano, seria de 16,73%.

GRÁFICO 2
Crescimento percentual dos investimentos para diferentes níveis de ambiente de negócios



Elaboração do autor.

Considerando os valores observados em 2011, o gráfico indica incrementos percentuais de cerca de 2% no investimento para cada ponto adicional de *Doing Business* no Brasil.[18] Apenas como ilustração, incrementos dessa natureza podem ser comparados com a participação dos desembolsos do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) na formação bruta de capital fixo (FBCF), que alcançou, segundo estimativas do próprio banco, 15% em 2014 (Coutinho, 2015, p. 15). Um salto dessa magnitude seria alcançado, de acordo com os coeficientes estimados, caso a pontuação brasileira alcançasse, aproximadamente, 56,75 em 2011. Isso significaria, naquela ocasião, um salto de cerca de trinta posições no *ranking* do *Doing Business*, colocando o ambiente de negócios no país em um patamar semelhante ao da China (57,77), por exemplo. Um incremento de 30% no total dos investimentos requereria, por sua vez, que a pontuação brasileira alcançasse 63,41. Com isso, a posição relativa do país no *ranking* do *Doing Business* subiria cerca de 70 posições, colocando o país em uma posição inferior, porém próxima, à da Turquia (65,37) ou da Polônia (65,70), por exemplo. Finalmente, caso o ambiente de negócios no Brasil alcançasse 69,41, colocando o país em níveis próximos aos do México (71,03) ou do Chile (71,04), o incremento percentual dos investimentos alcançaria 45%, correspondentes a

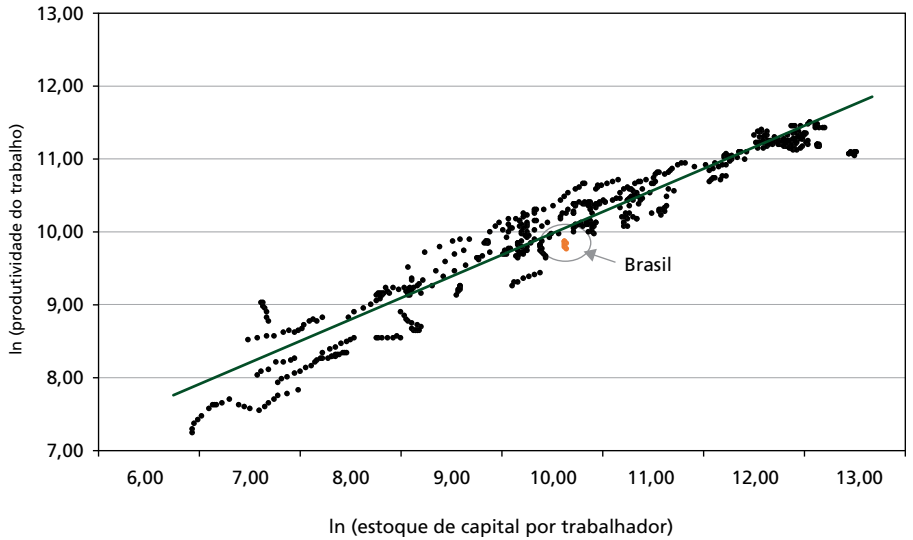
18. Rigorosamente, dado o formato da curva indicada no gráfico 2, esse incremento é da ordem de 1,91% quando o *Doing Business* situa-se em torno de cinquenta e chega a quase 3,00% quando o *Doing Business* aproxima-se de 75.

três vezes a participação dos desembolsos do BNDES nesse tipo de investimento em 2014. Para isso, entretanto, seria preciso que o país subisse, naquela ocasião, cerca de cem posições no *ranking* do *Doing Business*.[19] Embora a manipulação desses números requeira cautela, os valores reafirmam que, ao lado de ações voltadas para o incentivo ao investimento através de renúncias fiscais e de créditos subsidiados, a melhoria do ambiente de negócios pode ter um impacto significativo no nível de investimentos no país.

4.2 Estoque de capital e produtividade do trabalho

O gráfico 3 a seguir mostra, mais uma vez com dados referentes aos 81 países que compõem a amostra durante o período entre 2005 e 2011, a relação entre o estoque de capital por trabalhador e a produtividade do trabalho.

GRÁFICO 3
Estoque de capital por trabalhador e produtividade do trabalho, 2005-2011



Elaboração do autor.

Nesse caso, a correlação entre as variáveis é ainda mais forte do que aquela exibida no gráfico 1.[20] Com efeito, conforme apontado na seção 2, há argumentos sólidos que sustentam a proposição de uma correlação entre o logaritmo do estoque

19. O salto de cerca de cem posições diz respeito ao ano de 2011 e aos valores da distância até a fronteira calculados para aquele ano considerando a metodologia reportada na seção 3. Em 2015, as posições do Brasil (120º) e do Chile (41º) são mais próximas.

20. Opostamente ao que se observou no gráfico 1, nesse caso o Brasil exibe uma produtividade do trabalho inferior ao que seria predito por seu estoque de capital por trabalhador em uma regressão com efeitos aleatórios.

de capital por trabalhador e o logaritmo da produtividade do trabalho. O gráfico evidencia também a posição intermediária do Brasil em ambos os quesitos.

Os resultados de uma regressão em painel com efeitos aleatórios e com efeitos fixos estão indicados abaixo.

TABELA 3
Produtividade do trabalho (log) em função do estoque de capital por trabalhador (log), 2005-2011 (efeitos aleatórios e efeitos fixos)

Variável	Efeitos aleatórios	Efeitos fixos
Doing business	0,6057734*** (0,0178726)	0,5050051*** (0,0247352)
Número de obs.	567	567
Número de países	81	81
R^2		0,9354

Elaboração do autor.
Notas: *** p < 0,01; ** p < 0,05; * p < 0,10.
Obs.: Erros padrão entre parêntesis. Níveis de significância:

Em ambos os casos, o coeficiente para a variável relativa ao logaritmo do estoque de capital por trabalhador é significativo a mais de 99% de confiança. A magnitude do coeficiente estimado com base no modelo com efeitos aleatórios é cerca de 20% maior do que a magnitude do coeficiente estimado com base no modelo com efeitos fixos. Novamente, esse é um resultado esperado pelas mesmas razões indicadas na subseção 4.1. No segundo caso, o uso de efeitos fixos permite que o coeficiente estimado capture a relação entre o estoque de capital por trabalhador e a produtividade do trabalho já considerando os demais aspectos idiossincráticos de cada país.

Os resultados indicados na tabela 3 mostram que uma elevação de 1,0% no estoque de capital por trabalhador leva a um aumento de cerca de 0,5% na produtividade do trabalho. Especificamente nas condições indicadas na subseção precedente (incrementos estimados de 15%, 30% e 45% nos investimentos, correspondentes a elevações no estoque de capital por trabalhador de 13,45%, 26,90% e 40,35%), estimam-se ganhos de produtividade de 6,58%, 12,78% e 18,67%, respectivamente[21].

21. Esses valores superam aqueles registrados por Mation (2014), que estima um crescimento de 11% na produtividade caso o Brasil alcançasse os níveis do Chile. Já para um emparelhamento com o Japão, Mation (2014) estima um incremento de 16% na produtividade do trabalho.

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho, estimaram-se os coeficientes que relacionam ambiente de negócios, investimentos e produtividade com base em um painel de dados referente a 81 países no período entre 2005 e 2011. Regressões em painel com efeitos fixos (que consideram o efeito das variáveis omitidas, e, portanto, os aspectos idiossincráticos de cada país invariantes no tempo) permitiram que se quantificassem os impactos de melhorias no ambiente de negócios sobre os níveis de estoque de capital por trabalhador (e, portanto, sobre os investimentos). Em seguida, estimaram-se também os impactos dos níveis de estoque de capital por trabalhador sobre a produtividade do trabalho. Com base nos coeficientes obtidos, projetou-se o estoque de capital por trabalhador no Brasil caso o ambiente de negócios em 2011 alcançasse os níveis de um conjunto de países de referência.

Após uma breve exposição dos fundamentos teóricos que sustentam a proposição de uma correlação positiva entre essas variáveis e a definição da metodologia de análise, apresentaram-se os resultados das regressões em painel com efeitos aleatórios e efeitos fixos. As regressões em painel com efeitos fixos (que consideram o efeito das variáveis omitidas, e, portanto, os aspectos idiossincráticos de cada país invariantes no tempo) reafirmaram a associação existente entre as variáveis. Com base nos coeficientes obtidos, estimou-se o estoque de capital por trabalhador no Brasil caso o ambiente de negócios em 2011 alcançasse os níveis de um conjunto de países de referência. Em particular, caso o Brasil alcançasse, naquele ano, o ambiente de negócios da China (medido de acordo com o *Doing Business* publicado pelo Banco Mundial), seus níveis de investimentos poderiam ser cerca de 15% maiores. A equiparação com países como a Polônia ou a Turquia poderia significar incrementos da ordem de 30% nos níveis de investimentos. Caso o ambiente de negócios no Brasil alcançasse os níveis do México ou do Chile, o incremento percentual dos investimentos alcançaria 45%, correspondente a três vezes a participação dos desembolsos do BNDES na FBCF em 2014. Além disso, os coeficientes estimados indicaram que uma elevação de 1,0% no estoque de capital por trabalhador leva a um aumento de cerca de 0,5% na produtividade do trabalho.

Embora a manipulação desses números requeira cautela, os valores reafirmam que, ao lado de ações voltadas para o incentivo ao investimento através de renúncias fiscais e de créditos subsidiados, a melhoria do ambiente de negócios exerce um impacto significativo no nível de investimentos e na produtividade do trabalho no país. Um refinamento desses resultados requereria a inclusão, nas regressões, de variáveis omitidas e o uso de variáveis defasadas. Com isso, a robustez dos resultados obtidos usando efeitos fixos seria ainda maior. Além disso, novas regressões podem *i)* apoiar-se em modelos estruturais; *ii)* considerar o impacto de aspectos específicos do *Doing Business* nos níveis de investimentos; e *iii)* usar

métricas alternativas do ambiente de negócios e do estoque de capital para validar as conclusões obtidas neste trabalho.

Ainda que esses refinamentos possam tornar os resultados reportados neste trabalho mais robustos, o fato é que é evidente que a melhoria do ambiente de negócios tem impactos significativos nos níveis de investimentos e na produtividade do trabalho no país. Isso quer dizer que, especialmente em um contexto de restrições ao uso de renúncias fiscais e de créditos subsidiados como forma de incentivar investimentos, será preciso identificar e remover as restrições políticas e institucionais que se colocam para a melhoria do ambiente de negócios no país. Preliminarmente, pode-se associar essas restrições aos seguintes fatores: *i)* ausência de coordenação entre órgãos de governo e entre entes federados (que colocam demandas muitas vezes repetitivas para as empresas e tornam excessivamente complexas tarefas associadas, por exemplo, à conformidade com a legislação tributária); *ii)* presença de eventuais grupos de interesses que podem obter vantagens da complexidade do ambiente de negócios no país;[22] *iii)* incentivos para que os servidores públicos adotem precauções para autorizar ações do setor produtivo em virtude do risco de responsabilização;[23] e *iv)* reduzido *rule of law*, que induz à imposição de uma excessiva e rigorosa fiscalização *ex ante* diante das escassas possibilidades de aplicação de sanções *ex post* mais severas em caso de descumprimento de algum normativo. As ações voltadas para a solução de problemas dessa natureza envolvem os poderes executivo, legislativo e judiciário e podem, indiscutivelmente, concorrer para a melhoria do ambiente de negócios no país.

REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL. **Doing Business 2015**: going beyond efficiency. [S.l.]: The World Bank, 2014.

BARSEGHYAN, L. Entry costs and cross-country differences in productivity and output. **Journal of Economic Growth**, v. 13, n. 2, p. 145-167, Feb. 2008.

BERLEMANN, M.; WESSELHÖFT, J. E. Estimating aggregate capital stocks using the perpetual inventory method: a survey of previous implementations and new empirical evidence for 103 countries. **Review of Economics**, v. 65, p. 1-34, 2014.

22. Determinados entraves parecem favorecer, de alguma forma, os incumbentes (isto é, as empresas já estabelecidas) em detrimento de novos concorrentes.

23. Em geral, os servidores públicos tendem a cercar-se de precauções para evitar eventuais questionamentos sobre sua conduta ao conceder alvarás de funcionamento ou licenças ambientais, por exemplo. Esse comportamento, embora mais conservador e seguro para os funcionários públicos, tende a impor restrições adicionais ao funcionamento das empresas, uma vez que é frequentemente marcado por um excesso de desconfiança

BONELLI, R. Produtividade e a armadilha do lento crescimento. *In*: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2014. (v. 1: desempenho).

COUTINHO, L. **BNDES**: organização e desempenho. Apresentação para a Comissão de Assuntos Econômicos e a Comissão de Serviços de Infraestrutura do Senado Federal. 14 abr. 2015.

DALL'OLIO, A. *et al*. **Productivity growth in Europe**. The World Bank, Apr. 2013 (Policy Research Working Paper 6425).

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2014. (v. 1: desempenho).

DJANKOV, S. *et al*. The effect of corporate taxes on investment and entrepreneurship. **American Economic Journal: Macroeconomics**, v. 2, p. 31-64, Jul. 2010.

DOLLAR, D.; HALLWARD-DRIEMEIER, M.; MENGISTAE. T. Investment climate and firm performance in developing economies. **Economic Development and Cultural Change**, v. 54, n. 1, p. 1-31, Oct. 2005.

FEENSTRA, R. C.; INKLAAR, R.; TIMMER, M. P. **What is new in PWT 8.1?** Apr. 2015. Disponível em: <http://www.rug.nl/research/ggdc/data/pwt/v81/what_is_new_in_pwt_81.pdf>. Acesso em: 18 maio 2015.

FERNÁNDEZ, G. G. T. **Aggregate effects of bureaucratic startup costs**. Stanford Department of Economics, Nov. 2014. Disponível em: <http://stanford.edu/~guzmangt/JMP_Gonzalez-Torres.pdf>. Acesso em: 8 maio 2015.

GREENE, W. H. **Econometric analysis**. Fifth edition. Upper Saddle River (NJ): Prentice Hall, 2003.

MATION, L. F. Comparações internacionais de produtividade e impactos do ambiente de negócios. *In*: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2014. (v. 1: desempenho).

MENDES, M. **Por que o Brasil cresce pouco?** Desigualdade, democracia e baixo crescimento no país do futuro. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MESSA, A. Determinantes da produtividade na indústria brasileira. *In*: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2015. (v. 2: determinantes).

TORRITI, J.; IKPE, E. Administrative costs of regulation and foreign direct investment: the Standard Cost Model in non-OECD countries. **Review of World Economics**, v. 151, n. 1, p. 127-144, Feb. 2015.

CAPÍTULO 17

PRODUTIVIDADE E COMPETIÇÃO NO MERCADO DE PRODUTOS: UMA VISÃO GERAL DA MANUFATURA NO BRASIL*

Victor Gomes**
Eduardo Pontual Ribeiro***

1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores benefícios esperados da livre iniciativa e da competição entre empresas é a busca por melhor eficiência alocativa e técnica, com aumento de produtividade. Também se espera do funcionamento apropriado dos riscos e benefícios do empreender a presença de um mecanismo de seleção e realocação de recursos das empresas menos produtivas para empresas mais produtivas. Isto vale tanto para empresas que conseguem se manter ao longo do tempo, como também para empresas que iniciam suas atividades e as que fecham as portas.

O arcabouço institucional no Brasil reconhece a relação entre concorrência e produtividade. A Lei da Concorrência no Brasil (Lei nº 12.429/2011), como outras no mundo, associa competição à produtividade ao permitir, excepcionalmente, concentrações que consigam, apesar da significativa redução da concorrência, aumentar a produtividade das empresas. A excepcionalidade deste caso de aceitação de redução de concorrência com aumento significativo de produtividade destaca o entendimento dos legisladores nacionais e do judiciário de que concorrência e produtividade andam na mesma direção. A importância da política de defesa da concorrência é mostra por Buccirossi *et al.* (2012), que identificam efeitos positivos de uma efetiva política da concorrência sobre a produtividade total dos fatores para um conjunto de países desenvolvidos e em desenvolvimento.

* As estimativas deste trabalho foram obtidas em acesso a dados não desidentificados no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que avaliou os resultados para não identificação de empresas, obtidas conjuntamente com Paulo de A. Jacinto (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS). Agradecemos a hospitalidade do IBGE e o apoio da equipe do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) na sala de sigilo. Este trabalho contou com o apoio da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) e do Ipea no projeto *Produtividade no Brasil* e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Ribeiro). Quaisquer erros e omissões são de nossa responsabilidade.

** Professor do Departamento de Economia, Universidade de Brasília (UnB). E-mail: victorgomes@unb.br.

*** Professor do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ) e Pesquisador do CNPq. eribeiro@ie.ufrj.br.

Vários modelos teóricos destacam os efeitos da concorrência sobre a produtividade. Seguindo Backus (2011), podemos agregar os efeitos da concorrência sobre a produtividade por meio de dois mecanismos distintos: via seleção no mercado e demografia das empresas (Hopenhayn, 1992; Melitz, 2003; Aghion *et al.*, 2005); e também via eliminação de ineficiências alocativas ou técnicas internas à firma que está em operação, a chamada *X-inefficiency* de Liebenstein (1966), geradas ou não por inovação em empresas que estão em operação (Galdon-Sanchez; Schmitz, 2002).

O mecanismo de seleção opera por meio de dois efeitos. Primeiro, após período de infância, as empresas desenvolvem seu padrão de produtividade de longo prazo, sendo heterogêneo entre empresas. Maior competição pressiona preços, o que faz as empresas menos produtivas perderem lucratividade a ponto de fecharem as portas. Em adição, as novas gerações de empresas têm acesso a novas tecnologias, permitindo que operem com produtividade de longo prazo maior do que as empresas já instaladas e certamente as que não conseguem sobreviver (mesmo que não necessariamente tenham produtividade mais alta do que a média das empresas em existência).

O argumento de eliminação de *X-inefficiencies* aponta para rearranjos internos, de gestão, que permitem alcançar maior produção com o mesmo nível de insumos ou a mesma produção com menor uso de recursos. Em relação a empresas que se mantêm em operação, inovações tecnológicas podem também aumentar sua eficiência e, com isto, sua produtividade. A competição seria o indutor para a busca de eliminação de *X-inefficiencies* (veja Holmes e Schmitz, 2011, com exemplos em vários setores) ou da busca por inovações produtivas (Aghion *et al.,* 2005).

Contemporaneamente ao desenvolvimento da literatura que busca entender as fontes de crescimento dos países (veja, por exemplo, a resenha de Hsieh e Klenow, 2010), existe esforço de pesquisa no Brasil para entender as causas do baixo crescimento da produtividade da economia brasileira (De Negri e Cavalcante, 2013). Neste contexto, o objetivo deste trabalho é trazer evidências iniciais sobre a relação entre competição e produtividade, através de uma visão geral de possíveis canais onde esta relação pode ter efeito. Para tanto, empregamos decomposições da evolução da produtividade, e através de correlações entre medidas de competição, ou graus de não competição, tentamos entender a evolução da produtividade e o papel central da realocação e da competição.

Ao contrário da literatura anterior (Rocha, 2007; Jacinto e Ribeiro, 2013; De Negri e Squeff, 2013), empregamos decomposições de produtividade com dados de empresas, o que permite avaliar o papel da entrada e saída de empresas (mesuradas com as restrições da base de dados) e mensurar a realocação da atividade entre empresas *dentro* de setores para a evolução da produtividade. Diante

da extrema heterogeneidade empresarial no Brasil,[1] estudos intrassetoriais podem trazer respostas e informações relevantes para a compreensão da realidade e o desenho de politicas públicas.

Decomposições microeconômicas de produtividade com dados de empresas seguem, em geral, duas linhas: medidas estáticas e dinâmicas. A medida estática mais empregada é a de Olley e Pakes (1996), que explora a diferença entre a média da produtividade das empresas de um setor ou economia e a produtividade média (ponderada por *market shares*). Esta diferença aponta o grau de associação entre tamanho relativo e produtividade e é interpretada como uma medida de contribuição da alocação de recursos para a produtividade (se positivo, indica que empresas maiores são aquelas com maior produtividade).

Para o Brasil, podemos identificar três aplicações: Muendler e Menezes-Filho (2012) e Schor (2006), que empregam dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) do IBGE para os anos 1990, e Messa (2006), para o setor de serviços. A conclusão do primeiro é de que a covariância produtividade-tamanho tem uma contribuição muito pequena para produtividade do trabalho (com efeito maior para produtividade total dos fatores, do inglês *total-factor productivity* – TFP). Já a segunda, avalia a importância da covariância para o crescimento da produtividade e identifica uma importância maior, sendo o fator quase sempre positivo, mesmo para setores que entre 1986 e 1998 tiveram queda de produtividade. Situação oposta é encontrada por Messa (2006) que, para a Pesquisa Anual de Serviços (PAS, IBGE) de 1998 a 2002, encontrou efeitos de alocação estática significativos para a produtividade.

A decomposição dinâmica mais empregada pela literatura é a de Foster, Haltiwanger e Krizan (2001) – representaremos apenas por FHK. Seu grande mérito é segregar, quando empregado em painel de empresas três relevantes fontes de crescimento sobre a produtividade: a contribuição da entrada e saída de empresas para a produtividade, a contribuição da realocação dinâmica (mudança de parcelas de mercado) e a contribuição de um efeito intensidade (aumento de produtividade média nas empresas). A importância da realocação de entrada e saída de recursos, com base no emprego, pode ser vista em Corseuil *et al.* (2007), que identificam que pelo menos um terço da realocação de trabalho na economia brasileira vem da entrada e saída de empresas. Uma aplicação no Brasil de medida similar, baseada na decomposição de Griliches e Regev (1998), é feita por Messa (2006) para o setor de serviços, que encontrou heterogeneidade significativa na relevância da entrada e saída de empresas na produtividade (que o autor chama de efeito produtividade) com a regularidade de estar com o mesmo sinal do crescimento total da produtividade.

1. Corseuil *et al.* 2007 identificam que uma variação do emprego nas empresas é várias vezes maior do que valores agregados setorialmente.

Por fim, neste trabalho associaremos medidas de poder de mercado (concentração e margens sobre custo) com a evolução da produtividade e de suas decomposições. Todavia, existem reconhecidas críticas quanto ao emprego da mensuração do poder de mercado para capturar mudança das condições concorrenciais *de fato*. Esta crítica é antiga e cabe a Demzets (1973), que mostrou os problemas inerentes à aplicação do exercício empírico de estrutura-conduta-desempenho (veja a revisão de Holmes; Schmitz, 2011) em regressões setoriais de corte transversal. Portanto, para lidar com estas críticas, vários cuidados foram tomados na interpretação dos resultados, como identificar efeitos temporais e não transversais. De qualquer forma, recentemente tais medidas têm sido usadas, controlando pela sua endogeneidade (vide Aghion *et al.*, 2005 para um exemplo de uma medida de margem; e Backus, 2012, para aplicações com medidas de concentração), o que fazemos aqui, e é fato de que medidas de concentração orientam o aparato estatal de política de defesa da concorrência, quando se avalia a possibilidade de poder de mercado associando-o com o grau de concentração deste.

Como mencionado anteriormente, parece surpreendente que as medidas de decomposição de produtividade não tenham sido empregadas em microdados para os anos 2000, período com importante ciclo de produtividade na indústria brasileira. Buscamos preencher esta lacuna e contribuir para a orientação de linhas de pesquisa indicado e entendendo se a alocação de recursos das firmas brasileiras de fato depende do efeito intensidade (*within effect*) e do processo de destruição criativa que move recursos das firmas menos eficientes para as mais eficientes (efeito realocação e a pressão competitiva da entrada líquida), ambos os canais positivamente relacionados à competição de mercado.

Este trabalho está divido em três seções, além desta introdução e da conclusão. Inicialmente apresentamos as medidas de decomposição empregadas, discutindo suas interpretações e limitações. Posteriormente, explicamos os resultados encontrados após a aplicação dos métodos de decomposição descritos. Em seguida relacionamos as medidas de decomposição e a possível associação com medidas de competição e concentração econômica. Por fim, apresentamos nossas conclusões.

2 ESTATÍSTICAS EMPREGADAS: PRODUTIVIDADE E DECOMPOSIÇÕES

Neste artigo utilizamos como medida de produtividade o valor adicionado por trabalhador. Esta é uma medida relativamente simples, mas amplamente empregada em estudos internacionais. Sua mensuração é direta, por não exigir a estimação de uma função de produção e principalmente da estimação do estoque de capital e seus serviços, ou seja, impõe poucas hipóteses para cálculo.

A simplicidade, no entanto, pode revelar algumas limitações, se comparada a outras medidas de produtividade, como a produtividade total dos fatores. A men-

suração do valor adicionado por trabalhador, sob hipóteses, pode ser demonstrada, que inclui a produtividade total dos fatores e também uma medida proporcional à intensidade capital-trabalho, como lembrado por Messa (2013). Enquanto a capacidade de aumentar a produção sem aumento do uso dos insumos é medida pela produtividade total dos fatores, a produtividade do trabalho pode aumentar apenas via acumulação de capital. Além disso, nossa medida de valor adicionado foi deflacionada empregando deflatores setoriais sem considerar a heterogeneidade das empresas em sua capacidade de diferenciar produtos e preços. Como já destacado na literatura, (Foster; Haltiwanger; Krizan, 2001) estas medidas de produtividade deflacionada setorialmente crescem não só por aumento de quantidade produtividade em relação às matérias-primas, mas também por efeitos de competitividade da empresa, ou seja, maiores margens. Os resultados devem ser avaliados com estas limitações em mente.

A produtividade do trabalho agregada (P) pode ser medida, no ano t como

$$P_t = \sum_t \phi_{it} p_{it} \quad (1)$$

onde ϕ_i é a parcela do insumo trabalho da firma i em relação ao trabalho agregado e P_t e p_{it} são medidas de produtividade do trabalho agregada e da firma, respectivamente. Assim, a agregação da produtividade de um setor é ponderada pela participação do insumo trabalho de cada firma.

A produtividade foi medida para empresas da PIA, em acesso a microdados não desidentificados. A produção setorial foi deflacionada por meio de deflatores do Índice de Preços ao Produtor Amplo (IPA) para os setores da indústria. Foram eliminados os maiores e menores valores para evitar influência excessiva dos valores extremos. A análise foi realizada para a indústria de transformação e extração de minerais, exclusive petróleo e carvão (Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 1.0 13 a 36).

A análise emprega a classificação CNAE 1.0 para todo o período. Entre 2008 e 2010, a CNAE 2.0 foi compatibilizada para a CNAE 1.0. Para minimizar os erros desta contabilização, empregamos resultados a dois dígitos, mesmo sob risco de agrupar empresas com produtos menos concorrentes entre si (por exemplo, agrupando cimento e vidro).

2.1 Medidas de decomposição da produtividade de alocação estática

A primeira dimensão que avaliaremos sobre o funcionamento da competição sobre a produtividade está na dimensão alocativa, estática, da competição. Empresas mais produtivas deveriam ser mais competitivas e, com esta vantagem competitiva, serem mais atrativas aos consumidores a fim de, com isto, deterem parcela de mercado, ou tamanho relativo, maior do que empresas menos produtivas. Dito de

outra forma, se os incentivos de alocação de recursos funcionam, as firmas mais eficientes alcançam maior tamanho do que as que são menos eficientes, detendo maior participação de mercado.

A metodologia mais simples e popular para se identificar a extensão desta associação foi desenvolvida por Olley e Pakes (1996). Eles observam que, para um certo ano (uma *cross section*), o nível de produtividade de um setor ou uma economia (a produtividade das firmas ponderada pelo *market share*, medido em número de trabalhadores no caso de produtividade do trabalho), em um ponto do tempo, pode ser decomposto entre a produtividade média das empresas (média aritmética simples) e a covariância entre a produtividade e este *market share*.

Como mencionado, a produtividade de um setor pode ser decomposta em dois fatores:

$$P=\overline{P}_t+\sum_i(\phi_{it}-1/n)(p_{it}-\overline{P}_t) \qquad (2)$$

onde, $\overline{P}_t=\sum_i p_{it}/n$ a média aritmética da produtividade e 1/n é a média aritmética das parcelas de mercado (de emprego) das empresas. O primeiro fator é a produtividade média não ponderada e o segundo fator é a covariância entre produtividade e tamanho relativo (*market share*) da firma. Este último termo captura a eficiência alocativa, dado que ele reflete a capacidade de as firmas eficientes (acima da média) deterem maior *market share*, isto é, parcela acima do padrão de divisão equitativa da produção.[2] Interpretação alternativa seria avaliar a diferença das duas medidas de produtividade agregada: uma em que a produtividade é correlacionada com a parcela de mercado (a produtividade ponderada) e outra, contrafactual, em que a produtividade é independente do tamanho das empresas e assim mensurada ponderando com peso fixo igual ao *share* médio das empresas, que é igual a *1/n*.

Olley e Pakes (1996) mostram que a desregulamentação da indústria de tele-equipamentos nos Estados Unidos (EUA) levou a aumentos significativos de produtividade. Especificamente, os autores mostram que o setor teve fortes ganhos de aumento de produtividade após a desregulamentação e que a covariância aumenta de números entre 0.03 e 0.07 para 0.20 e 0.30 entre 1985 e 1987. Portanto, a evidência seria que o aumento de produtividade foi causado, ou, pelo menos, acompanhado, da melhor alocação de recursos entre as firmas. Além disso, Olley e Pakes mostram que a covariância entre produtividade e tamanho aumenta antes de existir resposta na produtividade não ponderada. Esta realocação de

2. Vale destacar que a parcela média, calculada como média aritmética das parcelas de mercado nada mais é do que 1/n, onde n é o número de empresas envolvidas na estimação. Assim, é possível demonstrar que a diferença entre a produtividade média ponderada e a produtividade média aritmética é dada por $\sum_i (\phi_{it} - 1/n)\, p_{it}$, ou seja, uma média dos desvios das parcelas de mercado do *benchmark* de participação igualitária, ponderada pela produtividade.

produção está por trás do processo de aumento de produtividade da indústria de tele-equipamentos nos EUA nos anos 1980.

Interpretação similar é dada por Bartelsman, Haltiwanger e Scarpetta (2009), que argumentam que a covariância positiva entre tamanho da firma e produtividade é uma previsão robusta dos modelos de produtividade com heterogeneidade de produtores (veja Melitz, 2003). A avaliação deste segundo termo ao longo do tempo permite indicar se o efeito alocativo tem contribuído mais ou menos para a produtividade.

Espera-se que o termo de covariância seja positivo e relevante na indústria brasileira. Estimativas para diferentes países (Foster; Haltiwanger; Krizian, 2001; Bartelsman; Haltiwanger; Scarpetta, 2009) apontam para uma parcela muito pequena desta covariância, embora positiva. Os mesmos resultados foram encontrados para o Brasil, para os anos 1980 e 1990 (Schor, 2006; Muendler; Menezes-Filho, 2012).

Apesar de ser uma medida simples, ela pode ser bastante informativa. Como vantagem de sua aplicação, temos que não exige uma vinculação entre empresas ao longo do tempo (painel), o que permite estimar o efeito alocação da competição para empresas exclusive do estrato certo na PIA.

2.2 Decomposição dinâmica da produtividade e efeito de entrada e saída

Enquanto a decomposição anteriormente descrita permite inferir sobre a associação entre tamanho relativo e produtividade das empresas em setores e na economia como um todo, ela não traz informações sobre outra dimensão relevante da competição sobre a produtividade, o efeito de seleção. Ao longo do tempo, espera-se que empresas menos produtivas sejam menos competitivas e não consigam se manter no mercado, fechando as portas, enquanto novas empresas, com possibilidade de acesso a novas tecnologias, entrem com maior produtividade e, após um período natural de aprendizagem e sobrevivência, detenham produtividade mais alta que as empresas que fecharam.

A natureza dinâmica desta avaliação do efeito da competição exige uma base de dados que permita o acompanhamento de empresas ao longo do tempo. Em nosso caso, ficaremos restritos ao estrato certo da PIA (empresas maiores de trinta trabalhadores).

A decomposição atualmente mais empregada para acompanhar o *crescimento* da produtividade é a sugerida por Baily, Hulten e Campbell (1992) e adotada por Foster, Haltiwanger e Krizan (2001), entre outros (veja Syverson, 2011). A ideia básica desta decomposição é destacar o efeito da entrada e saída de empresas (efeito seleção da competição) na evolução da produtividade, avaliando também dimensões do crescimento da produtividade em empresas que se mantêm em atividade.

Este aumento da produtividade em empresas que continuam em atividade é decomposto em efeito intensidade (aumento de produtividade das empresas), efeito alocação dinâmica (aumento de *share*) e um efeito de covariância entre aumento de produtividade e de parcela de mercado (medida pela parcela de uso do insumo trabalho). Esta parte de decomposição é bastante comum e remonta aos anos 1940 (*Fabricant*) em análises setoriais, em que não há a questão da entrada e saída de empresas (no Brasil, vide Rocha, 2005; Ribeiro, 2005, por exemplo).

Foster, Haltiwanger e Krizan (2001) fazem pequenas adaptações na medida, padronizando os efeitos entre empresas (realocação de mão de obra) e de entrada e saída em relação à produtividade agregada do período inicial, para evitar um efeito positivo de entrada e saída apenas por mudanças de parcela do emprego para entrantes ao longo do tempo.

A decomposição está colocada a seguir, destacando, com os nomes em inglês, dos efeitos intensidade (crescimento da produtividade nas empresas, *within*), do efeito alocação (crescimento de importância de empresas acima da produtividade média, *between*), do efeito multiplicativo, alocativo dinâmico (covariância entre crescimento de produtividade e de importância relativa, *cross*) e efeito líquido de entrada (*NX*), obtido pela diferença entre a produtividade ponderada, relativa à média, dos entrantes e das empresas que fecham.

$$\Delta P_t = \underbrace{\sum_{i \in C} \phi_{it-k} \Delta p_{it}}_{within} + \underbrace{\sum_{i \in C} \Delta \phi_{it} \left(p_{it-k} - P_{t-k} \right)}_{between} + \underbrace{\sum_{i \in C} \Delta \phi_{it} \Delta p_{it}}_{cross} + NX \tag{3}$$

$$NX = \underbrace{\sum_{i \in N} \phi_{it} \left(p_{it} - P_{t-k} \right)}_{entrada} - \underbrace{\sum_{i \in X} \phi_{it-k} \left(p_{it-k} - P_{t-k} \right)}_{saída} \tag{4}$$

Para os Estados Unidos, Foster, Haltiwanger e Krizan (2001) mostram que pelo menos metade do crescimento da produtividade da manufatura tem como origem a realocação de recursos na economia (efeitos *between* e *cross*). Para a manufatura nos EUA, a entrada menos a saída de firmas contabiliza por 26% do crescimento da produtividade. A realocação de trabalho entre as plantas é contabilizada pelo fator de "realocação", que é a soma dos efeitos *cross* e *between,* com efeito similar de 26% e, finalmente, 48% da variação da produtividade agregada no período devido ao efeito *within*.

O horizonte de tempo em que a mensuração é feita influencia os resultados. A avaliação é feita, em geral (e aqui não é diferente), entre dois pontos no tempo, em vez de acumular os efeitos entre o período inicial e final da variação de produtividade. As empresas que não aparecem nos dois períodos são consideradas entrantes ou que saem. Se o horizonte é de cinco anos, nas entrantes temos empresas com um a quatro anos de operação, e as empresas que saem são aquelas que podem ter fechado as portas no último ano ou nos anos posteriores ao primeiro. Com isto,

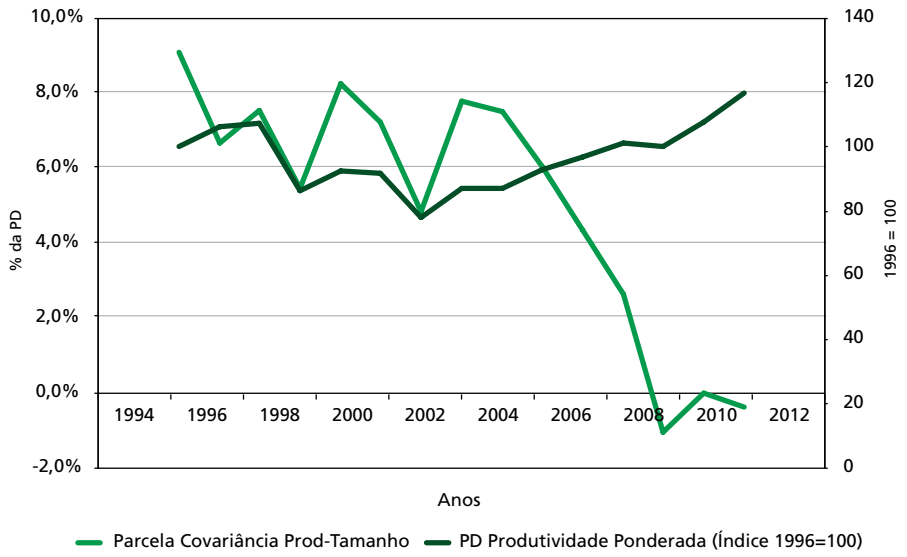
quanto maior o lapso temporal do crescimento, maior a importância relativa do termo de entrada líquida. Outro fator que tende a levar ao crescimento da importância dos efeitos entrada e saída é o de que permitimos que as empresas entrantes tenham sua produtividade medida não no primeiro ano de operação, mais na data do recorte temporal. Ainda no exemplo de lapso de cinco anos, entre os entrantes há empresas que tiveram quatro anos para desenvolver suas operações (*learning by doing*), além de não serem eliminadas pelo próprio processo de concorrência.

3 RESULTADOS DAS DECOMPOSIÇÕES DE PRODUTIVIDADE

Como já visto em outros estudos, o valor adicionado por trabalhador da indústria apresentou uma tendência de queda e crescimento entre 1996 e 2010, caindo entre 1996 e 2002 e passando a se recuperar desde então. Esta tendência é observada também para outras medidas de produtividade, como TFP medida de forma agregada (Gomes, Pessoa; Veloso, 2003; Ellery; Gomes, 2014) ou a partir de microdados (vide este projeto).

No gráfico 1 comparamos a evolução agregada da produtividade por trabalhador na indústria entre 1996 e 2010 e o termo de covariância entre a produtividade de cada firma e o tamanho relativo da cada firma no tempo (efeito alocativo na decomposição Olley-Pakes, equação 2).

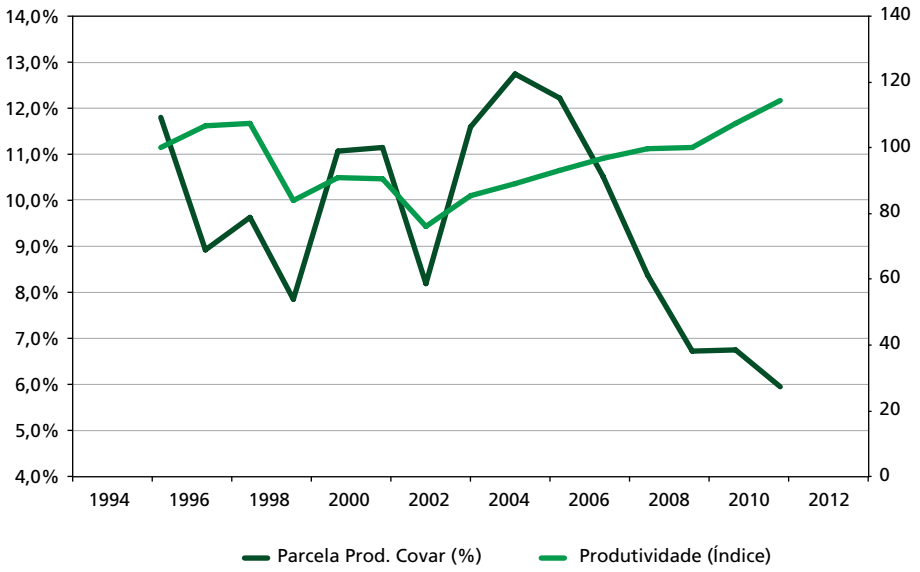
GRÁFICO 1
Produtividade agregada e covariância entre tamanho e crescimento da produtividade das firmas, manufatura, 1996-2010



Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.

Inicialmente, deve-se notar que a contribuição da alocação na produtividade é muito pequena, não chegando a 10% e localizando-se em torno de 8% a 6%, até 2005. Os resultados do gráfico 1 chamam a atenção de que, enquanto até 2004 há alguma associação entre a covariância entre tamanho relativo e produtividade e a tendência da produtividade agregada. Todavia o crescimento da produtividade do trabalho a partir de 2006 está associado a uma queda significativa deste fator alocativo, chegando a ser até negativo com a crise de 2008 em diante. O gráfico 2 apresenta os mesmos resultados para empresas apenas do estrato certo da PIA. Estas empresas serão as empregadas nas decomposições dinâmicas, e apresentamos os resultados para dar uma informação sobre a robustez dos resultados já descritos.

GRÁFICO 2
Produtividade agregada e covariância entre tamanho e crescimento da produtividade das firmas, manufatura, estrato certo PIA, 1996-2010



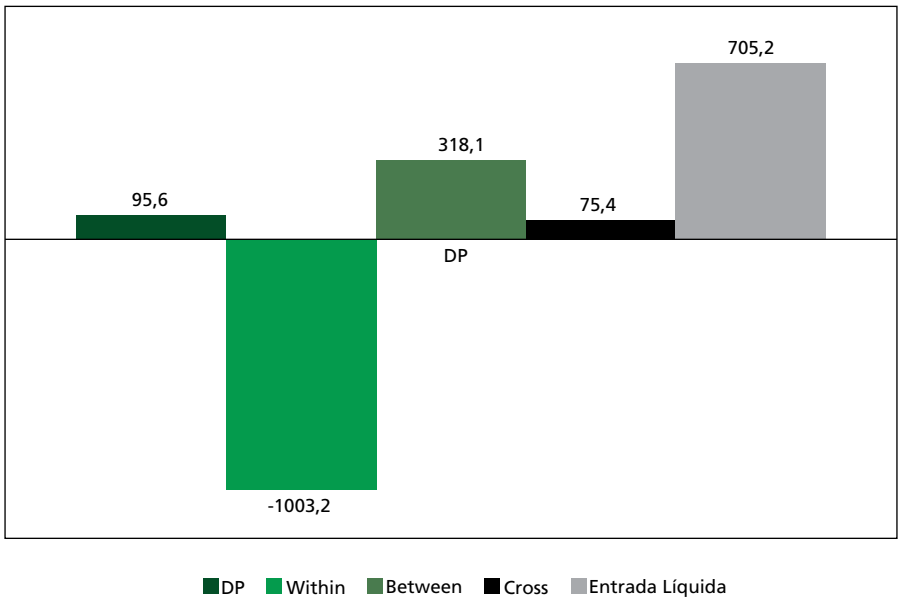
Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.

Percebe-se que a tendência da covariância se mantém (acompanhando o ciclo de produtividade, grosso modo, até 2004 e queda forte a partir de 2005), dando robustez aos resultados obtidos. A piora nos indicadores de associação entre tamanho relativo e produtividade a partir de 2005 pode apontar uma qualidade do crescimento da produtividade baixa, no sentido de que a importância da produtividade para competitividade e tamanho está cada vez menor. Este é um tema que poderia ser mais bem explorado em trabalhos futuros.

Antes de passar para os resultados setoriais da decomposição empregada, avaliamos os resultados da decomposição dinâmica da produtividade. No gráfico 3 apresentamos o resultado da decomposição de crescimento da produtividade da manufatura para o Brasil entre 1997 e 2009. Os resultados apresentados são da primeira diferença da produtividade do trabalho (DP).

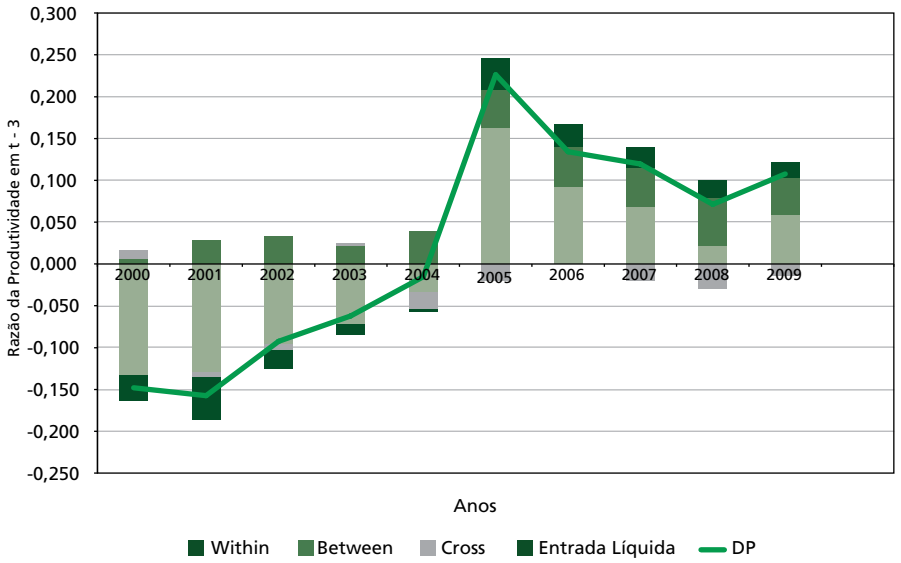
A estagnação da produtividade ao longo do período 1996-2009 reflete-se no pequeno aumento da produtividade (DP). Para este pequeno crescimento de longo prazo é possível perceber três características: *i*) a importância em bases iguais do efeito seleção-entrada-aprendizado (NX) em relação ao efeito alocativo entre empresas que continuam (soma de *within*, *between* e covariância); *ii*) o grande efeito negativo da intensidade da produtividade nas firmas, sinalizando que entre as empresas que conseguiram se manter em atividade durante todo este período a produtividade ponderada caiu, seja porque o crescimento positivo se concentrou em empresas menores em tamanho ou porque houve queda de produtividade nas maiores empresas; e *iii*) um efeito positivo na alocação de mão de obra entre empresas, passando das menos produtivas (abaixo da média de produtividade inicial) para mais produtivas.

GRÁFICO 3
Decomposição FHK da produtividade manufatura Brasil, 1997-2009



Elaboração dos autores, baseados em microdados da PIA/IBGE.

GRÁFICO 4
Evolução da decomposição FHK da produtividade: variação trianual, $k = 3$ (ano final indicado), 1996-2009



Elaboração dos autores, baseados em microdados da PIA/IBGE.

Acompanhando os resultados do gráfico 4, vemos a importância do efeito *within*, ou seja, da variação de produtividade nas empresas que continuam em atividade no intervalo de três anos para o valor final de produtividade. Infelizmente este efeito é cíclico, ou seja, acompanha a tendência da produtividade em si. Da mesma forma, vemos que o efeito da competição via entrada líquida também acompanha a tendência agregada da produtividade em intervalos de três anos. Os termos que envolvem variação de participação de mercado (medida pelo número de trabalhadores) apresentam características opostas e similares. Similares os efeitos *cross* e between na pequena importância. Mas díspares na situação de uma realocação de trabalhadores em direção a empresas maiores em todos os períodos, qualquer que seja a tendência da produtividade, chegando, nos anos 2008 e 2009, a responder por grande parte do crescimento da produtividade. Interessante notar que são períodos em que a correlação transversal (em cada ano) da produtividade e tamanho relativo ficou menor.

Um resultado forte que encontramos é que a entrada líquida pode ser uma grande fonte de redução da produtividade agregada. Como destacado anteriormente, o processo de entrada e saída de firmas leva a maior pressão competitiva no mercado. A entrada de firmas mais produtivas e a saída das ineficientes adiciona pressão sobre as firmas incumbentes. Na tabela 1 apresentamos a razão da produtividade

das firmas que entram (na segunda coluna) sobre as firmas que permanecem e a razão da produtividade das firmas que saem sobre as firmas que permanecem. Este resultado mostra que a partir de 2005 o padrão de produtividade das firmas que entram na base de dados mudou muito. Aproximadamente, as firmas passam a entrar com um terço da produtividade das incumbentes e em três anos não atingem níveis superiores. Ao mesmo tempo em que observamos a mudança de padrão para as firmas que entram em 2005, também observamos mudança acentuada na produtividade das firmas que saem do mercado. As firmas que saíam até 2004 tinham em média 70% da produtividade das firmas que permaneceram mais de três anos. Todavia, a partir de 2005 a média aumenta para mais de 80% da produtividade das firmas que permanecem. Portanto, ao longo do período, as firmas que entram na base de dados são menos eficientes e as firmas que saem são proporcionalmente mais eficientes. Isto mostra que a qualidade do processo de pressão competitiva sobre as firmas se reduziu ao longo do tempo.

TABELA 1
Razão da produtividade média de três anos de firmas que entram e saem sobre as incumbentes: 1997-2009

Ano final	Razão da	
Janela	Entrada/Incumbentes	Saída/Incumbentes
2000	0,920	0,676
2001	0,898	0,590
2002	0,794	0,678
2003	0,750	0,773
2004	0,811	0,826
2005	0,645	1,002
2006	0,770	0,875
2007	0,711	0,848
2008	0,758	0,812
2009	0,709	0,848

Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.
Obs.: Entrada é a produtividade média das firmas que entraram no mercado nos últimos três anos, inclusive, dividido pela produtividade média das firmas que continuam neste intervalo de três anos.ss A razão de saída é calculada como a produtividade média das firmas que saíram três anos adiante àem relação às empresas que continuaram a produzir nestes três anos. A tabela mostra o ano final da janela de três anos.

Em geral, o processo de entrada de novas empresas e a saída das obsoletas possui um papel importante na dinâmica de produtividade. No processo de destruição criativa, a experimentação de novas empresas e a saída das obsoletas lança pressão competitiva sobre as firmas incumbentes. Assim como mostrado por Bartelsman, Haltiwanger e Scarpetta (2009), a importância da entrada líquida é grande para o crescimento da produtividade em várias economias desenvolvidas e em desenvolvimento. Entretanto, quando comparamos a análise de longo prazo com o curto prazo, observamos que a entrada líquida está perdendo dinamismo ao longo do tempo. Isto pode ser um ponto importante para se entender a queda recente e a estagnação da produtividade na indústria brasileira.

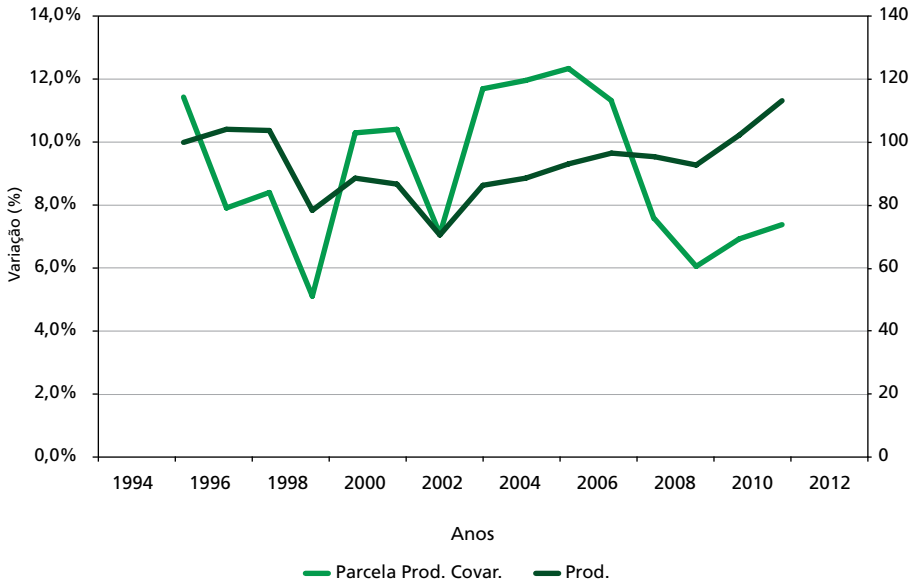
Resultados: análise de robustez

Nesta subseção apresentamos os resultados anteriores com análise de robustez para medidas alternativas de tamanho de firmas e de produtividade.

Nosso primeiro teste de robustez utilizou a aplicação de dois filtros. No resultado principal consideramos as informações de 99% da amostra, descartando as firmas que volatilidade máxima e mínima. Aqui consideramos reduzir este filtro para 99,5% das firmas. Ou seja, apenas descartamos 0,5% dos valores extremos da base de dados.

Nosso segundo critério foi controlar as firmas que entram na amostra por tamanho. Como existe um critério de entrada amostral das firmas na base de dados, apenas consideramos firmas maiores. No caso, filtramos a base apenas para firmas com mais de quarenta trabalhadores. Este filtro contabiliza pelo controle da parte aleatória da composição de PIA. Além disto, esperamos que a produtividade aumente, pois a literatura mostra que firmas maiores são mais produtivas do que as menores, em média (Hsieh; Klenow, 2010).No gráfico 5 mostramos o produto por trabalhador para firmas com mais de quarenta trabalhadores e com relaxamento do filtro de variância. Em geral, o resultado não muda consideravelmente, mas a covariância apresenta leve crescimento no final da amostra. Isto pode sugerir que as firmas maiores podem estar retomando um pouco do crescimento da produtividade, enquanto firmas menores podem estar reduzindo a dinâmica de crescimento de produtividade.

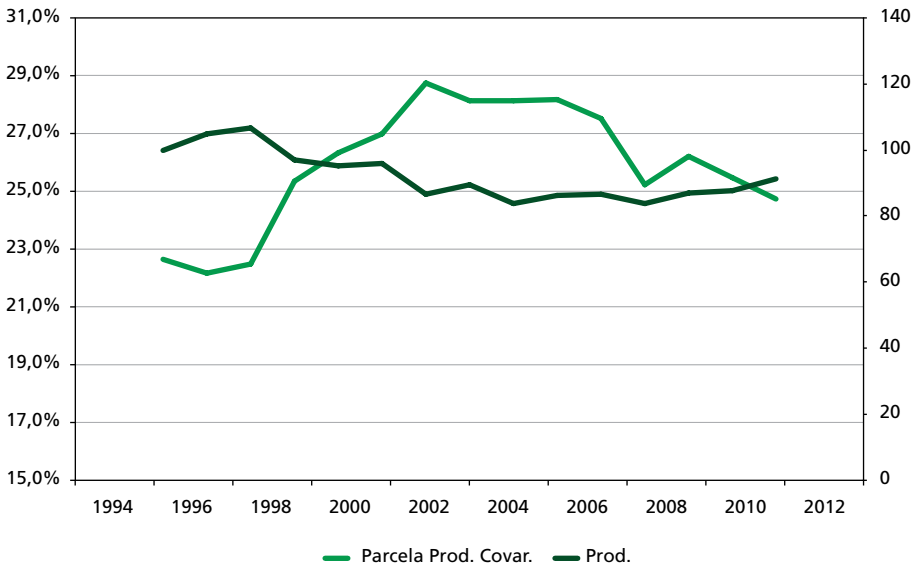
GRÁFICO 5
Produtividade agregada e covariância entre tamanho e crescimento da produtividade das firmas, manufatura, estrato certo PIA – firmas com mais de quarenta trabalhadores, 1996-2010



Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.

Comparamos o resultado da produtividade por trabalhador utilizando a medida alternativa de produto. Como descrito no apêndice, usamos a medida de receita como produto, mas é utilizada na literatura a medida alocativa de valor da transformação industrial (VTI). Essencialmente, os resultados sobre a eficiência alocativa não mudam com esta medida de produtividade. A partir de 2001 o termo de covariância cai e continua esta trajetória, que é o mesmo resultado anterior. Como a medida de VTI é menos volátil, observamos tendências mais claras no gráfico 6. Isto fica evidente entre os períodos 2000-2003, mas essencialmente a média da covariância é a mesma.

GRÁFICO 6
Produtividade agregada por VTI e covariância entre tamanho e crescimento da produtividade das firmas, manufatura, estrato certo PIA, 1996-2010



Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.

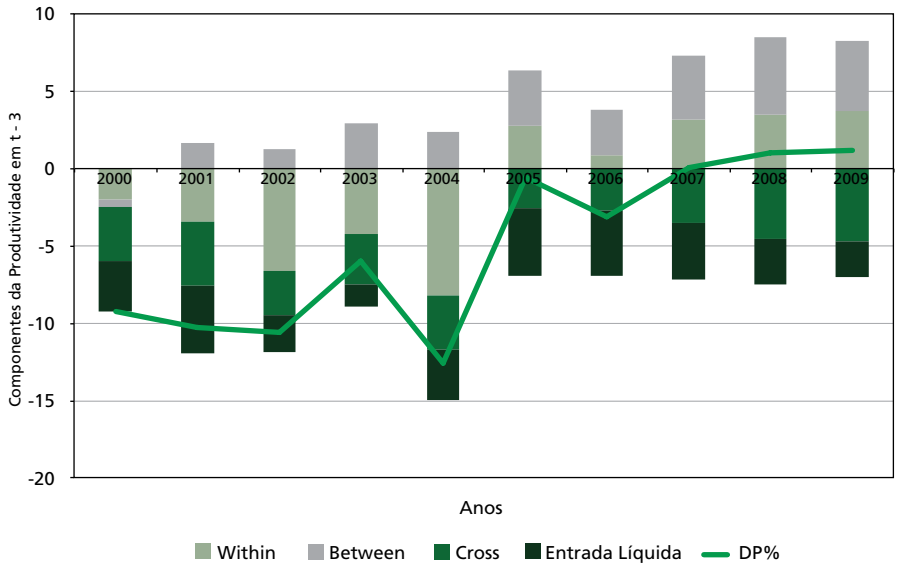
Por fim, no gráfico 7 mostramos os resultados da decomposição FHK. O resultado geral quando analisamos a decomposição FHK é que as firmas que continuam (*within*) são extremamente pró-cíclicas, o termo de covariância se mantém negativo. O chamado termo de realocação (*between* e *cross*) é sempre menor do que o termo das empresas que permanecem no mercado. Descontando, o termo de entrada líquida, os resultados são essencialmente os mesmos para as duas medidas de produtividade.

A grande mudança entre as duas medidas alternativas de produtividade está no comportamento da entrada líquida. No gráfico 7, a contribuição da entrada líquida (produtividade da entrada menos saída) era negativa e se tornou positiva a partir de 2004. Quando utilizamos nossa medida de VTI para calcular produtividade, a entrada líquida sempre é negativa. Notamos, ainda assim, a mudança de patamar em 2004, indicando a mesma direção reportada anteriormente, mas sem a mudança de sinal. Todavia, para dois casos, a mudança é brusca entre 2004 e 2006. Após este período a contribuição da entrada diminui.

Mostramos que uma das explicações da redução da eficiência alocativa pode estar na redução da qualidade da entrada e na saída de firmas relativamente mais eficientes (veja tabela 1). Com exceção de 2005 e 2006, este resultado se mantém. De acordo com a tabela 1, entre 2005 e 2006, a média de três anos da produtivi-

dade das empresas que entram se tornou menor e a produtividade das médias das empresas que saíram foi maior quando comparamos com as empresas incumbentes. Essencialmente, o que ocorre é uma mudança grande da entrada de firmas entre estes períodos, portanto o número de entrantes tem que subir para compensar a perda de qualidade da entrada frente a saída. Em seguida, o que observamos após o choque de entrada é a perda de dinamismo relativo da qualidade da entrada, que se mantém baixa durante o período.

GRÁFICO 7
Evolução da decomposição FHK da produtividade para VTI: variação trianual, *k* = 3 (ano final indicado), 1996-2009



Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.

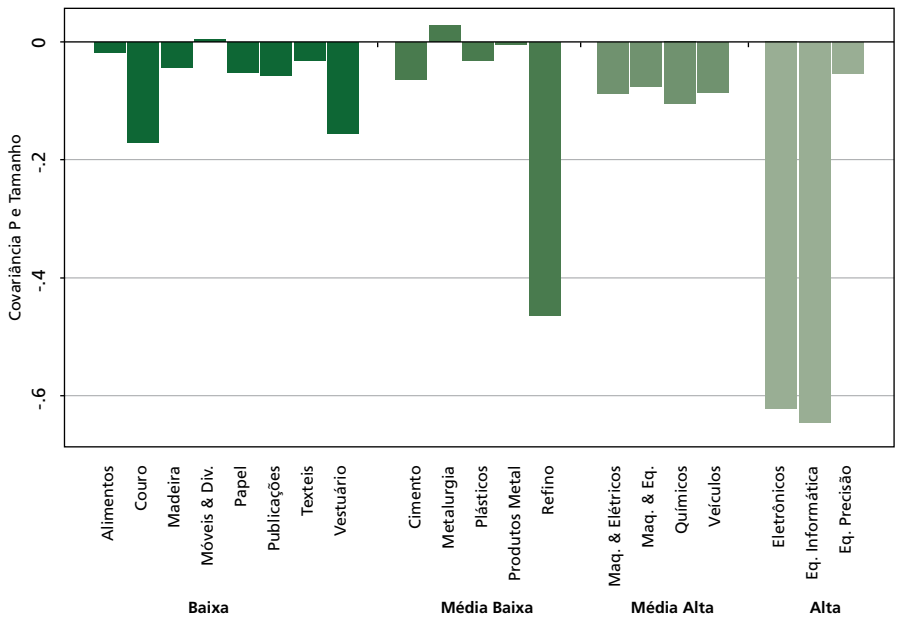
3.1 Resultados para setores a 2-dígitos

Os resultados agregados podem ocultar importante heterogeneidade setorial. No gráfico 8 apresentamos a mediana da covariância entre tamanho e crescimento para o período 1997-2010 para os setores industriais classificados de acordo com a intensidade de dispêndio em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D).[3] Aqui, bem como na seção que trata da análise agregada, a covariância foi calculada como resíduo

3. A grande motivação para a definição tecnológica da OECD é que o esforço tecnológico é um determinante crítico da produtividade e da competitividade internacional. Mesmo que concentrado em alguns setores como descritos no texto e no apêndice, estes setores têm potencial de dinamizar o progresso tecnológico e, consequentemente, o crescimento de produtividade entre os demais setores da economia. Os setores são apresentados com nomes reduzidos da classificação CNAE 1.0. A descrição completa se encontra no apêndice.

entre a produtividade do trabalho ponderada pelo tamanho e a não ponderada. À primeira vista, o resultado inicial é de que apenas dois setores apresentam covariância positiva entre crescimento da produtividade e tamanho relativo da firma. Apenas um setor de baixo dispêndio com tecnologia e outro com médio parecem ter relação positiva (móveis & indústrias diversas e metalurgia, respectivamente).

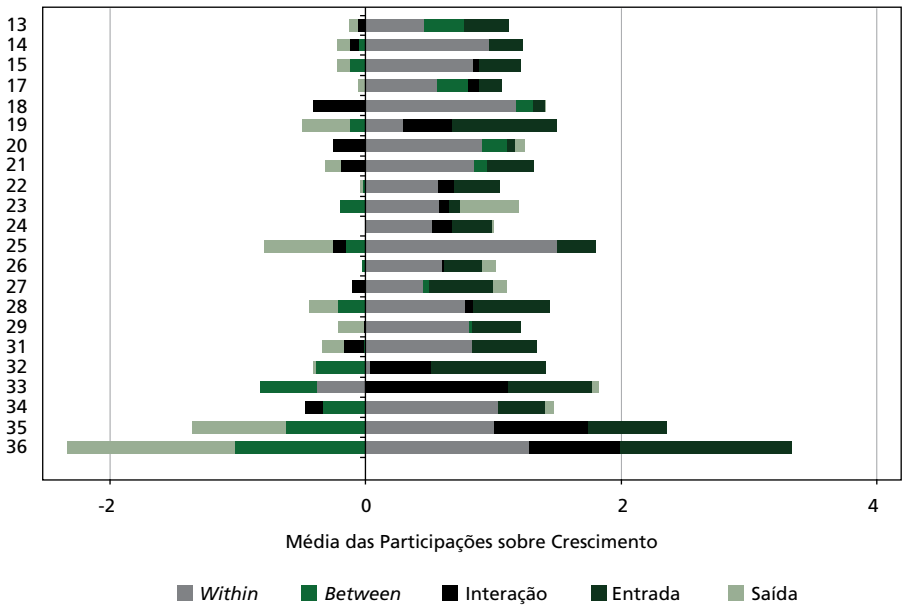
GRÁFICO 8
Mediana da covariância entre tamanho e crescimento da produtividade por setores a 2-dígitos, 1997-2010



Nota: Classificação de Tecnologia OECD por CNAE 1.0 excluindo Aviões, Trens e Navios.
Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.

No gráfico 9, apresentamos a média da participação dos componentes da decomposição do crescimento sobre a produtividade do trabalho. Claramente há grande heterogeneidade setorial. Entre os setores industriais, o principal componente de crescimento da produtividade está no efeito das plantas que continuam na amostra. Como em Bartelsman, Haltiwanger e Scarpetta (2009), apresentamos os resultados para janelas de três anos para mensurar a produtividade das firmas que entram e saem da base de dados. A produtividade é dirigida principalmente pela performance das empresas que permanecem em atividade no setor. Em segundo lugar é a produtividade das firmas entrantes no setor que contribui para o crescimento. Estes dois componentes contabilizam pela maior parte do crescimento da produtividade do trabalho.

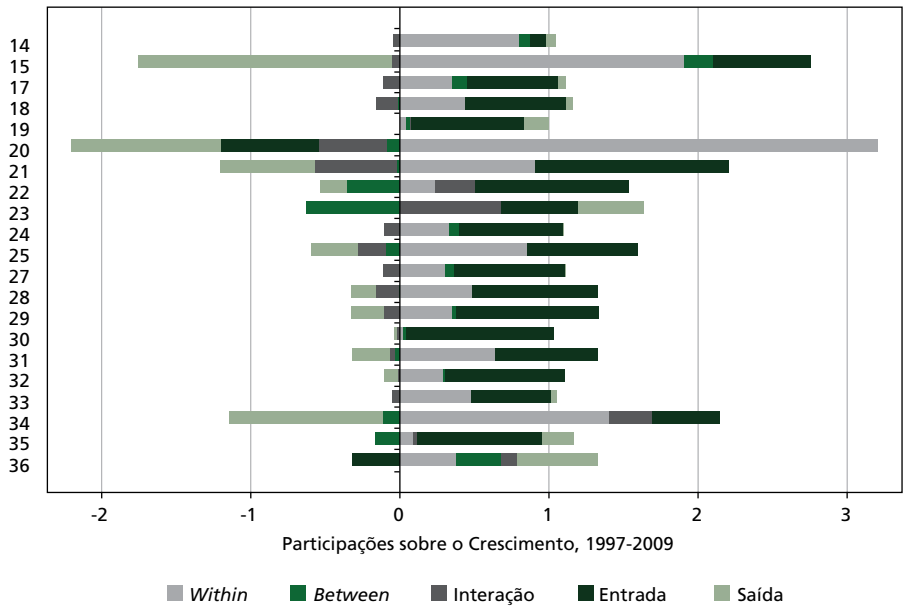
GRÁFICO 9
Decomposição FHK média do crescimento da produtividade do trabalho para setores de manufatura CNAE (2 dígitos), 1996-2009



Nota: Produtividade do trabalho calculada com defasagens de três anos para entrantes.
Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.

Estes resultados apresentados para a janela de três anos para medir a contribuição da entrada e da saída para o crescimento da produtividade do trabalho também são apresentados para todo o período da amostra, 1996-2009. Os resultados estão no gráfico 10. Inicialmente vale destacar a heterogeneidade mais profunda nos setores. Neste caso, como ampliamos a janela de 3 para 13 anos, a maior contribuição para quase todos os setores da manufatura foi o componente de entrada. Em seguida, o componente de firmas que permanecem na amostra é o segundo mais importante. Além disso, os fatores de realocação perdem importância relativa. Nesta análise de longo prazo, dois setores apresentam firmas que entram, mas com contribuição negativa para a produtividade. O primeiro é o setor 20, fabricação de produtos químicos, e o segundo é o 36, captação, tratamento e distribuição de água. No setor de produtos químicos, todo o crescimento de produtividade é contabilizado pelas firmas que continuam, enquanto que no setor 36, firmas eficientes deixaram o mercado no horizonte de treze anos.

GRÁFICO 10
Média da decomposição FHK do crescimento da produtividade do trabalho para setores de manufatura CNAE (2 dígitos), 1996-2009



Nota: Produtividade do trabalho calculada para 2009 comparada a 1996.
Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE

Na tabela 1 descrevemos a média das participações entre setores CNAE (2 díigitos), sintetizando os resultados das Figuras 3 e 8. Para a janela de três anos, o principal componente é das firmas que continuam, enquanto a entrada é o segundo, contabilizando por 0.43 frente a 0.71 do primeiro. Em longo prazo, a entrada tem, em média, a mesma importância das firmas que continuam. Se excluirmos o setor 20, a entrada é o principal componente da decomposição da produtividade da manufatura. O fato de o componente de entrada aumentar relativamente ao de saída quando comparamos horizontes maiores é indicativo da presença de efeitos de seleção e aprendizado (Foster; Haltiwanger; Krizan, 2001).

TABELA 2
Média dos componentes de decomposição do crescimento da produtividade, manufatura, 1996-2009

Componentes	Manufatura	
	Janela 3 anos	Janela 13 anos
Continuam	0,713	0,643
Entre firmas	-0,122	-0,030
VINT	0,113	-0,037
Entrada	0,439	0,616
Saída	-0,143	-0,192

Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.

4 PRODUTIVIDADE E COMPETIÇÃO

Nesta seção apresentamos os resultados pertinentes à relação entre o grau de competição em cada setor com a performance da produtividade medida anteriormente. Em primeiro lugar, apresentamos a relação da produtividade do trabalho com o índice de concentração de Herfindahl-Hirshman (HHI). Em seguida apresentamos as estimativas da relação da covariância entre produtividade e tamanho das firmas e o índice HHI.

Existem alguns problemas nas tentativas de se relacionar concentração e produtividade. O principal dos problemas é que a mudança do ambiente competitivo pode não ser refletido inteiramente pela mudança no índice de concentração que é usado para mensurar o grau de concorrência. O segundo ponto é a bem conhecida crítica de Demsetz (1973), que afirma que vários choques afetam os índices de concentração de mercado que podem não ser relacionados com o ambiente competitivo.

Um dos problemas de estimação é a endogeneidade da competição. A presença de competidores "dominantes" pode reduzir a taxa de entrada de firmas, gerando, assim, correlação entre índice de concentração e produtividade que traz viés para a estimativa. A competição pode ser intensa entre as empresas que existem, mas as altas barreiras à entrada reduzem o número de firmas e leva a um HHI mais alto. Uma estratégia usada pela literatura é examinar casos de experimento natural quando se conhece a mudança do ambiente competitivo, para observar e estimar o impacto sobre a produtividade (ver Holmes; Schmitz, 2011). Aqui empregamos efeitos fixos, para evitar que condições estruturais de longo prazo, como intensidade de capital ou escala mínima eficiente que determinam diferenças de concentração das empresas entre setores, confundam-se com mudanças do HHI como competição.

4.1 Efeito sobre produtividade e covariância produtividade-tamanho

Na tabela 3 mostramos os resultados de regressões de HHI sobre a produtividade do trabalho. Apresentamos nesta tabela dois modelos com efeitos fixos e outros dois com variáveis instrumentais sem o controle de heterogeneidade. Mais detalhadamente na primeira coluna, temos uma regressão com estimador de efeitos fixos (tradicional), na segunda uma regressão 2SLS com efeitos fixos (controles de setor e tempo) e número de empresas e HHI defasado como instrumentos; em seguida um modelo 2SLS com instrumentos de política setoriais em adição aos anteriores, e, por fim, uma última regressão 2SLS com instrumentos de política adicionais.

O uso de instrumentos baseados em choques de políticas segue a ideia proposta por Aghion *et al.* (2005). Aqui utilizamos *dummies* para setores com muitas medidas *antidumping* (sidurgia e químicos), bem como de julgamentos ou processos relativos a cartéis (cartel dos gases e do cimento). No caso do setor de produção de veículos assumimos uma *dummy* devido ao regime automotivo. No terceiro modelo, estas *dummies* são usadas como instrumentos, e no quarto modelo aparecem como regressores.

As conclusões sobre os efeitos do HHI são como o esperado. No modelo com efeitos fixos aparece forte relação negativa entre HHI e nível da produtividade do trabalho. O uso dos instrumentos com efeitos fixos apenas acentua a relação negativa. Quando não controlamos pela heterogeneidade entre os setores, a relação perde força e o teste F dos modelos passa a ser muito pequeno. Uma clara vantagem do modelo de efeitos fixos é de capturar a intensidade do capital, dado que apenas estimamos o impacto sobre a produtividade do trabalho. Mas parece ser robusto que para todos os controles tenhamos a relação negativa entre maior concentração e maior produtividade.

TABELA 3
Efeito de HHI sobre a produtividade do trabalho

Variáveis	Efeitos fixos	VI com EF	VI, políticas setores	VI, políticas setores 2
HHI	-3,220	-10,580	-0,238	-0,292
p-valor	0,000	0,000	0,619	0,666
Constante	0,95	1,27	1,32	1,34
p-valor	0,000	0,00	0,000	0,000
Efeitos fixos	sim	sim	Não	Não
Instrumentos		sim	Sim	Sim
F	10,3734	7,9861	3,2128	2,9816
R^2_a	0,5366	0,376	0,1024	0,1199
N	260	240	240	240

Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.
Obs.: VI = Variáveis instrumentais. Modelo VI estimado por 2SLS. Instrumentos usados no *modelo VI*: log do número de firmas, HHI defasado. Instrumentos usados no modelo VI, *políticas setores: mesmas do modelo VI* adicionando dummy para o setor de automóveis e transportes, setor de siderurgia e *dummy* para cartel de cimento e da crise 2008 sobre setor de celulose.

Na tabela 4 apresentamos o efeito de HHI sobre a covariância produtividade e tamanho relativo das firmas. Os resultados sobre a covariância são distintos para modelos com e sem efeitos fixos. Quando controlamos pelos instrumentos, encontramos relação negativa entre concentração e alocação eficiente (a 10%). Todavia quando controlamos pelos efeitos fixos setoriais, temos relação positiva entre a covariância e HHI. Uma explicação deste efeito é que variações positivas e relativas nos *market shares* são correlacionados positivamente, dado que o modelo com efeitos fixos elimina (ou controla) pelo nível diferente entre os diferentes setores. Portanto, pode ser esperado realmente ocorrer correlação positiva entre estas variáveis, pois elas possuem relação intrínseca em sua construção.

TABELA 4
Efeito de HHI sobre a covariância produtividade-tamanho

Variáveis	Efeitos fixos (EF)	VI com EF	VI, políticas setores	VI, políticas setores 2
HHI	0,668	3,6262	-0,543	-0,675
p-valor	0,062	0,000	0,087	0,086
Constante	0,073	-0,178	-0,218	-0,214
p-valor	0,071	0,000	0,000	0,000
Efeitos fixos	sim	sim	não	não
Instrumentos		sim	sim	sim
F	15,5779	14,0301	1,5195	6,3577
R^2	0,643	0,5902	0,0186	0,257
N	260	240	240	240

Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.
Obs.: VI = Variáveis instrumentais. Modelo VI estimado por 2SLS. Instrumentos usados no *modelo VI*: log do número de firmas, HHI defasado. Instrumentos usados no modelo VI, *políticas setores: mesmas do modelo VI* adicionando dummy para o setor de automóveis e transportes, setor de siderurgia e *dummy* para cartel de cimento e da crise 2008 sobre setor de celulose.

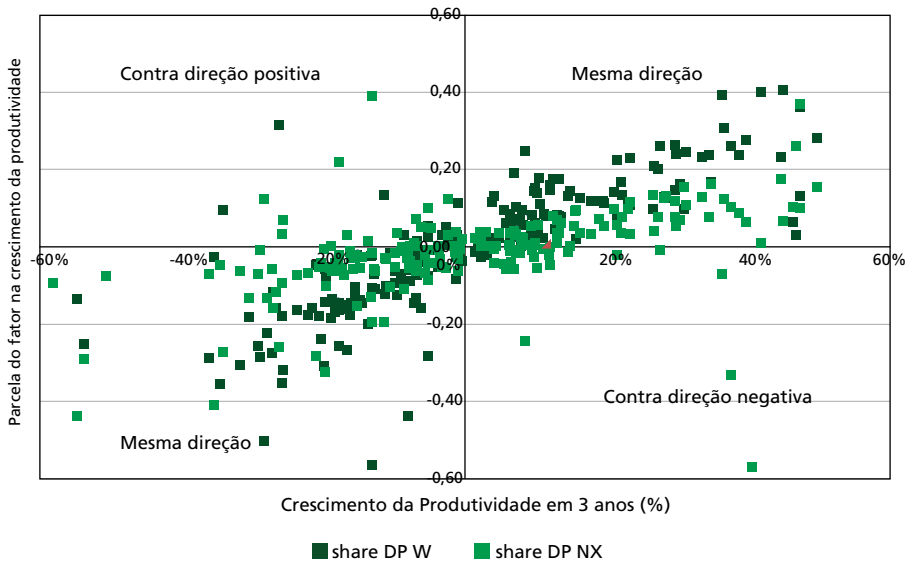
Antes de passar para a avaliação da associação da competição com os elementos das decomposições, vale a pena notar que não exploraremos a relação entre competição e o termo de covariância entre tamanho e produtividade da decomposição OP (equação 2). Como mencionado, encontramos nos dados uma relação entre *market share* e produtividade. A regressão deste termo de covariância e a competição, medida pelo HHI, apenas trará a mesma informação. Isto, pois, enquanto o HHI é a média da parcela de mercado ponderada pela própria parcela de mercado, o termo de covariância é a média ponderada por parcela de mercado (deslocada por um valor fixo de número de empresas) da produtividade. Assim, a associação entre termo de covariância de OP e HHI informa sobre algo que pode ser mensurado diretamente: a associação entre parcela de mercado e produtividade.

4.2 Efeito sobre decomposição FHK

Para avaliar o efeito da competição sobre a produtividade, exploramos inicialmente a relação entre crescimento de produtividade e formas de atuação dos mecanismos de mercado na produtividade, revelados pela decomposição FHK: efeito seleção e efeito alocação dinâmica, além de explorar o efeito sobre a intensidade do crescimento da produtividade (*within*).O gráfico 11 apresenta uma visualização do efeito intensidade (*within*) e do efeito seleção (entrada líquida) sobre o crescimento da produtividade, em relação ao crescimento da produtividade em si, em intervalos de três anos para os setores da indústria (exceto o setor 30 – equipamentos de escritório, que inclui computadores). Várias informações são geradas a partir do gráfico citado.

Primeiro, a heterogeneidade setorial e temporal dos efeitos e sua relação linear positiva, mas fraca, com as taxas de crescimento, dado que os pontos são bastante dispersos. Vale notar inclusive que valores extremos foram excluídos. Segundo, o padrão de contribuição dos efeitos para o crescimento da produtividade parece diferente. No gráfico, devemos destacar a informação que está nos diferentes quadrantes. Quando o ponto se localiza no quadrante x-positivo/y-positivo (ou x-negativo/y-negativo), temos uma associação positiva entre produtividade e o fator, que pode indicar não só um efeito de aumento de produtividade, mas também de contribuição para queda da produtividade. Dos quadrantes de efeito inverso, é caro a nós a presença assimétrica no quadrante x-negativo/y-positivo, ou seja, mesmo com a produtividade caindo, o fator evitou uma queda maior da produtividade. É possível ver que, neste quadrante (Contradireção positiva) o efeito *within* aparece mais do que o efeito entrada líquida. Por sua vez, a entrada líquida aparece mais em um quadrante de relação inversa que traz uma avaliação negativa: houve crescimento da produtividade, mas o efeito de entrada líquida reduziu o efeito final

GRÁFICO 11
Importância relativa dos fatores seleção e eficiência no crescimento da produtividade (variação trianual, setores a 2 dígitos)



Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE. Obs. Ponto associa variação percentual do crescimento da produtividade em três anos em cada setor (lado esquerdo da equação (2) dividido pela produtividade no período inicial) com a parte deste crescimento devido ao efeito *within* e ao efeito NX (termo da equação (2) e (3) dividido pela produtividade no período inicial).

Para entender também a contribuição de cada efeito da competição (intensidade, alocativo e seleção) sobre a produtividade, estimamos a correlação entre o crescimento da produtividade e a contribuição de cada fator (em relação à produtividade inicial). Para facilitar a comparação, colocamos em todas as regressões a mesma variável explicativa que é o crescimento da produtividade. Isto auxilia a comparação de resultados, já que as explicativas são as mesmas em todas as regressões. Os modelos são puramente descritivos para estimativas de correlação. Por virem de decomposições, não há qualquer relação de causalidade implícita ou explícita nas regressões.

Controlamos na análise as diferenças de patamar entre os setores e efeitos agregados, em modelos de regressão com efeitos fixos de setor e ano. Em adição, corrigimos os desvios padrões para a comum autocorrelação em modelos de regressão, o que sinaliza alguma persistência (sem implicar em não estacionariedade) nas medidas de decomposição.

Vemos na tabela 5 que há relação positiva, na mesma direção, entre o crescimento da produtividade e o fator intensidade na decomposição de produtividade. Da mesma forma, a relação de entrada líquida e saída também aparece positiva.

Já não parece haver relação linear entre efeitos alocativos positivos e crescimento da produtividade. A diferença destas relações podem ser entendidas voltando para o gráfico 3, em que o sinal da tendência da produtividade ao longo do tempo é acompanhado ou determinado pelo sinal do efeito intensidade da decomposição (*within*) e efeito seleção (entrada líquida), mas onde o efeito alocativo é sempre positivo, qualquer que seja a tendência da produtividade. Estes parecem ser os efeitos médios nos setores, descontados choques agregados e diferenças estruturais entre setores.

TABELA 5
Associação entre fator da decomposição do crescimento da produtividade e variação da produtividade

	within	*between*	NX
ΔProd	0,536	0,029	0,445
	(0,042)**	(0,026)	(0,038)**
F	30,75	1,32	16,59
N	180	180	180
Coef. AR(1)	0,486	0,345	0,398
Parc. var. ef. fixo	0,457	0,466	0,414

Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.
Obs.: Modelos de regressão com efeitos fixos de tempo e de setor. Estimação corrigida para autocorrelação de 1ª ordem. Variável explicativa: log-variação de produtividade do setor no ano. Estatísticas F significativas a 1%. * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

A mensuração do grau de competição entre empresas apresenta várias dificuldades. Embora seja usual o uso de medidas como o índice HHI ou o índice de Lerner (*mark-up* sobre receita),[4] as medidas apresentam limitações e levantam discussões fortes na literatura. Mesmo sabendo de suas limitações, apresentamos correlações entre estas medidas de concentração e o aumento de produtividade nos setores e a associação do HHI ou *mark-up* com os termos da decomposição do crescimento da produtividade, com seus efeitos intensidade, alocação dinâmica e seleção. Os resultados estão na tabela 6 com a associação com o HHI e na 7, com a correlação com o *mark-up* contábil. Os resultados para produtividade e HHI podem ser vistos na tabela 5.

Apesar da imprecisão do grau de concorrência que as medidas HHI e *mark-up* podem trazer, as correlações foram medidas de forma precisa. Quanto menor a concorrência (aumento de HHI) verifica-se uma queda no crescimento da produtividade. Este resultado está associado ao efeito da competição sobre o crescimento

4. O HHI é medido como a soma dos quadrados das parcelas de receita de cada empresa na CNAE e o índice de Lerner medido como a receita da transformação industrial menos os custos da operação industrial (bens intermediários e energia) e menos folha salarial, sobre a receita. Não se empregou uma medida de custo do capital para não impor hipóteses sobre o estoque de capital e sua remuneração.

da produtividade intraempresas, também de forma negativa e no efeito seleção, que é menor quanto maior a concentração de mercado medido pelo HHI. Já uma menor concorrência aumenta o valor da parcela alocativa sobre a produtividade.

Os resultados não são robustos à medida de competição empregada. Quanto maior o *mark-up*, indicando um mercado menos competitivo, maior o valor adicionado por trabalhador. Isto pode ser devido à forma com que medimos a produtividade: maior *mark-up* pode ser necessário para remunerar empresas que aprofundam a intensidade de capital, sendo que esta maior intensidade de capital aumenta o valor adicionado por trabalhador. O sinal do efeito *within* é igual ao da produtividade agregada, mas não há relação sistemática entre variações de margem e os efeitos alocação e seleção no aumento da produtividade.

TABELA 6
Associação entre grau de concorrência e efeitos da concorrência (HHI) – CNAEs indústria, crescimento trienal, 1996-2009

	Within	*Between*	NX
DHHI	-0,676	0,343	-0,639
	(0,239)**	(0,105)**	(0,201)**
F	7,67	2,65	1,83
N	160	160	160
Coef. AR(1)	0,492	0,361	0,568
Parc. var. ef.fixo	0,522	0,505	0,239

Elaboração dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.
Obs.: Modelos de regressão com efeitos fixos de tempo e de setor. Estimação corrigida para autocorrelação de 1ª ordem. Estatísticas F significativas a 1%. * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

TABELA 7
Associação entre grau de concorrência e efeitos da concorrência (mark-up) – CNAEs indústria, crescimento trienal, 1996-2009

	ΔProd	*Within*	*Between*	NX
Δmark-up	1,072	0,865	0,021	0,202
	(0,254)**	(0,189)**	(0,089)	(0,173)
F	6,94	9,59	1,22	0,71
N	160	160	160	160
Coef. AR(1)	0,566	0,442	0,378	0,536
Parc. var. ef. fixo	0,283	0,331	0,497	0,204

Fonte: Estimativas dos autores, a partir de microdados da PIA/IBGE.
Obs.: Modelos de regressão com efeitos fixos de tempo e de setor. Estimação corrigida para autocorrelação de 1ª ordem. Variável explicativa: variação de produtividade do setor no ano. Estatísticas F significativas a 1% para DProd e Within. * $p<0,05$; ** $p<0,01$.

Em síntese, concluímos que mesmo diante da heterogeneidade dos setores, há relações estatisticamente significativas entre o crescimento da produtividade e o efeito intensidade e o efeito seleção de mercado. Já o efeito alocação não parece estar associado à dinâmica da produtividade, repetindo o encontrado para a indústria como um todo no período agregado.

Tendo em mente a limitação das medidas de competição nos setores, encontramos resultados dependentes da medida de competição. Se considerarmos o índice HH temos os resultados esperados pela intuição: maior competição leva a aumentos de produtividade setorial, associada a maior produtividade nas empresas que continuam, em média, e um efeito positivo da seleção na produtividade. Já o efeito alocativo parece diminuir com aumento de competição (desconcentração de mercado).

Estas correlações tentaram trazer uma primeira visão da relação entre produtividade e competição. Mais estudos são necessários tentando levantar melhores medidas de competição nos setores, buscando inclusive identificação de efeitos causais em situações específicas.

5 COMENTÁRIOS FINAIS

A evolução da produtividade na indústria tem atraído bastante atenção no debate acadêmico e de políticas públicas nos últimos anos, após a estabilização e da crise de 2008. Neste artigo contribuímos para o debate de duas formas.

Primeiro, apresentando decomposições da evolução da produtividade do trabalho da manufatura no Brasil, medida pelo valor adicionado por trabalhador. Estas decomposições permitem entender a extensão de várias formas do crescimento da produtividade: um efeito de intensidade da produtividade, ou de eliminação de ineficiências (*within* ou *efeito alocativo dinâmico* da mesma firma) em empresas em atividade ao longo do tempo; um efeito de realocação entre empresas, em que se acompanha a realocação de recursos para empresas mais produtivas, inicialmente ou ao longo do tempo; e um efeito seleção no mercado, que acompanha a produtividade das empresas que entram e saem de operação. Em adição, destacamos o papel do tamanho na produtividade média, por meio da análise de efeito alocativo estático, ou seja, se há alguma associação entre tamanho relativo da empresa e sua produtividade.

Segundo, associando estes fatores à competição entre empresas, em geral. É razoável afirmar que o efeito da competição sobre a produtividade pode ocorrer incentivando as empresas a aumentarem a eficiência, eliminando *X-inneficiences* ou inovando, ou por meio de seleção de mercado. As decomposições permitem entender qual mecanismo é mais relevante para a indústria e para setores (2 dígitos). Além desta avaliação geral, associamos mudanças setor-específicas de produtividade com

mudanças setor-específicas de competição medidas pelo grau de concentração (HHI) e margens (medida de índice de Lerner, sem ajuste para remuneração do capital, coerente com a medida de produtividade de valor adicionado por trabalhador).

Nossos resultados apontam para uma situação de imperfeições nos mecanismos de mercado. Inicialmente, o efeito da alocação estática é positivo, mas pequeno ao longo do tempo. O patamar encontrado é similar ao de outros estudos em diferentes anos, sugerindo pequena alteração estrutural no funcionamento alocativo entre os anos 1990 e 2000 na indústria. Mais preocupante é a tendência de queda destes componentes, apontando uma falta de associação entre tamanho e produtividade. Como nossa medida de produtividade inclui efeitos de mercado, a cadente relação entre tamanho e competitividade surpreende.

Já na decomposição FHK, vemos que os fatores *within* e de entrada e saída são os mais relevantes ao longo do tempo, com menor protagonismo do efeito alocação dinâmica. As medidas *within* e entrada líquida são cíclicas em relação à produtividade agregada, enquanto a contribuição da parcela de realocação de trabalho entre empresas é acíclica. Por seu turno, o efeito alocação dinâmica para a indústria como um todo é sempre positivo, enquanto a tendência de queda ou aumento da produtividade acumula os efeitos na mesma direção do agregado dos fatores *within* e entrada e saída.

Um ponto importante é que ao longo do tempo a qualificação do processo de entrada líquida tem se reduzindo. Como destacado por Baterlsman, Haltiwanger e Scarpetta (2009), o sinal da entrada líquida não é o mais importante, pois ele é negativo por longos períodos nos EUA. O problema que observamos é a perda da qualidade da entrada ao longo do tempo e o aumento de empresas produtivas deixando o mercado enquanto a produtividade agregada não parece ter crescimento sustentável. Mas a mensagem é que pode ocorrer uma perda de dinamismo na entrada líquida reduzindo a pressão competitiva sobre as incumbentes e isto seria contrário ao esperado em mercados desenvolvidos (*Op. cit.*).

Quanto maior o horizonte de tempo (três anos ou todo o período de 1997 a 2010), maior a importância do efeito entrada e saída, coerente com efeitos de aprendizado nas empresas entrantes, como em Roberts e Tybout (1996) encontraram para outros países em desenvolvimento.

A importância da entrada e saída sugere que os mecanismos de seleção então em operação, mas sua ciclicalidade aponta para a incapacidade de novos agentes contribuírem de modo efetivo para o crescimento de longo prazo. Já a contribuição positiva da realocação para empresas mais produtivas é alentadora. Este resultado não é incompatível com a conclusão inicial de que, a cada ano, a associação entre tamanho e produtividade é fraca. A heterogeneidade das experiências das empresas pode distorcer a relação entre produtividade e crescimento, que seria estável apenas

se as firmas tivessem crescimento estável, convergente a algum tamanho de longo prazo. Esta característica das empresas no Brasil é, na melhor das hipóteses, muito fraca, diante da rejeição de um crescimento proporcional ao tamanho anterior, e indicação de uma relação próxima, mas não exatamente igual a um passeio aleatório (vide discussão da Lei de Gibrat em Ribeiro, 2007; Esteves, 2007).

Quanto à correlação com as medidas de competição, elas não são robustas à medida de competição. Maior concentração de mercado (setor) está associada a menor produtividade, mas setores com aumentos nas margens tendem a ter aumentos de produtividade. A forma de mensuração da produtividade pode explicar o resultado, em que um aumento da intensidade do capital na produção leva a um aumento de produtividade e de margem. Ainda sobre a medida de concentração, quanto maior a competição, maior o efeito nas mesmas firmas (*within*) e entrada e menor a realocação da produtividade para empresas maiores.

Os resultados apontam para o interesse em entender como as empresas novas conseguem entrar com melhor produtividade que as empresas que estão saindo. Isto também aponta um razoável funcionamento do mecanismo de realocação de fatores do mercado. Ao mesmo tempo, seu comportamento cíclico sugere a necessidade de se entender por que há períodos em que empresas novas não conseguem superar as empresas que saem em sua produtividade. Note que as taxas de entrada e saída na economia são bastante estáveis, mais estáveis do que a evolução de produtividade.

Parte significativa da produtividade está no entendimento do que impulsiona as empresas sobreviventes a aumentar a produtividade. Se este fator fosse sempre positivo, teríamos outra trajetória de produtividade agregada na economia.

Um fator relevante parece ser o grau de competição. Maior competição medida com o grau de concentração das empresas que produzem no Brasil está, em geral, associada com menor efeito *within* (embora o resultado não seja robusto a medida de competição, pois maiores margens estão positivamente correlacionadas com maior contribuição para o crescimento do efeito da mesma firma).

Mesmo empregando modelos simples, os resultados apontam a importância de avaliar os efeito da competição sobre a produtividade, focando o efeito da concorrência na eliminação de ineficiência intraempresas. Já o efeito entrada pró-cíclico com a produtividade e sua importância para a produtividade revela a urgência em entender a capacidade novos empreendimentos de inserirem-se no mercado com acesso a tecnologias (físicas, organizacionais ou de produto) mais avançadas, que indicaria um efeito positivo em qualquer ponto do ciclo econômico.

REFERÊNCIAS

AGHION, P. *et al.* Competition and innovation: an inverted-u relationship. **Quarterly Journal of Economics**, v. 120 n. 2, p. 701-728, 2005 .

BACKUS, M. R. **Why is competition related to productivity**. [S.l; Sn.], 2012. Mimeografado.

BAILY, M. N.; HULTEN, C.; CAMPBELL, D. Productivity dynamics in manufacturing establishments. **Brookings papers on economic activity***:* microeconomics. Washington: Brookings Institution, 1992.

BARTELSMAN, E.; HALTIWANGER, J.; SCARPETTA, S. Measuring and analyzing cross-country differences in firm dynamics. *In*: DUNNE, T.; BRADFORD J.; ROBERTS, M. J. (Ed.). **Producer dynamics**: new evidence from micro data. Chicago: Chicago University Press, 2009.

_____. Cross-country differences in productivity: the role of allocation and selection. **American Economic Review**, v. 103, n. 1, p. 305-34, 2013.

BUCCIROSSI, P. *et al*. Competition policy and productivity growth: an empirical assessment. **The Review of Economics and Statistics**, v. 95, n. 4, p. 1324-1336, 2013.

CORSEUIL, C. H. *et al.* **Criação, destruição e realocação de empregos no Brasil**. Brasília: Ipea, 2007.

DEMSETZ, H. Industry structure, market rivalry, and public policy. **Journal of Law and Economics**, v. 16, n. 1, p. 1-9, Apr. 1973.

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. Evolução recente dos indicadores de produtividade no Brasil. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 28, p.7-16, ago. 2013.

DE NEGRI, F.; SQUEFF, G. Produtividade do trabalho e rigidez estrutural no Brasil nos anos 2000. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, n. 28, p. 27-38, ago. 2013.

ELLERY JR., R.; GOMES, V. Política fiscal, choques de oferta e a expansão econômica de 2003-2007. **Brazilian Business Review**, v. 11, n. 3, p. 56-80, 2014.

ESTEVES, L. A. A Note on gibrat's law, gibrat's legacy and firm growth: evidence from brazilian companies. **Economics Bulletin**, v. 12, n. 19, 2007, p. 1-7.

FOSTER, L.; HALTIWANGER, J.; KRIZAN, C. J. Aggregate productivity growth: lessons from microeconomic evidence. *In*: DEAN, E., HARPER, M.; HULTEN, C. **New developments in productivity analysis**. Chicago: Chicago University Press, 2001.

FUNCHAL, B. The effects of the 2005 bankruptcy reform in Brazil. **Economics Letters**, v. 101, n. 1, p. 84-86, 2008.

GOMES, V.; PESSOA, S. A.; VELOSO, F. A. Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira: uma análise comparativa. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 33, n. 3, p. 389-434, 2003.

GRILICHES, Z.; REGEV, Haim. Firm productivity in israeli industry 1979-1988. **Journal of Econometrics**, v. 65, n. 1, p. 175-203, 1995.

HOLMES, T.; SCHMITZ, J. A. Competition and productivity: a review of the evidence. **Annual Review of Economics**, v. 2, n. 1, p. 619-642, set. 2010.

HOPENHAYN, H. Entry, exit, and firm dynamics in long run equilibrium. **Econometrica**, v. 60, n. 5, p. 1127-1150, 1992.

HSIEH, C.-T.; KLENOW, P. Development accounting. **American Economic Journal**: **Macroeconomics**, n. 2, p. 207-223, jan. 2010.

JACINTO, P. A.; RIBEIRO E. P. Crescimento da produtividade no Brasil no setor de serviços e na indústria: dinâmica e heterogeneidade. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA DA Anpec, 61., Foz do Iguaçu, **Anais...** Foz do Iguaçu: Anpec, 2013.

LIEBENSTEIN, Harvey. Allocative efficiency vs. "X-efficiency". **American Economic Review**, v. 56, n. 3, p. 392-415, 1966.

MELITZ, Marc. The Impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. **Econometrica**, v. 71, p. 1695-1725, 2003.

MUENDLER, M. A.; MENEZES FILHO, Naércio. **Labor reallocation in response to trade reform**. [S.l.; S.n.]: 2012. Mimeografado.

OLLEY, S. G.; PAKES, A. The dynamics of productivity in the telecommunications equipment industry. **Econometrica**, v. 64, p. 1263-1297, 1996.

PARENTE, S.; PRESCOTT, E. C. **Barriers to richies**. Cambridge: MIT Press, 2000.

RIBEIRO, E. P. The Dynamics of firm size distribution. **Revista de Econometria**, v. 27, p. 250-272, 2007.

ROCHA, F. Produtividade do trabalho e mudança estrutural nas indústrias brasileiras extrativa e de transformação, 1970-2001. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 27, n. 2, 2007.

SCHOR, A. efeitos da redução tarifária da década de 1990 sobre a distribuição intra-setorial da produção e da produtividade na indústria brasileira. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 36, n. 1, 2006.

SUTTON, J. **Sunk cost and market structure**. Cambridge: MIT Press, 2001.

SYVERSON, C. **Market structure and productivity**: a concrete example. **Journal of Political Economy**, v. 112, n. 6, p. 1181-1222, Jun. 2004.

_____. What determines productivity? **Journal of Economic Literature**, v. 49, n. 2, p. 326-365, Jun. 2011.

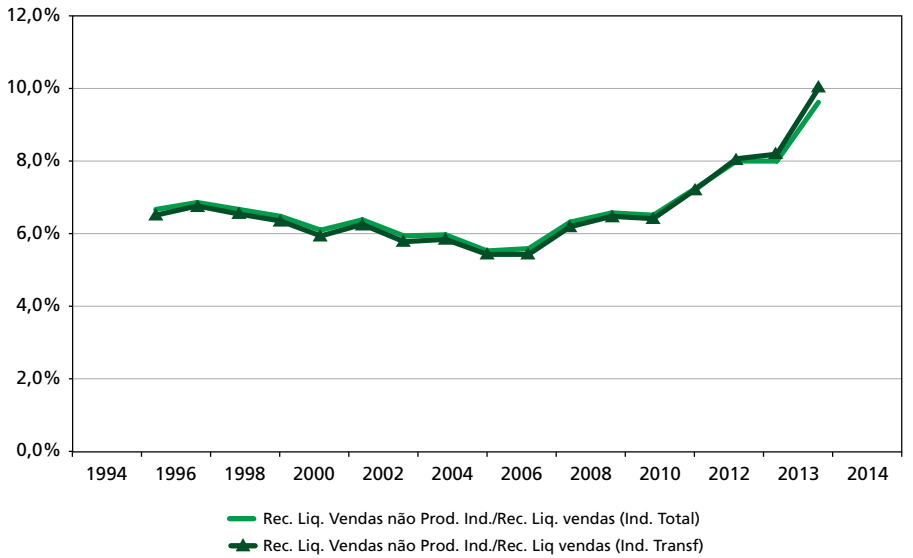
APÊNDICE
DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS

Em nossa análise, apresentamos resultados para a produtividade do trabalho utilizando dois conceitos de produto: valor da transformação industrial e receita com a produção.

Neste trabalho, focaremos a análise da produtividade da indústria por meio de uma medida de valor adicionado por trabalhador em vez do usual valor da transformação industrial por trabalhador. Neste apêndice, descrevemos a diferença exata entre as variáveis, na forma que foram calculadas a partir dos microdados da PIA. Em grandes linhas, a principal diferença da medida de valor adicionado empregado é que esta incorpora a receita (líquida de impostos) da venda de produtos não industriais (líquido dos custos de aquisição destes produtos) e de revenda de produtos. É sabido que as empresas industriais estão se diversificando e focando em serviços correlatos. O gráfico A.1 mostra a importância da receita líquida de venda de produtos e serviços não industriais e revenda de produtos na receita líquida total da indústria brasileira. Desde 2004, este percentual quase dobrou, passando de 5,5% para 10% na indústria de transformação. Desconsiderar esta fonte de atividade da indústria pode deixar de lado parte relevante da dinâmica das empresas industriais. Ao mesmo tempo, a colocação de etapas na produção de produtos fora da fábrica e/ou a decisão de alocação da produção na empresa ou fora da empresa reduz o valor da produção industrial, mas não o valor adicionado da empresa, pois esta absorverá a diferença de valor do que é adquirido e depois de vendido. Mais uma vez, focar apenas no valor da transformação industrial pode deixar de lado estes benefícios. Por fim, nosso interesse é ter uma medida mais próxima do valor adicionado, que é a capacidade de geração de excedentes para remunerar investimentos e/ou pagar salários.

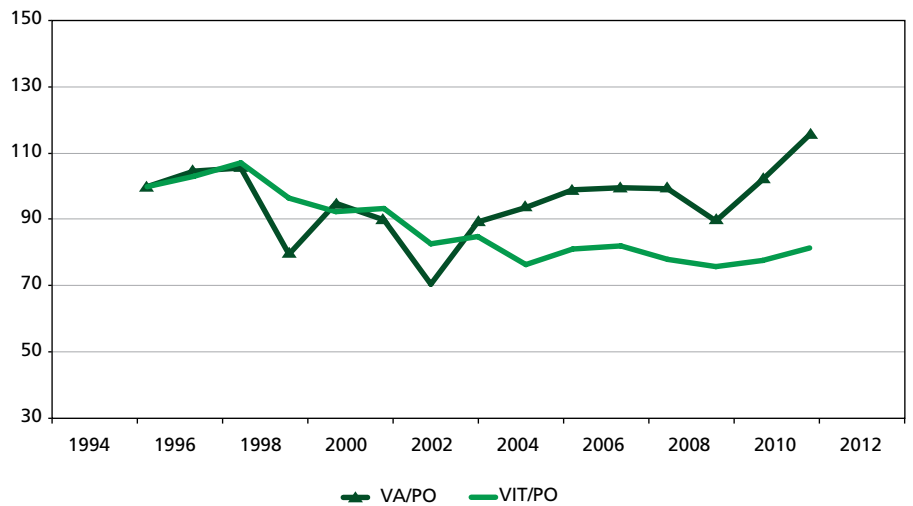
A medida de valor adicionado possui uma dinâmica agregada diferente do valor da transformação industrial, como podemos ver no gráfico A.2. Ao longo do trabalho, apontaremos também em que forma as conclusões obtidas sobre as decomposições de produtividade e associação com dimensões da competição são diferentes entre medidas.

GRÁFICO A.1
Participação da receita líquida de vendas de produtos e serviços não industriais e de revenda de mercadorias na receita líquida total – indústria total e indústria de transformação, 1996-2009



Fonte: Sidra, IBGE.
Elaboração do autores.

GRÁFICO A.2
Evolução da medida de produtividade utilizada no artigo (VA/PO) e medida alternativa de produtividade (VTI/PO) – indústria total, 1996-2009 (base 1996=100)



Fonte: Microdados da PIA, IBGE.
Elaboração do autores.

A partir das questões da PIA, padronizadas para o questionário completo e simplificado, apresentamos as semelhanças e diferenças entre as duas medidas.

QUADRO A.1
Conceitos e medidas utilizados na análise

Produtividade = VTI por trabalhador	Produtividade = Receita líquida – custos totais (exclusive mão de obra), por trabalhador
Receitas	Receitas
+Venda de produtos e serviços industriais, líquidos de impostos (ICMS, IPI, PIS, Cofins)	+Venda de produtos e serviços industriais, líquidos de impostos (ICMS, IPI, PIS, Cofins)
	+Receita de revenda de mercadorias e de serviços não industriais, líquidos de impostos (ICMS, IPI, PIS, Cofins)
+Variação de estoques de produtos acabados e em elaboração	
Custos	*Custos*
– Compras matérias-primas	– Compras matérias-primas
– Variações de Estoques de matérias-primas	– Variações de estoques de matérias-primas
	– Compras mercadorias para revenda
	– Variações de estoques de merc. p/ revenda
– Compras de energia elétrica e combustíveis	– Compras de energia elétrica e combustíveis
– Consumo peças e acess. para manut. máquinas	– Consumo peças e acess. para manut. máquinas
– Compras serviços de terceiros para manut. máq.	– Compras serviços de terceiros para manut. máq.
	– Aluguéis e arrendamentos e leasing
	– Impostos não operacionais (IPTU, IPVA etc.)
	– Depreciação, variações monetárias sociedades, despesas financeiras
	– Outros custos operacionais (telecom, água,...)
	– Despesas não operacionais

Fonte: Pesquisa Industrial Anual (PIA) / IBGE.
Elaboração do autores.

CAPÍTULO 18

DECOMPOSIÇÃO DA EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE NA INDÚSTRIA E NOS SERVIÇOS NO BRASIL NO PERÍODO RECENTE A PARTIR DE UMA ÓTICA EVOLUCIONÁRIA

Ivette Luna*
Célio Hiratuka*
Paulo Sérgio Fracalanza*
Manuel Ramón Souza Luz**

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da produtividade é um dos fatores fundamentais para o crescimento econômico, estando associado diretamente ao progresso material e ao aumento dos padrões de vida da população. Justamente por isso, a compreensão das transformações da produtividade é um tema relevante para as ciências econômicas, já aparecendo como uma questão importante desde os trabalhos dos economistas clássicos e mantendo-se como um tema central até os dias de hoje.

No caso do Brasil, o tema também vem ganhando atenção crescente, como mostra esta coletânea, uma vez que os desafios colocados para o desenvolvimento econômico brasileiro têm confluído para o debate em torno das dificuldades para o aumento da produtividade.

A contribuição deste artigo consiste justamente em buscar esclarecer alguns aspectos microeconômicos que podem estar por trás da dinâmica da mudança de produtividade observada no nível agregado. O reconhecimento da existência de uma grande heterogeneidade entre setores e entre firmas dentro do mesmo setor, que por sua vez reflete um conjunto de processos de mudanças ocorridas no interior das firmas e nas suas interações com o mercado, permite dizer que se parte de uma análise evolucionária para interpretar o crescimento da produtividade na indústria e nos serviços no Brasil no período recente.

* ilunah@gmail.com
celiohiratuka@gmail.com
fracalan@gmail.com
Instituto de Economia, Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia, Universidade Estadual de Campinas;
** manuelramon06@gmail.com
Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do ABC.

Com vistas a este fim, propõe-se dividir o artigo em cinco partes, contando com esta breve introdução. Assim, a segunda seção realizará uma breve análise da literatura teórica e empírica que fundamenta a análise da evolução da produtividade sob uma ótica evolucionária. A terceira seção detalha a equação de Price (EP), sua dedução estatística e as possibilidades de interpretação a partir dos fundamentos da economia evolucionária. Como será visto, em linhas gerais, essa equação permite a decomposição da variação da produtividade em parcelas que são interpretadas como resultados das forças de seleção e do efeito de mutações internas das firmas. Na quarta seção são apresentados os principais resultados da aplicação da decomposição da produtividade utilizando a EP para a indústria e os serviços no Brasil. Finalmente, na última e quinta seção, apresentam-se as considerações finais do trabalho.

2 BREVE REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Aspectos teóricos

Apesar de ser um tema que chama atenção dos economistas há muito tempo, em termos empíricos, a discussão sobre a produtividade ganhou impulso a partir do trabalho de Solow (1956) e dos desdobramentos metodológicos posteriores associados à contabilidade do crescimento. Esta vertente, que se consolidou como a formulação mais tradicional no campo neoclássico, resultou na associação do crescimento da produtividade com a intensificação no uso do capital, no uso do trabalho ou no aumento da produtividade total dos fatores. Em grande medida, os trabalhos empíricos dentro desta tradição partem de uma análise agregada e assumem funções de produção em que existe perfeita substitutibilidade entre os fatores de produção, além de retornos constantes de escala e concorrência perfeita. A produtividade total dos fatores é associada ao progresso tecnológico, que por sua vez acaba sendo tratado como elemento determinado exogenamente, isto é, fora do próprio modelo.

Ao ter como base funções de produções agregadas, os estudos para avaliar o crescimento da produtividade a partir desta vertente deixam de considerar a extensa variabilidade existente dentro dos setores e da economia. No entanto os modelos evolucionários de crescimento da produtividade enfatizam justamente a grande diversidade existente e persistente ao longo do tempo entre as firmas, acompanhada de mudanças contínuas associadas à interação entre as estratégias das firmas e a competição no mercado. A diversidade comportamental entre os agentes na busca por inovação, a partir de uma dinâmica baseada na competição e na mudança contínua e a seleção destas inovações no ambiente econômico são os eixos teóricos que regem a abordagem evolucionária neoschumpeteriana (Possas *et al.*, 2001).

Nesta abordagem, parte-se da ideia de que as firmas que estão na base do processo de inovação têm um comportamento associado à busca (*search*) (Nelson; Winter, 1982). A inovação, no entanto, não pode ser resultado de cálculos de otimização, dado que envolvem necessariamente um elemento de incerteza. O reconhecimento da incerteza implica a impossibilidade de antecipar os resultados do processo de busca, nem reduzi-lo a cálculos probabilísticos. As firmas recorrem, portanto, a um conjunto de rotinas e regras de procedimentos, que resultam em acumulação de conhecimentos e aprendizado que as permitem buscar inovações em sentido amplo (novos produtos, novos processos, novas formas de organização da produção, utilização de novos insumos e matérias-primas, criação de novos mercados), como forma de ganhar vantagens sobre os concorrentes.

Por sua vez, as empresas deparam-se com a seletividade exercida pelo mercado. Os mecanismos de seleção, de certa maneira, determinam o sentido da evolução das firmas e mercados, filtrando comportamentos entre as diferentes evoluções possíveis. O fato de as rotinas terem um caráter cumulativo e serem específicas muitas vezes às características individuais das firmas garante que mesmo o processo seletivo não elimine completamente a dinâmica de "mutações" e diversidade no sistema.

Vale destacar que, de acordo com Possas (1999), é possível pensar em diferentes âmbitos seletivos, sendo um deles mais diretamente relacionados ao ambiente mais estrito associado ao setor de atuação da firma, relacionado, por exemplo, ao grau de pressão competitiva e rivalidade entre as firmas já existentes, ameaça de potenciais entrantes, condições de demanda e preferência de consumidores, grau de concentração de fornecedores de clientes, assim como mecanismos de incentivos e regulação específicos aos setores de atuação. No entanto existem fatores que atuam em um âmbito mais geral, relacionados, por exemplo, a elementos macroeconômicos, como câmbio e juros; institucionais e de política econômica de amplitude geral, como as políticas de ciência e tecnologia; naturais, como existência de recursos naturais, clima e fatores demográficos; e sociais e culturais, como distribuição de renda, educação e organização sindical.

Pode-se dizer, assim, que os processos seletivos orientam a forma como se consolidam novos produtos, novos mercados, novas fontes de matéria-prima e novas formas organizacionais ao longo do tempo, embora não seja um processo que possa ser determinado *a priori*. Dessa maneira, como ressaltam Nelson e Winter (1982), torna-se possível analisar a evolução dos mercados abrindo mão de alguns pilares da microeconômica neoclássica, como o comportamento racional-maximizador, a firma representativa e o mecanismo de equilíbrio de mercado.

Por seu turno, Holm (2010) ressalta que a estrutura produtiva é formada por um agrupamento de firmas com características variadas, o que permite que seja possível adotar uma perspectiva fortemente populacional para a compreensão

da dinâmica dos processos econômicos. Assim, se o conjunto das firmas pode ser considerado como uma população que se transforma no tempo e que é composto por elementos suscetíveis às forças de variação e de seleção, então podemos pensar esta transformação a partir do recurso ao pensamento evolucionário.

Hodgson e Knudsen (2006; 2010) assinalam que para compreender os fenômenos dos sistemas populacionais complexos é necessário que se faça uso dos conceitos de variação, seleção e hereditariedade. O princípio de variação fundamenta a ideia de população, ou seja, estabelece que os elementos de uma população são não idênticos e que existe um mecanismo criativo, gerador de inovação, inscrito nestes elementos que alimentam o processo seletivo. Nesse sentido, o princípio de seleção compreende o resultado da interação entre os elementos e o seu ambiente (tudo que é externo ao elemento). Contudo, seleção aqui não significa necessariamente um processo eliminatório global, ou seja, não se observa necessariamente, no final de um período específico, a redução do número de elementos dentro de uma população. Hodgson e Knudsen (2010, p. 98-104) esclarecem que a seleção aqui consiste num processo de seleção sucessória, (*sucessor selection*) em que os elementos selecionados podem proliferar dentro de uma população, repassando assim suas soluções adaptativas, o que constituiria o princípio de hereditariedade.

Portanto, os princípios de variação, seleção e hereditariedade estabelecem aquilo que o pesquisador deve olhar quando tem como objeto um sistema populacional complexo. A proposta de sistematização darwiniana de Hodgson e Knudsen suscitou um caloroso debate na heterodoxia econômica que se estende até os dias de hoje.[1] Para além desta discussão, é importante destacar que ela possibilitou que se estabelecessem parâmetros mais claros para a avaliação de ferramentais analíticos provenientes das ciências biológicas. Nesse sentido, no bojo deste processo de cristalização dos fundamentos darwinianos nas ideias econômicas, observou-se nos últimos anos a introdução de um instrumental baseado na equação de Price (detalhada mais à frente na seção 3), que emergiu como um desdobramento, ou uma forma de aplicação do pensamento evolucionário dentro do campo da análise econômica.[2]

1. O debate acerca da generalização dos princípios darwinianos pode ser acompanhado principalmente no *Journal of Economic Issues, Journal of Economic Metodology e o Journal of Evolutionary Economics*, sendo que este último dedicou uma edição especial (v. 16, n.5) ao Darwinismo Generalizado.

2. Entre os trabalhos que fazem a ligação entre o Darwinismo Generalizado e a aplicação da equação de Price na compreensão dos fenômenos econômicos, podemos citar Zinovyeva (2004), Andersen (2004), Knudsen (2004) e Hodgson e Knudsen (2010).

2.2 Aspectos empíricos

Se do ponto de vista teórico, a literatura neoschumpeteriana fornece uma base analítica importante para interpretar a dinâmica econômica e os elementos microeconômicos que orientariam o crescimento da produtividade, do ponto de vista empírico a crescente utilização de microdados com informações ao nível das firmas ou plantas produtivas também auxiliou no avanço do reconhecimento da extensa variabilidade existente entre as firmas mesmo de dentro de um setor definido de maneira bastante estrita (Foster *et al*. 2001). Mais do que isso, os estudos têm mostrado que a evolução da produtividade passa por uma dinâmica intensa, marcada por mudanças internas, entrada e saída de firmas e realocação de fatores e trabalhadores entre as firmas. Conforme afirmam Bartelsman e Dom (2000, p. 4), "(…) *the aggregate data belie the tremendous amount of turmoil underneath. The turmoil is a major force contributing to productivity growth, resurrecting the Schumpeterian idea of creative destruction*".

De acordo com a análise realizada por Foster *et al*. (2001), os estudos empíricos que levam em conta a dimensão da heterogeneidade entre as firmas e utilizam bases de dados a partir de informações ao nível das firmas, em geral ressaltam os seguintes aspectos: *i*) existe uma extensa realocação de insumos produtivos dentro dos setores, mesmo quando os setores são definidos de maneira bastante estrita dentro das classificações setoriais existentes; *ii*) a entrada e saída de firmas exerce um papel importante no processo de realocação e mudança; *iii*) existem diferenças persistentes no nível de produtividade observado de firmas e plantas dentro do mesmo setor; e *iv*) plantas de baixa produtividade possuem maior probabilidade de saída, mesmo controlando para outras características como tamanho e idade.

Em termos de variação da produtividade, os diferentes efeitos que podem afetar a produtividade são capturados por técnicas de decomposição do tipo *shift-share*, que comumente utilizam a formulação[3] a seguir descrita.

$$\Delta Z_t = \sum_{i\in C} s_{it-1}\Delta z_{it} + \sum_{i\in C}(z_{it-1} - Z_{t-1})\Delta s_{it} + \sum_{i\in C}\Delta z_{it}\Delta s_{it} + \sum_{i\in N} s_{it}(z_{it} - Z_{t-1}) - \sum_{i\in X} s_{it-1}(z_{it-1} - Z_{t-1}) \quad (1)$$

onde Z corresponde à produtividade, S corresponde à participação de mercado e C, N e X correspondem às firmas continuamente existentes, entrantes e saintes, respectivamente. Dessa forma, a variação da produtividade agregada ao longo de um determinado período pode ser associada a cinco componentes, sendo as três

3. Esta formulação corresponde ao método 1 utilizado por Foster *et al.* (2001), que, por sua vez, é uma extensão da formula usada por Baily et al. (1992). Foster *et al.* (Op. cit.) mostram outros métodos e formulações, com uma interessante análise comparativa sobre essas diferentes técnicas. Optamos por destacar neste texto apenas a mais utilizada.

primeiras associadas às firmas contínuas, e as duas últimas associadas à entrada e saída de firmas.

O primeiro termo corresponde às mudanças no interior das firmas, comumente conhecido como efeito *within,* e mede a contribuição de cada unidade na produtividade agregada supondo que as parcelas de mercado não foram alteradas. O segundo termo é denominado efeito composição, ou entre unidades (*between*), e reflete a variação da produtividade atribuível à mudança nas participações das unidades de análise. Como o termo envolve o desvio da produtividade da unidade em relação à produtividade total, a contribuição do aumento da participação será positiva somente quando a unidade tiver produtividade superior à média. O terceiro termo corresponde à interação entre mudanças na produtividade intraunidades e entre unidades de forma conjunta. O quarto representa o efeito de entrada e será positivo caso as entrantes tenham produtividade acima da média. Finalmente o efeito das unidades saintes também será positivo no caso de as empresas apresentarem produtividade abaixo da média geral do início do período.

A tabela 1 indica os resultados encontrados nos diferentes estudos analisados, destacando tanto os países analisados e os períodos quanto o tipo de produtividade utilizada. Embora seja difícil comparar os resultados em razão das diferenças entre os países e períodos, em geral pode se verificar que os efeitos associados à mudança interna às unidades (*within*) têm grande influência sobre a variação da produtividade. Entre os estudos analisados, o que registrou menor contribuição deste componente foi o de Cantner e Krueger (2008), para o caso da Alemanha. Ainda assim, a contribuição foi de 31%.

Porém, também é importante ressaltar que os efeitos de entrada e saída também tiveram um papel significativo em todos os estudos, mostrando a importância de se considerar este componente nos estudos de decomposição. O menor efeito entrada líquida observado foi o reportado por Foster *et al.* (2001) para os Estados Unidos para o período 1982-1987 e igual a 19%. Já em Disney, Haskel e Heden (2003) foram verificadas contribuições de 43%, tanto no período 1982-1989 quanto no período 1989-1992. Enquanto o estudo de *Foster et al.* (*Op. cit.*) e Disney, Haskel e Heden (*Op. cit.*) não reportam os efeitos separados de entrada e saída, Cantner e Krueger (*Op. cit.*) indicam que dentro do resultado líquido de entrada e saída, o efeito de entrada representou 25% e o de saída 7%. Já o estudo de Holm[4] (2010) mostrou um efeito de entrada de 23% e um efeito de saída de 12%.

4. A análise de Holm utiliza decomposição que, como neste artigo, não separa o efeito de interação do efeito intra e interunidades do efeito *within*.

TABELA 1
Resultados dos estudos de decomposição de produtividade, com a contribuição percentual de cada componente

Estudo	País	Período	Tipo de produtividade	*Within*	*Between*	*Cross*	Entrada líquida
Foster *et al*.* (2001)	Estados Unidos	1977-1982	Trabalho	122	85	-127	20
Foster *et al*.* (2001)	Estados Unidos	1982-1987	Trabalho	83	13	-15	19
Foster *et al*.* (2001)	Estados Unidos	1987-1992	Trabalho	94	33	-49	21
Disney et al** (2003)	Reino Unido	1980-1982	Trabalho	59	-2	2	41
Disney, Haskel e Heden** (2003)	Reino Unido	1982-1989	Trabalho	64	0	-7	43
Disney , Haskel e Heden** (2003)	Reino Unido	1989-1992	Trabalho	61	5	+9	43
Cantner e Kruger (2008)	Alemanha	1981-1998	Total	31	7	28	32
Holm (2010)	Dinamarca	1992-1999	Trabalho	51	15		35

Elaboração dos autores.
Notas: * Somente resultados que utilizaram emprego como ponderador na tabela 8.4
** Somente resultados compatíveis com a decomposição de Foster *et al.* (2001), na tabela 9.

Inspirado nos resultados destes trabalhos e em particular no estudo de Holm (2010), que utiliza uma versão modificada de decomposição de maneira e incorporar a equação de Price, utilizou-se de uma metodologia semelhante para analisar o caso do Brasil. A seção a seguir apresenta de maneira detalhada a equação de Price e a decomposição utilizada.

3 DECOMPOSIÇÃO DA PRODUTIVIDADE E INTERPRETAÇÃO EVOLUCIONÁRIA

A decomposição e a interpretação proposta nesta seção tem como base a compatibilização das técnicas tradicionais de decomposição da produtividade, inspirados nos modelos *shift-share*, com a equação de Price, conforme proposto por Holm (2010).

Apesar de George Robert Price ter elaborado a equação que recebeu seu nome nos anos 1970, foi somente na década passada que ela passou a ser utilizada pelos economistas. A equação de Price pode ser interpretada como um instrumento que fornece ao pesquisador resultados empíricos acerca da evolução da produtividade compatível com uma análise evolucionária. Como já ressaltado, é interessante notar que a ideia de heterogeneidade entre as firmas é um denominador comum tanto dos estudos que analisam a produtividade por meio de métodos de decomposição a partir de dados desagregados quanto da análise dinâmica evolucionária neoschumpeteriana.

A contribuição do químico George Robert Price (1922-1975) para o pensamento evolucionário foi imensa. Apesar de sua curta carreira como teórico, entre o fim dos anos 1960 e início dos 1970, Price (1970; 1972; 1995) foi capaz de

definir os fundamentos de uma teoria geral matemática da seleção, passível de ser aplicada aos mais diversos fenômenos. Para além da biologia, Price (1995, p. 389) entendia que a Seleção não era um princípio que guiava apenas a evolução genética: segundo ele a psicologia, a química, a paleontologia, a linguística e a história eram movidas por uma mesma lógica seletiva.[5]

A maneira pela qual Price (1970; 1972; 1995) enxergava os processos populacionais era basicamente estatística e, exatamente por isso, foi-lhe possível construir uma abordagem evolucionária que ultrapassou a esfera das ciências biológicas. Nesse sentido, a sua mais importante contribuição, a equação de Price (doravante EP), deve ser entendida a partir de sua característica principal: a possibilidade de generalização.[6]

Price (1970) utilizava o conceito de variância com relação à média para descrever a dinâmica dos processos evolucionários. Tal perspectiva teve origem nos trabalhos do famoso geneticista e estatístico R. A. Fisher, que ficou famoso pela elaboração do *teorema fundamental da seleção natural*. Tal teorema sustenta que a velocidade de mudança evolucionária é determinada pela variação comportamental dentro de uma população. Ou seja, o teorema sugere que o processo de seleção seja tratado em termos das variações observadas e não nos valores médios em si. O teorema de Fisher, originalmente proposto para o estudo de processos evolutivos biológicos, foi generalizado por Price (1970; 1972; 1995) por meio de sua famosa equação.[7]

Segundo Frank (1995, p. 375), a EP "*is an exact, complete description of evolutionary change under all conditions*". Ela se propõe a analisar a transformação de certa característica média de uma população, que, neste caso, será a produtividade em nível agregado (Z), ocorrida entre dois momentos distintos (t_1, t_2).

Assim, voltando à EP para a análise da variação da produtividade, esta busca compreender a variação da produtividade agregada decompondo o impacto da seleção e da variação das unidades de seleção entre t_2, t_2.[8] Nesse sentido, a EP decompõe a produtividade média agregada no tempo,

5. Price assinalava que a própria ciência era moldada em parte pela seleção, uma vez que testes experimentais e outros critérios serviam para como sinalização seletiva entre hipóteses rivais.

6. Como Holm (2010, p. 2) assinala: "*Price's Equation was first developed as toll in biology for modelling the evolution of gene frequencies but was also propagated as a contribution to a general mathematical theory of selection with application in all forms of evolutionary analysis – not just the biological sort.*" Price (1995, p. 395) entende que o pesquisador interessado em teorias da seleção deve ter um olho no campo biológico e outro na abstração matemática: "My suggestion is that one should become well-acquainted with biological selection complexities, but work mathematically on abstract, generalized selection systems rather than on biological selection or other selection systems."

7. O teorema fundamental da seleção natural foi amplamente debatido dentro da biologia evolucionária, contudo Price (1972), fazendo uso de sua equação, é hoje em dia apontado como o primeiro estudioso que descreveu com clareza os princípios do teorema de Fisher (1930).

8. Frank (1995, p. 375) destaca o caráter abrangente da EP: "*This equation applies to anything that evolves, since Z may be defined in anyway*".

mostrando o peso relativo de cada um destes princípios darwinianos, a seleção e a variação. Assim, em termos gerais, podemos entender a EP nos seguintes termos:

$$\Delta Z = Efeito\ seletivo\ do\ ambiente + Efeito\ de\ mutações\ internas\ das\ unidades$$

Dessa maneira, para calcular Z devemos realizar a média ponderada de cada agente da população (z_i), onde os pesos usados na ponderação representam a parcela de participação no total da população (s_i), ou seja:

$$Z = \sum s_i\, z_i$$

A EP decompõe a variação da produtividade agregada (ΔZ) no tempo, assim,

$$\Delta Z = Z' - Z = \sum s_i{}'\, z_i' - \sum s_i\, z_i \tag{2}$$

onde $(\cdot)$ e $(\cdot)'$ denotam as variáveis nos instantes t_1 e t_2, respectivamente. Esta expressão pode ser desenvolvida da seguinte maneira,

$$\sum s_i{}'\, z_i' - \sum s_i\, z_i = \sum (s_i + \Delta s_i)(z_i + \Delta z_i) - \sum s_i\, z_i$$

$$= \sum (s_i\, z_i) + \sum (s_i \Delta z_i) + \sum (\Delta\, s_i z_i) + \sum (\Delta s_i\, \Delta z_i) - \sum (s_i\, z_i)$$

Assim, simplificando e reagrupando termos, temos que

$$\Delta Z = \sum \Delta s_i\, z_i + \sum (s_i + \Delta s_i)\Delta z_i$$

$$= \sum \Delta s_i\, z_i + \sum s_i{}'\, \Delta z_i \tag{3}$$

Para avançarmos na dedução acima é necessário introduzir o conceito de *fitness* que Price (1970; 1972; 1995) assume. Nesse sentido, para Price, o *fitness* descreve a transformação nas frequências de um traço ou característica no tempo. Ele é representado por uma variável (W) que mede a taxa de variação de uma entidade entre $t_1\ e\ t_2$, ou seja, $w_i = {x_i'}/{x_i}$ onde (representa o número de elementos do tipo *i* em cada instante do tempo, e o *fitness* da população total pode ser entendido como $W = {X'}/{X} = \sum s_i w_i$.[9]

9. Veja que a definição de *fitness* aqui é distinta da maioria dos modelos evolucionários da economia neoschumpeteriana, os quais entendem *fitness* como a distância entre a média de um valor da indústria com relação ao valor de uma firma específica. (Silverberg, Dosi, Orsenigo, 1988; Metcalfe, 1998). Segundo Michod (1999, p. 10), a definição de *fitness* da equação de Price segue o conceito de parâmetro malthusiano de Fisher (1930), o qual entendia *fitness* como a taxa de crescimento de um tipo expresso em base *per capita*, ou em termos matemáticos: $F_i \equiv \frac{1}{X_i}\frac{dX_i}{dt}$.

Se notarmos que (1) $\sum \Delta s_i Z = 0$ e que (2) $s_i' = {x_i'}/{X'} = {s_i w_i}/{W}$, podemos voltar à equação (2) e desenvolver os seus dois componentes em separado. Assim, para $\sum(\Delta s_i\, z_i)$ temos,

$$\sum \Delta s_i\, z_i = \sum \Delta s_i\, z_i - \sum \Delta s_i Z$$

$$= \sum \Delta s_i\, (z_i - Z)$$

$$= \sum (s_i' - s_i)(z_i - Z)$$

$$= \sum ({s_i w_i}/{W} - s_i)(z_i - Z)$$

$$= \sum (s_i ({w_i}/{W} - 1)(z_i - Z)$$

$$= {1}/{W} \sum s_i (w_i - W)(z_i - Z)$$

e para $\sum s_i' \Delta z_i$

$$\sum s_i' \Delta z_i = \sum s_i \left({w_i}/{w}\right)\Delta z_i = {1}/{W} \sum s_i w_i \Delta z_i$$

Dessa maneira, a EP é definida por meio da seguinte relação:

$$\Delta Z = {1}/{W} \sum s_i (w_i - W)(z_i - Z) + {1}/{W} \sum s_i w_i \Delta z_i.$$

Na sua forma final, a EP pode ser escrita como,

$$\Delta Z = \frac{Cov(w_i, z_i)}{W} + \frac{E(w_i \Delta z_i)}{W} \tag{4}$$

ou,

$$W\Delta Z = Cov(w_i, z_i) + E(w_i \Delta z_i) \tag{5}$$

onde, por definição, $Cov(w_i, z_i) = \sum s_i (w_i - W)(z_i - Z)$ e $E(w_i \Delta z_i) = \sum s_i w_i \Delta z_i$. A expressão deduzida anteriormente apresenta a decomposição de maneira clara. O primeiro componente da equação $\left(Cov(w_i, z_i)\right)$, ou seja, a covariância entre o *fitness* (w_i) e o valor da produtividade média das firmas em (z_i), revela o impacto dos processos seletivos em (ΔZ). Por sua vez, o segundo elemento da EP $(E(w_i \Delta z_i))$ nos mostra o impacto global da variação da produtividade de cada firma (Δz_i), ponderado pelo seu respectivo *fitness*.

A decomposição entre os efeitos seletivos e mutacionais da EP é um marco da biologia evolucionária. O poder de sua decomposição permite, por um lado, detectar fenômenos seletivos puros, ou seja, aquele que não apresenta mutação

das características das unidades entre t_1 e t_2 ou seja, $E(w_i \Delta z_i) = 0$, onde, $W\Delta Z = Cov(w_i, z_i)$. Por outro lado, se não houver mudança no *fitness* das unidades no tempo, com $w_i = 1$, teremos um fenômeno estritamente mutacional, onde $W\Delta Z = E(w_i \Delta z_i)$.

Outra característica marcante da EP no tratamento de fenômenos populacionais complexos é a sua capacidade de abarcar a evolução de populações hierarquicamente estruturadas, propriedade descrita por Andersen (2004) como integrante de um "pensamento populacional multinível" (*multilevel population-thinking*). Assim, uma vez definida a unidade de seleção, a EP permite que se avalie o impacto de processos evolutivos de um nível hierárquico inferior no resultado global. Nesse sentido, a partir da equação (4), pode-se escrever a EP com quantos níveis hierárquicos sejam necessários – sua recursividade é infinita – pela presença do termo $W\Delta Z$ em ambos os lados da equação. Assim, se houver dois níveis hierárquicos, representando, por exemplo, grupos e indivíduos, poderíamos escrever a EP da seguinte maneira:

$$W\Delta Z = \underbrace{Cov(w_j, z_j)}_{\text{Efeito seleção no nível hierárquico superior}} + \underbrace{E(Cov(w_{ij}, z_{ij})}_{\text{Efeito seleção no nível hierárquico inferior}} + \underbrace{E(w_{ij}\Delta z_{ij}))}_{\text{Efeito mutação no nível hierárquico inferior}}$$

onde o índice *j* é associado aos grupos que constituem a população, e os índices *ij* denota o indivíduo *i* pertencente ao grupo *j*. Assim, quando aplicado na análise da variação da produtividade, a população associada ao nível hierárquico superior será composta pelos setores econômicos (*j*) e o nível inferior será dado pelas firmas dentro de cada setor (*i*).

Como pode ser visto, o efeito mutação das unidades de um nível hierárquico superior $(E(w_j \Delta z_j))$, dado pelo segundo termo do lado direito da equação, pode ser sempre decomposto no efeito seletivo e mutacional das unidades seleção de um nível hierárquico inferior (Zinovyeva, 2004).

Ainda, a EP contempla firmas que existem no começo e no final do período analisado. Com o intuito de considerar o efeito de entrada e saída de firmas, a equação (3) precisa ser reescrita, considerando para isso três conjuntos de firmas:

1) As firmas que permanecem ao longo do período (contínuas), ou seja, as firmas que existem no começo e no fim do período, subconjunto denotado por (do termo em inglês *Continuing*).

2) As firmas que existem apenas no final do período (entrantes), ou seja, as firmas entrantes, compondo o subconjunto denotado por *N* (do termo em inglês *eNtering*).

3) As firmas que existem apenas no começo do período (saintes), constituindo, assim, o subconjunto de firmas *X* (do termo em inglês *eXiting* ou saída de firmas).

Com isso, e expandindo a equação (3) temos que

$$\Delta Z = \frac{\sum_i s_i(w_i - W)(z_i - Z)}{W} + \frac{\sum_i s_i w_i \Delta z_i}{W}$$
$$= \sum_i (s_i \frac{w_i}{W} - s_i)(z_i - Z) + \sum_i (s_i \frac{w_i}{W}) \Delta z_i$$

considerando que

$$s_i \frac{w_i}{W} = \left(\frac{x_i}{X}\right) \frac{\left(\frac{x_i'}{x_i}\right)}{\left(\frac{X'}{X}\right)} = s_i'$$

temos

$$\Delta Z = \sum_i (s_i' - s_i)(z_i - Z) + \sum_i s_i'(z_i' - z_i) \quad (6)$$

Para desagregar (6) e incorporar os efeitos de entrada e saída seguem as seguintes considerações:

1) Se a firma é uma firma em C, a variação na produtividade média do agregado é dada por

$$\underbrace{\Delta Z}_{i \in C} = \sum_{i \in C} \Delta s_i (z_i - Z) + \sum_{i \in C} s_i' \Delta z_i$$

2) Por sua vez, se a firma é uma firma entrante, então $s_i = 0$, $z_i = 0$, $s_i' \neq 0$ e $z_i' \neq 0$, e . Neste caso,

$$\sum_{i \in N} (s_i' - s_i)(z_i - Z) = \sum_{i \in N} s_i'(-Z)$$

e

$$\sum_{i \in N} s_i'(z_i' - z_i) = \sum_{i \in N} s_i' z_i'$$

Com isso, somando ambos os termos, temos que o efeito de entrada na variação da produtividade média total em (6) é dada por

$$\underbrace{\Delta Z}_{i \in N} = + \sum_{i \in N} s_i'(z_i' - Z)$$

3) Ainda, se a firma é uma firma do subconjunto X, $s_i \neq 0$, $z_i \neq 0$, $s_i' = 0$ e $z_i' = 0$. Nesse caso,

$$\sum_{i \in N}(s_i' - s_i)(z_i - Z) = \sum_{i \in N} -s_i'(z_i - Z)$$

e

$$\sum_{i \in X} s_i{}'(z_i' - z_i) = 0$$

Tendo finalmente o efeito de saída em (6) sendo quantificado por

$$\underbrace{\Delta Z}_{i \in X} = -\sum_{i \in X} s_i'(z_i - Z)$$

Agregando os quatro termos em (6) temos finalmente a EP reescrita como segue

$$\Delta Z = \underbrace{\Delta Z}_{i \in C} + \underbrace{\Delta Z}_{i \in N} + \underbrace{\Delta Z}_{i \in X}$$

ou ainda

$$\Delta Z = \sum_{i \in C} \Delta s_i(z_i - Z) + \sum_{i \in C} s_i{}' \Delta z_i + \sum_{i \in N} s_i'(z_i{}' - Z) - \sum_{i \in X} s_i'(z_i - Z) \quad (6)$$

Observa-se que o efeito de entrada contribui de forma positiva quando a produtividade das firmas entrantes for maior à produtividade média. Caso contrário, a contribuição será no sentido negativo. Entretanto, se a produtividade de uma firma for superior ao valor médio populacional, a sua saída gerará um efeito negativo sobre a variação da produtividade média. Caso contrário, o efeito da saída sobre a média será positivo.

Nota-se ainda, que a equação de Price quantifica variações ao longo de um período de tempo em uma população também variante no tempo, com uma diversidade populacional representada pela mudança em Z e os desvios de z_j com relação a uma medida central Z. Conclui-se, assim, que o termo evolução implica a análise de mudanças ao longo do tempo, mudança quantificada por ΔZ. Portanto, a equação de Price mostra-se como o instrumental que vincula a análise estatística e evolucionária, permitindo, desta forma, a realização de estudos empíricos afins à teoria econômica evolucionária.

A análise da decomposição da produtividade utilizando a equação de Price, a comparação com a decomposição em geral utilizada nos estudos internacionais como destacados na seção anterior, assim como a interpretação de seus resultados para a análise em economia industrial merecem alguns comentários adicionais.

Comparando a equação (1) com a decomposição incorporando a EP (equação 6), vemos que, quando os efeitos intraunidade e de interação são agregados, estes coincidem com o efeito de mutação interno das unidades. No entanto, o efeito de seleção é exatamente igual ao efeito composição.

Dessa forma, ao aplicarmos a EP para decompor o crescimento da produtividade como explicitado nos parágrafos anteriores, pode-se intuir que esta produtividade pode ser decomposta num efeito seleção e um efeito variação. A possibilidade de interpretação evolucionária é, portanto, bastante clara, uma vez que para esta corrente os mecanismos de mutação/variação e de seleção seriam componentes chaves para uma interpretação da dinâmica econômica. De um lado haveria a geração de variedades, expressa pela entrada de novas firmas ou pelo processo interno de busca no âmbito das firmas. De outro, haveria um processo associado à seleção das rotinas e estratégias internas às firmas realizada no mercado.

Cabe ressaltar que a inovação deve ser entendida em sentido amplo, envolvendo elementos variados que poderiam conferir vantagens sobre os concorrentes no mesmo setor de atividade. Além das inovações de produtos e processos, um amplo conjunto de fatores, refletido nas estratégias deliberadas das empresas de buscar ganhos diferenciais em relação aos seus concorrentes, podem ser destacados, como mudanças organizacionais, gerenciais e de marketing. Vale lembrar que, neste processo, os efeitos de aprendizado e os esforços imitativos e adaptativos em relação ao ambiente também têm relevância. Além disso, é importante reconhecer que existe uma forte interação dos esforços inovativos das firmas com a as mudanças no próprio mercado, fato captado pela inclusão do efeito interação no efeito inovação. Seguindo a proposta de Holm, será utilizado o termo efeito aprendizado para fazer referência a esses fatores internos.

Dessa maneira, o componente $E(w_i \Delta z_i)$ que representa o efeito aprendizado captado pela EP pode incluir este conjunto de fatores quando se realiza uma interpretação dos elementos que afetam a média devido à atuação de forças internas à firma. Neste sentido, a interpretação do efeito intrafirma reafirma novamente sua identificação com a visão neoschumpeteriana.

Por sua vez, a covariância entre crescimento da firma (w_i) e sua produtividade (z_i) é tomada como o efeito seleção e, neste caso, pode ser entendida como o efeito dos processos seletivos de mercado sobre as firmas (pensando no nível firma-setor). Pode-se pensar aqui em um mecanismo que reduz a variabilidade existente, por meio da seleção implícita de estratégias e rotinas indutoras de maior crescimento. Nesse sentido, podemos interpretar que uma variação positiva da produtividade da indústria refletiria o princípio de que firmas que mais crescem (selecionadas no mercado) são aquelas que possuem uma produtividade relativa maior e o contrário aconteceria com aquelas de menor produtividade. Logicamente que este movimento de seleção não pode de maneira nenhuma ser entendido como uma tendência ao equilíbrio conforme a visão tradicional.

Em termos dinâmicos, o efeito seleção captaria a realocação de recursos entre firmas dentro de um setor. Considerando o nível setor-economia, pode-se também

raciocinar em termos do movimento de mudança estrutural que altera a composição multissetorial da economia ao longo do tempo (Metcalfe; Ramlogan, 2006).

Do ponto de vista da saída de firmas, também vale a pena destacar que tanto Metcalfe e Ramlogan (*Op. cit.*) como Hom (2010) sugerem interpretações interessantes. Enquanto a entrada de novas firmas estaria associada à geração de variedade dentro da população, assim como as mudanças internas às unidades das firmas contínuas, a saída de firmas seria uma forma de seleção que consumiria variedade, na medida em que algumas unidades estariam sendo excluídas da população. Esta forma de seleção, chamada por Holm de *subset selection*, seria mais radical do que a seleção captada pelo aumento diferencial das firmas mais produtivas (chamada de *generative selection*).

Finalmente, vale destacar a capacidade de a aplicação da decomposição por meio da EP no campo econômico permitir uma análise multinível. A possibilidade de utilizar vários níveis hierárquicos é interessante, dado que a decomposição da variação total da produtividade é realizada partindo de um nível agregado populacional, obtendo os respectivos componentes preliminares de variação devido às forças da seleção e aprendizado. Em uma segunda etapa, estes componentes preliminares podem ser particionadas nas parcelas correspondentes aos diversos setores compondo o agregado até o nível de desagregação desejado.

A vantagem de usar a desagregação firma-setor-economia é bastante evidente, uma vez que suporta análises de especialistas setoriais, que podem interpretar de maneira mais detalhada os elementos de variação e seleção dentro de cada setor, mas permitindo, também, um olhar mais amplo para os movimentos de mudança estrutural observado ao nível dos setores dentro da economia.

Considerando especificamente os processos de seleção, como afirmado na seção 1, o processo de seleção pode ser associado a fatores mais específicos ao setor de atividade, que justificam o porquê de algumas firmas mais produtivas ganharem espaço em relação às demais, enquanto o efeito seleção mais agregado pode ser associado aos fatores que afetam a forma como a realocação entre os diferentes setores está ocorrendo na economia.

4 ESTUDO EMPÍRICO

Esta seção objetiva aplicar a decomposição da produtividade do trabalho baseada na equação de Price para o setor de serviços e para a indústria de transformação brasileira, observando os efeitos resultantes das forças de seleção e aprendizado, entendidas em sentido amplo, conforme destacado na seção anterior.

Ainda assim, é importante destacar que este trabalho se distancia em termos analíticos e metodológicos de outros estudos similares para o caso brasileiro, em

especial daqueles que partem de funções de produção agregadas tradicionais, como Bonelli e Bacha (2013), Ferreira, Ellery Jr. e Gomes (2008) ou o modelo de fronteira estocástica apresentado por Marinho e Bittencourt (2007). No entanto, a metodologia aqui utilizada é compatível com aquelas que usam técnicas de decomposição *shift-share* para a produtividade do trabalho, como é o caso dos trabalhos realizados por Cavalheiro (2003), Rocha (2007) e Canêdo-Pinheiro e Barbosa Filho (2011), embora esses autores trabalhem ao nível dos setores. Finalmente, cabe destacar que o trabalho é próximo ao realizado por Gomes e Pontual, neste mesmo volume, embora a utilização da equação de Price, assim como a forma de organização das informações em termos temporais, seja diferente. Finalmente, outra diferença importante refere-se ao fato de este trabalho estender a análise ao setor de serviços.

4.1 Dados e *proxies*

Para o caso da indústria de transformação, as empresas da Pesquisa Industrial Anual para Empresas (PIA), com número de funcionários maior ou igual a trinta (estrato certo) compuseram a base de dados na análise da produtividade do trabalho da indústria de transformação, abrangendo o período de 1996 a 2011. A utilização do estrato certo tem implicações importantes para os resultados da pesquisa, como será mostrado mais à frente. Posteriormente o resultado é analisado observando também a dinâmica resultante dentro de cada um dos setores a dois dígitos (divisões 10 a 36 da CNAE 1.0) da indústria de transformação via a EP a dois níveis.

No que se refere à medida de produtividade (z_i), este trabalho utiliza como *proxy* o logaritmo natural do valor de transformação industrial por trabalhador, uma medida amplamente empregada devido à sua mensuração direta. Ainda, como apontado em Holm (2010), o valor da transformação industrial (VTI) mostra-se como uma *proxy* adequada da vantagem competitiva, uma vez que para fins de evolução o que importa não é o quanto se produz, mas o quanto se gera de riqueza a mais. Em contrapartida, trabalha-se com uma medida parcial de produtividade, desconsiderando-se os efeitos de outros fatores. O VTI foi deflacionado utilizando o Índice de Preços por Atacado – Oferta Global (IPA-OG), que dispõe de índices de inflação específicos para os setores da CNAE a dois dígitos.

No caso do setor de serviços, a base de dados utilizada foi composta pelas empresas do estrato certo da Pesquisa Anual de Serviços (PAS) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para o período de 1998 a 2011. A desagregação hierárquica a dois níveis utilizando a equação de Price foi realizada a partir do agrupamento das firmas por setores a dois dígitos da classificação CNAE 1.0, envolvendo grupos selecionados dentro das divisões 55 a 93 (além de dois grupos da divisão 1, associado a serviços para a agropecuária e exploração florestal – ver tabela no apêndice). Vale ressaltar que, diferentemente das atividades industriais, a diversidade de segmentos de serviços ana-

lisados dificultou a utilização de índices setoriais, tendo sido usado o índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA-geral) para todos os setores.

Em ambos os estudos as informações utilizadas e referenciadas de acordo com a CNAE 2.0 para o período de 2008 a 2011 foi compatibilizada para a classificação CNAE 1.0, de forma a trabalhar com a maior quantidade de dados originais possíveis.

4.2 Resultados para a indústria

As informações analisadas para a indústria mostraram tendências distintas de acordo com o ciclo econômico e com o ritmo de crescimento da economia. Enquanto no período 1996-2003, verificou-se uma tendência de queda da produtividade, ao mesmo tempo em que a dinâmica industrial foi marcada pelo baixo ritmo de crescimento do valor da transformação industrial (cerca de 11% no período todo, considerando valores deflacionados pelo IPA industrial) e do emprego (16%), o período a partir de 2004 até 2011 foi caracterizado por um crescimento mais robusto do valor adicionado industrial (41%), assim como no número de empregos gerados (29%), com impactos positivos sobre a produtividade. Além disso, também é importante ressaltar que o primeiro período foi marcado pelo ajuste da indústria frente a uma situação de abertura comercial, com maior exposição frente à concorrência internacional, enquanto o segundo foi marcado pela expansão da demanda doméstica em virtude da retomada da expansão do crédito e da expansão do mercado doméstico respondendo ao aumento do emprego e dos salários.

Optou-se, portanto, por analisar as informações para dois períodos separados, buscando verificar se as diferentes conjunturas mostraram resultados diferentes sob a ótica da decomposição da produtividade.

4.2.1 Período 1996-2003

Considerando em primeiro lugar o período 1996-2003, é possível observar como a produtividade apresentou um desempenho bastante negativo, com uma queda de 26% no período. Dessa variação, o exercício de decomposição mostra como grande parte desse movimento esteve relacionada ao efeito de entrada e saída de firma. Diferente da experiência internacional, em que a entrada de firmas geralmente apresentou resultados positivos sobre a produtividade, no caso do Brasil chama atenção não apenas o efeito negativo, com também a proporção do efeito, uma vez que a entrada de novas firmas representou 105% da variação total. Ou seja, evidencia-se um cenário em que novas empresas entrantes sistematicamente conseguem espaço no mercado com produtividade inferior à média. No entanto o efeito negativo da entrada é, em parte, compensado pela saída de empresas com menor produtividade, com um efeito equivalente a 35% do total. Considerando

as variações nas empresas contínuas durante o período, os efeitos também foram negativos, associados às mudanças internas (28%) às firmas, e aos efeitos de realocação entre as firmas (2%).

TABELA 1
Decomposição da variação da produtividade do trabalho da indústria de transformação. Período 1996-2003, ano-base 1996

				Resultado agregado			
C	*N*	*S*	Δ*Z*	Ef. sel.	Ef. ap.	Ef. entrada	Ef. saída
11,780	16,672	10,444	**-0,261**	-0,0047	-0,0740	-0,2741	0,0918
			-100%	**-2%**	**-28%**	**-105%**	**35%**

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA-IBGE.

O efeito desproporcionalmente grande da entrada de firmas, assim como a sua direção, merecem comentários adicionais, uma vez que a expectativa de acordo com a literatura internacional é de que a contribuição marginal das novas entrantes fosse positiva. É importante considerar, no entanto, o fato de que o grande diferencial de produtividade por porte de empresa ajude a explicar o resultado. Em razão de o trabalho utilizar o estrato certo da PIA, a entrada é registrada a partir do momento em que a firma passa a compor este estrato (no mínimo trinta pessoas ocupadas). Faz sentido imaginar, portanto, que as entrantes tenham um tamanho médio bastante inferior ao das empresas contínuas.

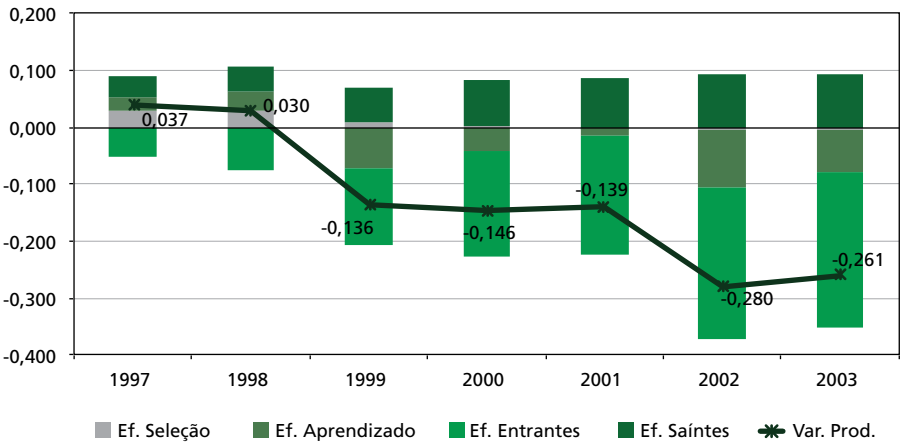
De acordo com Cavalcante e De Negri (2014), as diferenças de produtividade entre os estratos de tamanho não são tão significativos quando se comparam as empresas com até quatro empregados, de 5 a 29 e de 30 a 49 pessoas ocupadas. A partir do patamar dos cinquenta empregados e principalmente a partir das firmas com cem ou mais, o diferencial de produtividade se eleva significativamente. No mesmo sentido, o trabalho de Catela e Porcile (2014) utiliza análise de *cluster* para classificar as firmas de acordo com a produtividade em cinco grupos. O resultado desta classificação mostra como a diferença entre as firmas menos produtivas e as mais produtivas (grupo 5, de alta produtividade) é extremamente elevada. Apenas para ilustrar, para o ano de 2008, os autores encontraram que o grupo 1, de baixíssima produtividade, tinha um produtividade relativa equivalente a 1% em relação às firmas mais produtivas (grupo 5), enquanto as firmas de baixa produtividade (grupo 2) atingiam 3%. As firmas do grupo 1 e 2 correspondiam a 14% e 25% do total de firmas respectivamente, enquanto as firmas mais produtivas correspondiam a 8%. Vale enfatizar também que a

utilização do modelo *probit* realizado pelos autores apontou o tamanho como variável fundamental para a probabilidade das firmas mudarem dos grupos de firmas menos produtivas para as mais produtivas.

Dessa maneira, a existência de um grau de heterogeneidade muito elevado na estrutura industrial brasileira pode ajudar a entender por que a entrada de firmas, que provavelmente ocorre com níveis de produtividade muito abaixo da média, contribui para reduzir a produtividade do conjunto das firmas. Esse fato se mantém, mesmo considerando que a entrada é registrada a partir do patamar de trinta pessoas ocupadas, em razão de se estar trabalhando com o estrato certo da PIA.

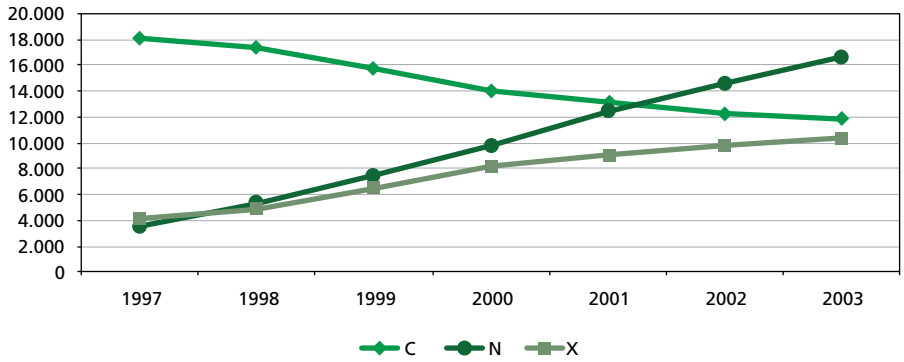
As informações dos gráficos 1 e 2 auxiliam a visualizar a composição da variação da produtividade ao longo do tempo. Por esses gráficos fica visível como a entrada de novas firmas reforçou em grande medida a queda de produtividade das firmas contínuas ao longo do período. Ou seja, as firmas que se estabeleceram a partir de 1997 até 2003 contribuíram negativamente para o aumento de produtividade, reforçando os efeitos de aprendizado e seleção. O único efeito positivo ocorreu pela saída de firmas.

GRÁFICO 1
Decomposição da variação da produtividade do trabalho da indústria. 1997 a 2003, ano-base 1996



Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA-IBGE.

GRÁFICO 2
Indústria: número de empresas contínuas (*C*), entrantes (*N*) e saintes (*X*). 1997 a 2003, ano-base 1996



Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA-IBGE.

A decomposição multinível, mostrada na tabela 2, permite ter uma ideia melhor dos efeitos, uma vez que propicia uma análise mais efetiva da dinâmica interna aos setores. A tabela A1 do apêndice mostra de maneira detalhada o desempenho de cada setor por meio da decomposição multinível. As primeiras colunas mostram algumas características gerais de cada divisão: número de firmas contínuas, entrantes, saintes, PO, fitness e índices de produtividade nos anos-base e final. A coluna de peso do setor aponta para a participação de cada divisão no setor. As últimas colunas mostram a decomposição dentro de cada setor. Ou seja, a EP é aplicada para cada setor considerando apenas as firmas dentro de cada setor. O peso de cada setor é dado pela participação do mercado e a soma ponderada da variação da produtividade setorial pelo respectivo peso constitui a segunda parcela da EP no agregado. Ainda, a soma ponderada de cada efeito equivale às parcelas dentro dos setores mostradas nas tabelas, sendo que o efeito de aprendizado das firmas permanece igual.

Entrada e saída de firmas, agora serão consideradas apenas quando acontecem no mesmo nível de 2 dígitos da CNAE. O efeito de seleção ao nível do setor, por sua vez, está relacionado às diferenças de produtividade entre as firmas dentro do mesmo setor, enquanto o efeito global está associado ao *market-share* do setor dentro da indústria.

Ainda assim, o efeito de entrada permanece elevado, com uma proporção igual a 77% do observado para o total da produtividade agregada. O efeito de saída passa a representar um efeito positivo de 21%. Já o efeito de seleção setorial passa a ser positivo em 1%, indicando que, em geral, firmas contínuas mais produtivas tiveram aumento de participação dentro dos setores. Porém, setores menos produtivos tiveram aumento de *market-share*, levando a um impacto negativo em termos das mudanças na estrutura produtiva dentro da indústria de 17%.

TABELA 2
Decomposição hierárquica da variação da produtividade do trabalho da indústria de transformação. Período 1996-2003, ano-base 1996

	EP em dois níveis				
	Ef. sel. entre os setores	Efeitos ponderados e agregados			
ΔZ		Ef. sel. setorial	Ef. ap. setorial	Ef. ent setorial	Ef. saída setorial
-0,261	-0,045	0,003	-0,074	-0,201	0,056
-100%	-17%	1%	-28%	-77%	21%

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA-IBGE.

Quanto à análise por setor de atividade, nota-se por meio do gráfico 3 e pela tabela A.1 que as principais divisões ao longo do período sofreram queda de produtividade em 2003. Apenas oito divisões mostram aumento da produtividade, tendo no agregado uma participação de mercado inferior a 14%.

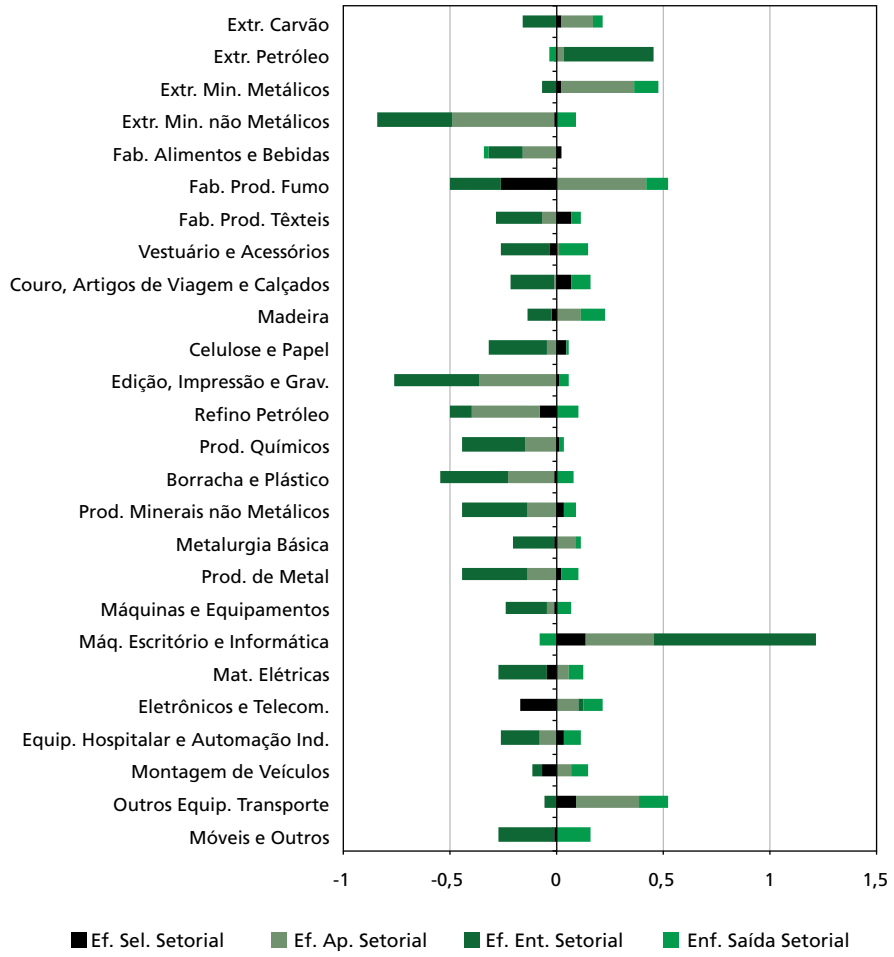
A divisão de *máquinas de escritório e informática* é a que mostrou o maior aumento da produtividade, com um aumento nas contratações de 53,9% ($W_j = 1{,}539$), sendo as firmas entrantes as responsáveis por 66,8% desse aumento em média. Cabe destacar que, no caso desta divisão, os efeitos de seleção e de aprendizado também contribuíram de forma positiva à variação da produtividade, isto é, empresas mais produtivas no ano-base mostraram em média aumento da produtividade e nas suas parcelas de mercado. No entanto, o efeito de saída teve um impacto negativo de 7,3% o que difere do padrão médio e da dinâmica agregada observada.

Ainda, a divisão de *extração de minerais não metálicos* foi a que sofreu a maior perda média de produtividade, e com um aumento em PO de 3,7% no período. O maior aumento quantidade de PO (quase 500%) foi observado na divisão de *extração de petróleo*, que, ainda assim, mostrou aumento na produtividade. Diferente do observado no resultado agregado, em termos de decomposição os ganhos de produtividade dentro desse setor se devem principalmente ao impacto positivo produzido pelas firmas entrantes. Ou seja, as firmas que se incorporaram à divisão de *extração de petróleo* e *serviços relacionados*, em média, o fizeram com uma produtividade acima da média observada no setor.

No que se refere aos componentes da decomposição, pode-se perceber que em geral predominam os efeitos de entrada negativos, assim como efeitos internos às firmas também negativos, embora com maior divergência de impactos em relação à variável anterior. Os efeitos de saída mostram-se em geral positivos, enquanto os efeitos de seleção setorial não apresentam tendência definida, embora tenham efeitos relativamente reduzidos. Individualmente, pode-se destacar novamente a divisão de *máquinas de escritório e informática* e o efeito das entrantes

dentro da divisão que se mostram responsáveis pelos resultados positivos desta. Em patamar um pouco mais baixo, observa-se a mesma tendência no setor de *extração de petróleo*.

GRÁFICO 3
Indústria: efeitos de seleção, aprendizado, entrada e saída, de 1997 a 2003, ano-base 1996



Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA-IBGE.

4.2.2 Período 2003-2011

O desempenho da atividade industrial foi muito mais positivo no período 2003-2011. Além do importante crescimento na geração de empregos, este aumento no PO esteve associado, ao contrário do período anterior, a um aumento na produtividade de 2011 com relação a 2003.

Interessante notar que a recuperação da produtividade observada neste estudo é um pouco superior ao resultado obtido por Cavalcanti e De Negri (2014) para os dados da PIA, utilizando deflatores setoriais para o VTI. Porém, enquanto naquele estudo foram utilizados os dados para a PIA completa, neste, somente o estrato certo foi analisado, o que reduz a influência das empresas menores. Importante lembrar, que embora tenha tido tendência positiva entre 2003 e 2011, o nível alcançado em 2011 não chegou ao mesmo observado em 1996 (4.173 em 2003 e 4.125 em 2011).

Se no período anterior ocorreu queda acentuada no índice de produtividade, no período 2003-2011 o crescimento da produtividade foi de 21%. No primeiro período, a queda ocorreu principalmente pelo impacto negativo das entrantes cujo componente na EP correspondeu a -105% da variação total. Em 2011, este efeito é atenuado, passando a constituir apenas -36% da variação total. O efeito de saída passou a ser o mais importante (59%). Percebe-se, assim, que no segundo período o efeito negativo das firmas entrantes é atenuado quando comparado ao primeiro período e, dado o aumento de entrantes, podemos inferir que em média há um esforço por parte das entrantes em se incorporar ao mercado com menos desvantagens quando comparadas às contínuas, refletindo-se em produtividades ainda inferiores à media do mercado, porém superiores às observadas nas entrantes do primeiro período. Já os efeitos de aprendizado e seleção passaram a apresentar contribuição positiva, sendo os efeitos internos à firma um pouco mais importantes (tabela 3).

TABELA 3
Decomposição da variação da produtividade do trabalho da indústria de transformação. Período 2003-2011, ano-base 2003.

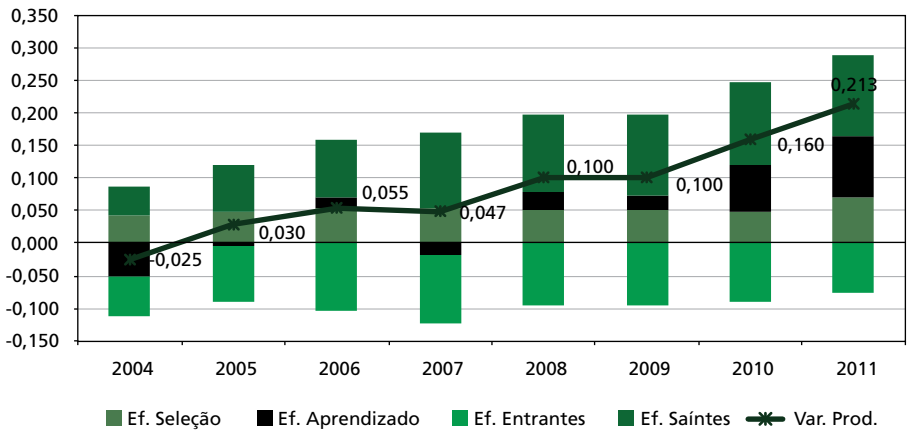
				EP no agregado			
C	*N*	*S*	ΔZ	Ef. sel.	Ef. ap.	Ef. entrada	Ef. saída
15,430	22,525	13,014	**0,212**	0,0706	0,0950	-0,0765	0,1240
			100%	33%	45%	-36%	59%

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA-IBGE.

Analisando o padrão temporal a partir do gráfico 4, é possível perceber como o efeito de entrada, embora atenuado em relação ao período anterior, mantém a regularidade de permanecer com impacto negativo, assim como o efeito de saída permanece positivo, embora este último com tendência de crescimento ao longo

do tempo, tornando-se a partir de 2007 sistematicamente superior ao efeito de entrada, contribuindo para o efeito líquido positivo. Os ganhos de produtividade resultantes da saída de firmas menos produtivas é contrabalanceado com o impacto negativo da entrada de firmas, que em média mostraram uma produtividade inferior à média observada no ano-base. O gráfico 5 mostra de forma mais evidente a diminuição das firmas contínuas no período de 2004 a 2011, apesar da entrada significativa de firmas no período. Contudo, a queda na quantidade de firmas contínuas é atenuada a partir de 2009, ano em que a quantidade de entrantes por ano supera a quantidade anual de contínuas.

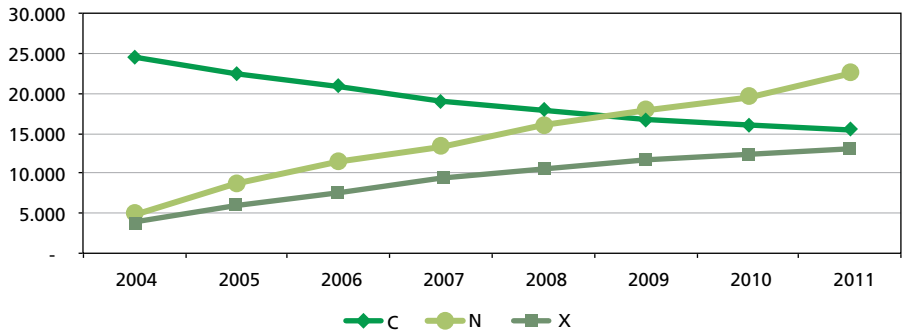
GRÁFICO 4
Decomposição da variação da produtividade do trabalho da indústria de transformação. 2004 a 2011, ano-base 2003



Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA-IBGE.

Quando se observa o comportamento somente das firmas contínuas, percebe-se um efeito seleção sistematicamente positivo em todo o período, indicando que as firmas mais produtivas tiveram aumento de participação, enquanto o efeito interno às firmas passou a apresentar tendência consistente de crescimento a partir de 2008 e com ganhos significativos em 2010 e 2011.

GRÁFICO 5
Variação do número de empresas contínuas (*C*), entrantes (*N*) e saintes (*X*) na indústria. 2004 a 2011, ano-base 2003



Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA-IBGE.

Percebe-se assim, um cenário em que, diferentemente do período anterior, as firmas contínuas lograram aumento de produtividade e entre estas aquelas com elevação acima da média puderam elevar o *market-share*. Como as firmas contínuas podem ser associadas a firmas maiores, é possível aventar a hipótese de que tenha havido uma tendência a partir de 2008, de as firmas maiores terem liderado o movimento de recuperação da produtividade, com impactos positivos sobre os efeitos marginais de empresas entrantes e saintes. Esse efeito pode estar associado à maior capacidade das firmas maiores de se aproveitarem das condições mais favoráveis ao crescimento da demanda interna e também da política anticíclica lançada no período pós-crise. Também é possível que estas firmas tenham liderado o processo de recuperação dos investimentos observado a partir de 2007. De qualquer maneira, mais estudos são necessários para confirmar esta hipótese.

A tabela 4 mostra os resultados da decomposição da variação da produtividade agregada via equação de Price hierárquica, para o ano de 2011 em relação a 2003. Nota-se que, para o ano de 2011, o efeito de seleção entre os setores mostrou-se positivo, com participação na variação da produtividade da ordem dos 20%, indicando que setores com produtividade acima da média em 2003 aumentaram a participação no mercado ou empresas menos produtivas mostraram queda na participação. Vale destacar que o efeito de seleção setorial inverteu a tendência em relação ao observado no período anterior, quando setores menos produtivos tiveram ganho de *market-share*.

Analisando agora os efeitos da decomposição dentro dos setores temos que: o efeito de seleção dentro dos setores mostrou-se mais significativo em 2011, indicando que as firmas com maior aumento de produtividade dentro dos setores tiveram elevação de participação. Além disso, em média, a entrada de firmas den-

tro de cada setor teve um impacto negativo para a produtividade setorial de 21%, enquanto a saída atingiu 41%.

TABELA 4
Decomposição hierárquica da variação da produtividade agregada da indústria. 2003-2011, ano-base 2003

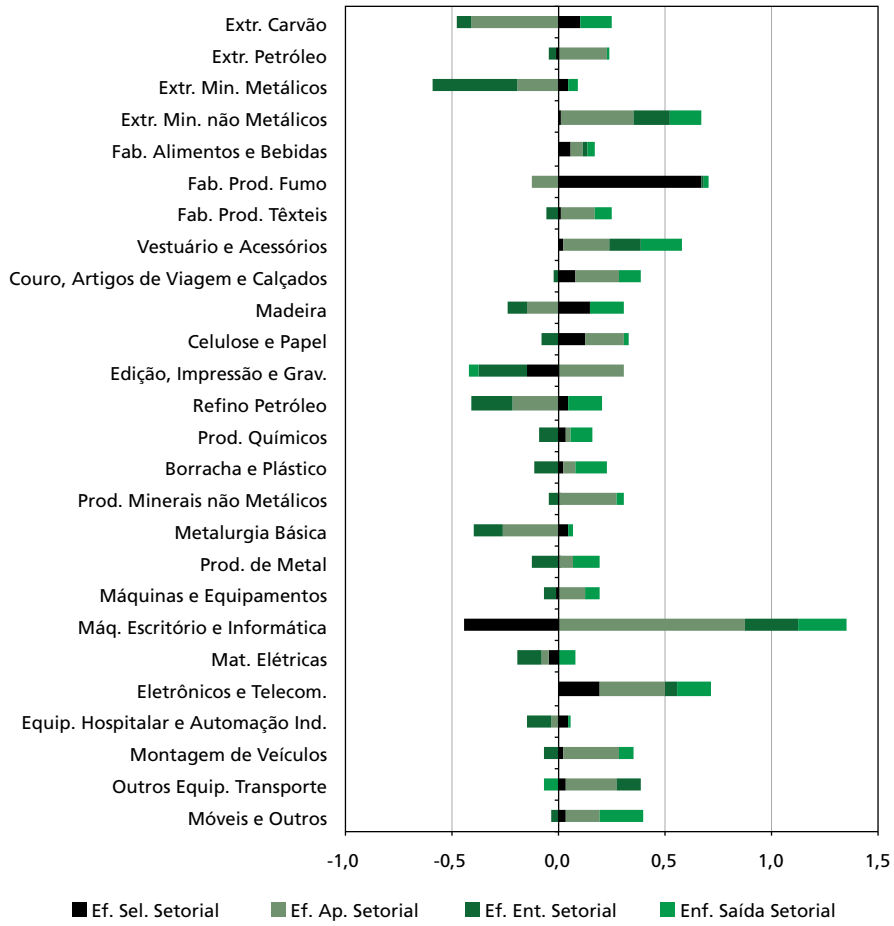
	Decomposição em dois níveis				
	Ef. sel. entre os setores	Efeitos ponderados e agregados			
ΔZ		Ef. sel. setorial	Ef. ap. setorial	Ef. ent setorial	Ef. saída setorial
0,213	0,043	0,032	0,095	-0,045	0,088
100%	20%	15%	45%	-21%	41%

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA-IBGE.

Esses resultados podem ser validados observando os resultados da decomposição ao nível dos setores. A contribuição de cada setor na EP ao nível agregado é detalhada na tabela A.2 para o ano de 2011.

Pela tabela A.2 e pelo gráfico 6 nota-se que em 2011 o desempenho de maior número de setores foi positivo em termos de ganhos de produtividade, incluindo todos os setores apontados como os principais pelas parcelas de mercado no período 2004-2011. Os valores confirmam a mudança nos resultados setoriais já observados nas tabelas anteriores, pois poucas divisões mostram queda de produtividade. Entre os setores que apresentaram queda, devem-se destacar os setores de refino de petróleo, metalurgia básica e extração de minerais metálicos. Em todos esses setores, o efeito de aprendizado se combinou com efeito de entrada negativo para resultar em queda de produtividade. Já entre os setores com maior aumento, podem ser destacados o de equipamentos de informática e o de eletrônicos e telecomunicações.

GRÁFICO 6
Indústria: efeitos de seleção, aprendizado, entrada e saída, de 2004 a 2011, ano-base 2003



Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA-IBGE.

Comparando com o período anterior, é possível observar como os efeitos de entrada permanecem predominantemente negativos. Porém, observou-se que a entrada de firmas teve impactos positivos em um número maior de setores do que no período anterior. Quanto à saída de firmas, o efeito de seleção continuou exercendo impactos positivos por esta via, uma vez que os efeitos foram positivos para a maioria dos setores.

Também é importante destacar que o efeito seleção teve mais setores com contribuição positiva do que no período anterior, indicando que firmas com maior aumento de produtividade puderam crescer de maneira mais efetiva na maior parte dos setores.

Finalmente, cabe destacar o efeito aprendizado, que também se apresentou positivo para a maioria dos setores, invertendo a tendência observada no período anterior. Ou seja, em grande parte dos setores, as firmas contínuas realizaram mudanças internas que propiciaram aumento de produtividade no período.

De maneira geral, portanto, é possível interpretar o período 2004-2011 como um período mais positivo para o crescimento da produtividade, fato que se expressou também na mudança de contribuição dos diferentes componentes em um sentido mais virtuoso do que no período anterior.

4.3 Resultados para o setor de serviços

Esta seção tem como objetivo analisar a decomposição da produtividade para o setor de serviços. Tradicionalmente o setor de serviços tem sido tratado como um setor menos sujeito aos ganhos de produtividade em relação à atividade industrial, refletindo a análise pioneira de Baumol (1967). Apesar disso, é importante destacar que os estudos sobre a evolução da produtividade no setor de serviços têm sido bastante raros. Em parte porque no setor de serviços o sentido da mensuração da produtividade como um indicador de eficiência econômica é mais problemático, em razão da dificuldade de ter uma medida física de produção e de separação de fenômenos relacionados à qualidade dos serviços prestados.

No caso do Brasil, os estudos são mais raros ainda. Deve-se destacar o estudo de Jacinto e Ribeiro (2014), os quais apontaram o fato de que o setor de serviços não têm necessariamente evolução da produtividade pior do que o do setor industrial, além de destacarem a heterogeneidade existente no setor de serviços e a necessidade de mais estudos sobre o setor.

A próxima análise segue basicamente a mesma estrutura de apresentação dos resultados para a indústria. Porém, diferentemente da análise da indústria, o primeiro ano da PAS foi 1998, tendo sido utilizados, portanto, os períodos 1998-2003 e 2003-2011.

4.3.1 Período 1998-2003

Da mesma maneira que ocorreu na indústria, observou-se uma queda na produtividade no período. Também de maneira similar à indústria, o efeito predominante esteve associado à entrada de firmas menos produtivas em relação às firmas estabelecidas. De fato, chama atenção o elevado número de firmas entrantes levantadas pela pesquisa. Considerando que no setor de serviços as barreiras à entrada tendem a ser menores do que na manufatura, o volume de novas firmas é mais elevado do que na indústria. A contribuição da entrada de novas firmas foi negativa e correspondeu a 73% da variação total. O efeito de entrada reforçou o efeito seleção e aprendizado que também foram negativos, indicando que tanto as mudanças internas às firmas contínuas

quanto às mudanças de *market-share* contribuíram negativamente para o crescimento da produtividade. O efeito da saída de firmas, por sua vez, teve impacto positivo.

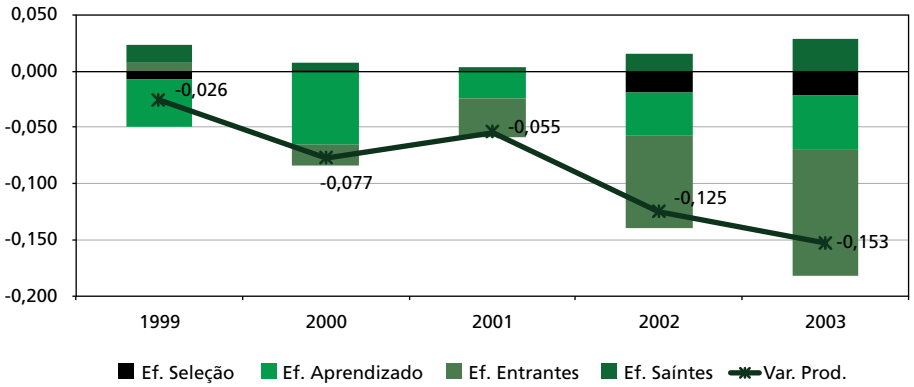
TABELA 5
Decomposição da variação da produtividade do trabalho no setor de serviços. Período 1998-2003, ano-base 1998

				Decomposição de efeitos			
C	*N*	*S*	ΔZ	Ef. sel.	Ef. ap.	Ef. entrada	Ef. saída
12,495	18,978	9,270	**-0,153**	-0,021	-0,049	-0,112	0,029
			-100%	**-14%**	**-32%**	**-73%**	**19%**

Elaboração dos autores, a partir de dados da PAS-IBGE.

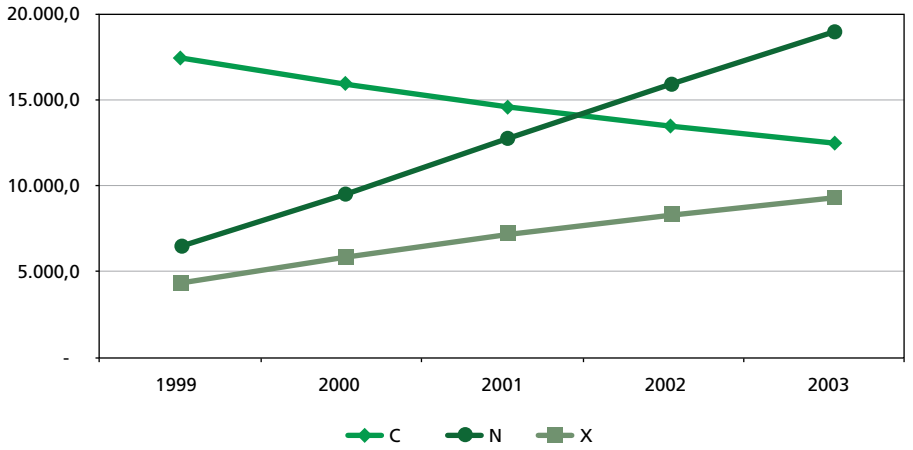
Em termos temporais, o gráfico 7 mostra como o efeito negativo das entrantes se concentra nos anos de 2002 e 2003, justamente quando o número de entrantes supera o número de empresas contínuas.

GRÁFICO 7
Decomposição da variação da produtividade do setor de serviço. 1999 a 2003, com ano-base 1998



Elaboração dos autores, a partir de dados da PAS-IBGE.

GRÁFICO 8
Serviços: variação do número de empresas contínuas (*C*), entrantes (*N*) e saintes (*X*), com ano-base 1998



Elaboração dos autores, a partir de dados da PAS-IBGE.

Considerando agora a decomposição em dois níveis, é possível verificar como o efeito de entrada e saída de firma é atenuado, uma vez que parte do impacto negativo é transferido para o efeito de seleção entre os setores. A entrada de novas firmas no mesmo setor CNAE a dois dígitos respondeu por 45% da queda de produtividade no período, enquanto a saída representou uma contribuição positiva de 13%. Já o efeito de seleção de 36% indica que o aumento de participação de setores com variação abaixo da média teve impacto importante sobre o resultado total. Por sua vez, a seleção de firmas dentro do setor teve um pequeno impacto positivo.

TABELA 6
Decomposição hierárquica da variação da produtividade do trabalho do setor de serviços. Período 1998-2003, ano-base 1998

	Decomposição em dois níveis				
	Ef. sel. entre os setores	Efeitos ponderados e agregados			
ΔZ		Ef. sel. setorial	Ef. ap. setorial	Ef. ent setorial	Ef. saída setorial
-0,148	-0,053	0,002	-0,049	-0,067	0,019
-100%	-36%	1%	-33%	-45%	13%

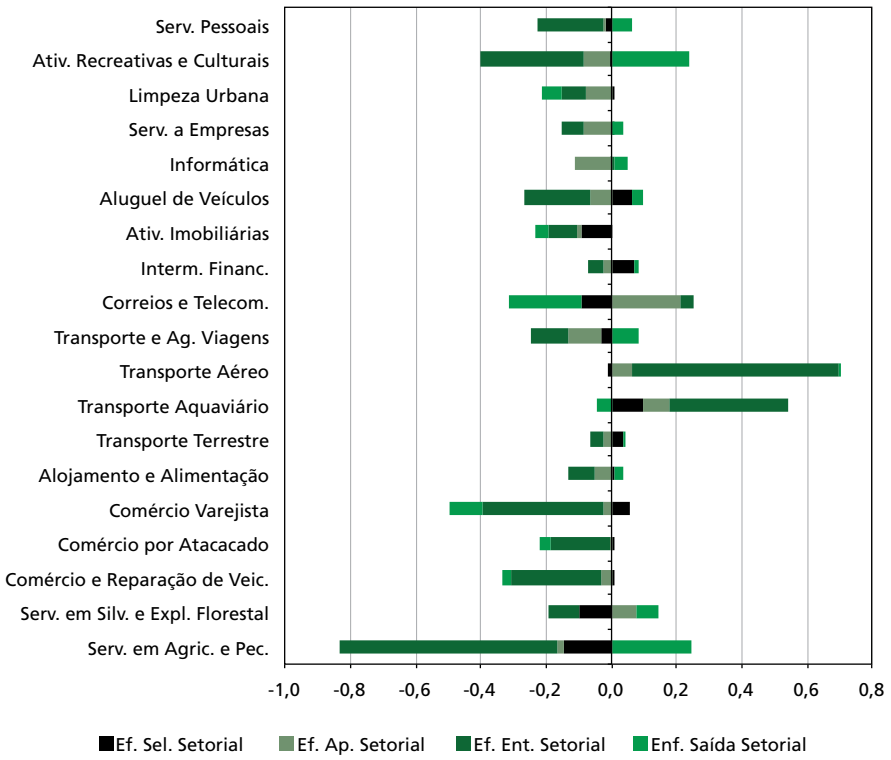
Elaboração dos autores, a partir de dados da PAS-IBGE.

A abertura de informações por setor mostra que no primeiro período, a maioria dos setores teve queda de produtividade. As três exceções, em conjunto, não passaram do 1,5% de participação do mercado. Destes três setores, destaca-se

o setor de *transporte aéreo* que mostrou um ganho de produtividade significativo e um aumento de PO em mais de 178% e produtividade alavancada principalmente pelos efeitos de aprendizado e de entrada de firmas, com produtividade acima da média do setor. Os maiores setores – *serviços a empresas*, *transporte terrestre* e *alojamento e alimentação*, responsáveis por 76,2% do mercado em 2003 – mostraram queda na produtividade, sendo impactados principalmente via os efeitos de aprendizado e de entrada.

Em geral os efeitos de entrada foram negativos, com exceção de *transporte aquaviário*, *transporte a*éreo e *correio e telecomunicações*. Interessante perceber como no setor de serviços, a saída de firmas teve impacto negativo em vários setores. Finalmente cabe destacar como o efeito interno às firmas também teve efeito majoritariamente negativo, com situação contrária ocorrendo em apenas quatro setores.

GRÁFICO 9
Serviços: decomposição setorial dos efeitos de seleção, aprendizado, entrada e saída. 1998 a 2003, ano-base 1998



Elaboração dos autores, a partir de dados da PAS-IBGE.

4.3.2 Período 2003-2011

O período 2003-2011 mostrou um comportamento bastante distinto em relação ao observado no período anterior, com um crescimento de produtividade de 22%. Como pode ser observado na tabela 7, a saída de firmas foi o componente que teve maior contribuição para o crescimento da produtividade, mantendo, porém, o mesmo sentido do período anterior. No caso dos demais componentes, o sentido da contribuição se inverteu. A entrada de novas firmas passou a ter um efeito positivo, contribuindo com 23% da variação total. Em relação às firmas contínuas, o efeito de aprendizado teve contribuição de 28%, enquanto o efeito de seleção das firmas mais produtivas contribuiu com 6%.

TABELA 7
Decomposição da variação da produtividade do trabalho no setor de serviços. Período 2003-2011, ano-base 2003

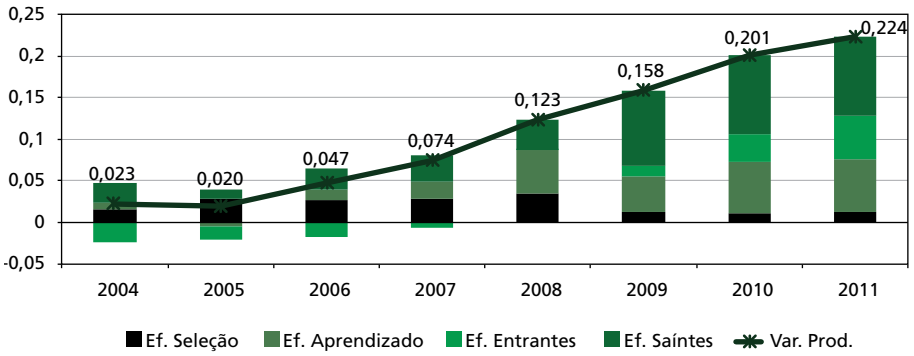
				EP em dois níveis			
C	*N*	*S*	ΔZ	Ef. sel.	Ef. ap.	Ef. entrada	Ef. saída
16,170	41,815	15,301	**0,224**	0,013	0,064	0,052	0,095
			100%	**6%**	**28%**	**23%**	**42%**

Elaboração dos autores, a partir de dados da PAS-IBGE.

O gráfico 10 permite ver como o efeito de entrada foi se tornando mais positivo ao longo do período, podendo ser atribuído tanto a um aprendizado das empresas que entraram no início do período até 2011 quanto ao fato de as entrantes mais ao final do período passarem a ter maior produtividade média. A contribuição da saída de firmas também apresenta um crescimento importante ao longo do período, apesar do número de firmas saintes apresentar certa estabilidade a partir de 2007, o que indica que as firmas que deixaram o painel passaram a ter um diferencial de produtividade maior em relação ao início do período.

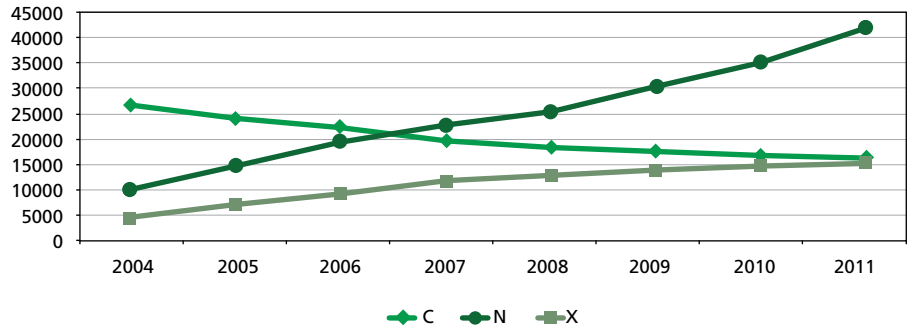
Os efeitos de entrada e saída positivos acompanham a tendência de aumento da importância do efeito aprendizado, que também começa a aumentar em 2007. Finalmente, o efeito seleção positivo diminui ao longo do tempo.

GRÁFICO 10
Decomposição da variação da produtividade do setor de serviço. 2004 a 2011, ano-base 2003



Elaboração dos autores, a partir de dados da PAS-IBGE.

GRÁFICO 11
Serviços: Variação do número de empresas contínuas (*C*), entrantes (*N*) e saintes (*X*). 2004 a 2011, ano-base 2003



Elaboração dos autores, a partir de dados da PAS-IBGE.

Utilizando a decomposição hierárquica, as principais mudanças observadas são o aumento da importância positiva da entrada setorial que praticamente se iguala ao efeito de saída. Também digno de nota é o aumento do efeito de seleção setorial que passa a contribuir com 22% do aumento total. Ou seja, considerando a concorrência setorial, pode-se dizer que as firmas com maior crescimento de produtividade tiveram maior aumento de participação. Por sua vez, os setores que tiveram aumento de *market-share* foram os que tiveram crescimento abaixo da média, resultando em um efeito de seleção entre os setores de 7% negativo.

TABELA 8
Decomposição hierárquica da variação da produtividade do trabalho no setor de serviços. Período 1998-2003, ano-base 1998

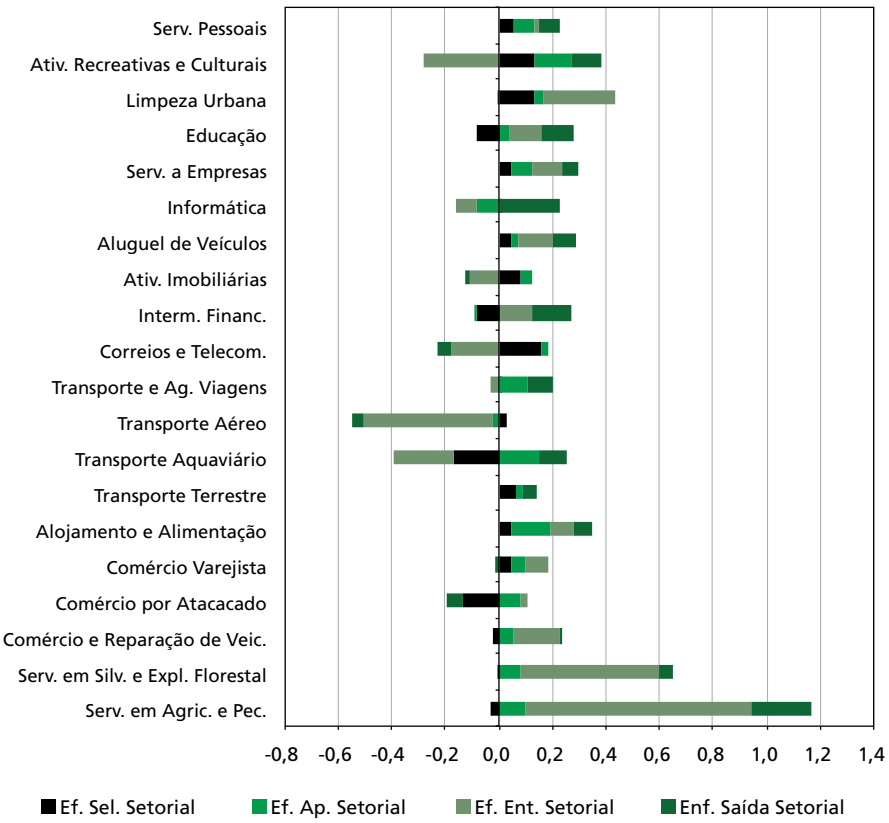
	EP em dois níveis				
	Ef. sel. entre os setores	Efeitos ponderados e agregados			
ΔZ		Ef. sel. setorial	Ef. ap. setorial	Ef. ent setorial	Ef. saída setorial
0,223	-0,015	0,050	0,064	0,062	0,062
100%	-7%	22%	29%	28%	28%

Elaboração dos autores, a partir de dados da PAS-IBGE.

Analisando as informações setoriais, é possível perceber como a maior parte dos setores apresentou aumento de produtividade. Em geral, o efeito de aprendizado foi positivo para a grande maioria dos setores, assim como o efeito de saída de firmas. Já os efeitos de entrada e saída apresentaram maior variação intersetorial, embora também tenha predominado efeitos positivos.

Individualmente, podem ser destacados os setores os *serviços em agricultura e pecuária* e *serviços em silvicultura e exploração florestal*, embora tenham participação pequena no total. Já os setores de *alojamento e alimentação* e *serviços às empresas* tiveram aumento importante e são setores com grande participação no total. Chama atenção também a reversão observada nos setores de *transporte aéreo* e *transporte aquaviário* que no período anterior tinham sido dos poucos setores com elevação da produtividade.

GRÁFICO 12
Serviços: decomposição setorial dos efeitos de seleção, aprendizado, entrada e saída. 2004 a 2011, ano-base 2003



Elaboração dos autores, a partir de dados da PAS-IBGE.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou analisar a evolução da produtividade a partir de uma ótica microeconômica com fundamentos evolucionários. A decomposição utilizada permitiu incorporar questões relacionadas à geração de variações e ao processo seletivo subjacente ao movimento de firmas e mercados que estão por trás do movimento agregado da produtividade.

Um primeiro aspecto que se destacou nos resultados encontrados no trabalho foi a importância dos efeitos de entrada e saída para a variação da produtividade. De um lado, isto confirma a literatura internacional, que enfatiza o fato de que as mudanças agregadas de produtividade envolvem turbulências associadas ao surgi-

mento de novas firmas, mas também à saída de várias delas do mercado. Trata-se de um processo que gera, mas também consome variedade por este mecanismo.

No entanto, os dados observados para o Brasil se destacam pela predominância dos efeitos negativos relacionados à entrada de novas firmas. Nos estudos internacionais em geral, o sinal encontrado é positivo, dado que as firmas novas trazem algum grau de contribuição favorável à produtividade industrial. No caso brasileiro, o resultado divergente pode estar relacionado ao grande diferencial existente entre os níveis de produtividade associados geralmente ao tamanho da firma. As firmas maiores apresentam produtividade muito elevada, resultado dos efeitos de escala, mas também provavelmente da maior facilidade de acesso a insumos, crédito e mão de obra qualificada. Ao mesmo tempo, coexiste um conjunto relativamente grande de firmas com produtividade baixa nos estratos inferiores de tamanho, fato que provavelmente facilita a entrada de novas firmas, também com produtividade baixa, influenciando negativamente a variação da produtividade. Nesse sentido, a heterogeneidade estrutural é um fator que pode explicar a diferença para o resultado da entrada de firmas encontrada no caso brasileiro em relação aos demais estudos internacionais.

Outro aspecto importante a ser destacado está relacionado às diferenças entre os dois períodos analisados. Na indústria, o período 1996-2003 foi marcado pela queda na produtividade, com efeitos negativos tanto do ponto de vista dos efeitos de aprendizado das firmas contínuas quanto das firmas entrantes. Em termos dos efeitos de seleção, a seleção observada ao nível intrassetorial foi ligeiramente positiva, mas o efeito de seleção entre os setores foi bastante negativo. Já o processo de seleção via exclusão de firmas menos produtivas foi o fator que teve o impacto mais positivo no primeiro período. O crescimento da produtividade mostrado no segundo período (2003-2011), por sua vez, teve um peso muito maior do efeito de aprendizado interno às firmas, em especial a partir de 2008 e com maior magnitude em 2010 e 2011. A concentração dos efeitos nesses últimos anos permite levantar a hipótese de que as firmas contínuas conseguiram aproveitar as medidas anticíclicas de estímulo à demanda e à produção para alavancar a produtividade. No entanto, são necessários estudos mais detalhados para confirmar esta hipótese.

Os efeitos de seleção dentro do setor também foram positivos, indicando que a mudança estrutural ao longo do segundo período foi muito mais positiva, uma vez que firmas mais produtivas dentro do setor, assim como setores mais produtivos dentro da indústria, ganharam participação de mercado. A maior mudança, contudo, pode ser notada em termos dos efeitos de entrada e saída, que em termos líquido passou a ter efeito positivo. Por um lado, o efeito de saída se tornou muito mais importante em relação ao período anterior, o que indica um efeito de *subset*

selection, isto é, de exclusão de firmas menos produtivas muito mais intenso. Além disso, o efeito de entrada se tornou menos negativo, o que significa que embora ainda prevaleça a entrada de firmas com produtividade abaixo da média, seu efeito negativo foi bastante atenuado. As evidências apontam, portanto, para o fato de que os efeitos de entrada e saída reforçam o sentido da variação da produtividade dos movimentos internos de aprendizado das firmas contínuas.

A análise do setor de serviços também aponta para uma tendência parecida. Embora os resultados para os serviços devam ser tomados com a devida cautela em razão da questão de os dados terem sido deflacionados por um único índice de preços e da própria dificuldade de interpretar a produtividade no setor de serviços, é importante destacar que enquanto no primeiro período verificou-se queda na produtividade, o segundo foi marcado pelo aumento.

A sincronia geral do comportamento agregado da indústria e dos serviços merece alguma atenção. Apesar de serem setores que, teoricamente, deveriam ter dinâmicas muito diferentes devido às características distintas, como exposição à concorrência internacional e formas de incorporação de economias de escala e de inovações, o movimento geral ao longo do ciclo econômico foi bastante semelhante. Este fato pode apontar para a existência de interações importantes entre a indústria e os serviços, o que significa dizer que pensar em uma mudança estrutural ampla com crescimento dos serviços substituindo o crescimento da indústria talvez seja prematuro. Aqui, novamente, mais informações são necessárias, em especial para entender de maneira mais profunda a dinâmica dos vários segmentos do setor de serviços.

Finalmente, quanto à decomposição da evolução da produtividade no setor de serviços, observa-se que, da mesma maneira que na indústria, no primeiro período, os efeitos de aprendizado foram negativos, assim como os efeitos de entrada líquida e os efeitos de seleção intersetorial. Apenas os efeitos de seleção intrassetorial foram ligeiramente positivos. No segundo período, porém, o componente que teve comportamento mais destacado foi o efeito de entrada setorial, que passou a ter efeito positivo. Ou seja, no setor de serviços, diferentemente do setor industrial, a entrada de novas firmas passou a ter efeito marginal positivo. Este efeito ocorreu a despeito do volume de entrada ter sido muito maior relativamente no setor de serviços do que na indústria. Os efeitos de seleção intrassetorial e o aprendizado setorial também tiveram impacto positivo, enquanto o efeito de seleção intersetorial foi negativo.

REFERÊNCIAS

ALCHIAN, A. Uncertainty, evolution, and economic theory. **Journal of Political Economy**, n. 58, p. 211-221, jun. 1950.

ANDERSEN E. S. Population thinking, Price's equation and the analysis of economic evolution. **Evolutionary and Institutional Economics Review**, n. 1, p.127-148, 2004.

BAUMOL, W. J. Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis. **The American Economic Review**, v.57, n. 3 (Jun., 1967), p. 415-426.

BONELLI, R.; BACHA, E. L. Crescimento brasileiro revisitado. In: VELOSO, F. *et al*. **Desenvolvimento econômico**: uma perspectiva brasileira. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

BOWLES, S. **Microeconomics**: behaviour, institutions and evolution. Princeton: Princeton University Press, 2004.

CAMPBELL, D. Variation, selection and retention in sociocultural evolution. In: BARRINGER, H.; BLANKSTEN, G.; MACK, R. (Ed.). **Social change in developing areas: a reinterpretation of evolutionary theory**. Cambridge MA: Schenkman, 1965.

CANÊDO-PINHEIRO, M.; BARBOSA FILHO, F. d. H. Produtividade e convergência entre estados brasileiros: exercícios de decomposição setorial. **Economia Aplicada**, v.15, n.3, p. 417-442, 2011.

CANTNER, U.; KRUGER, J. J. Micro-heterogeneity and aggregate productivity development in the german manufacturing sector. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 18, n. 2, p. 119-133, 2008.

CAVALCANTE, L. R., DE NEGRI, F. (2014) "Produtividade no Brasil: Uma análise no período recente." Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, TD 1955, 1-35.

DAWKINS, R. Universal darwinism. In: BENDALL, D. (Ed.). **Evolution from molecules to man**. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

ANDRADE J. P. de; RIBEIRO, E. P. Crescimento da produtividade no Brasil no setor de serviços e da indústria: dinâmica e heterogeneidade. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 61., 2014, [S.l.]. **Anais...** [S.l]: Anpec, 2014. p. 1-21.

DISNEY, R.; HASKEL, J.; HEDEN, Y. Restructuring and productivity growth in UK manufacturing. **The Economic Journal**, v. 113, n. 489, p. 666-694, 2003.

ENKE, S. On maximizing profits: a distinction between Chamberlin and Robinson. **The American Economic Review**, v. 41, n. 4, p. 566-578, set. 1951.

FERREIRA, P. C; ELLERY JR, R.; GOMES V. Produtividade agregada brasileira (1970-2000): declínio robusto e fraca recuperação. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 31-53, 2008.

FISHER, R. A. **The genetical theory of natural selection**. Oxford: Oxford University Press, 1930.

FOSS, N. J. The biological analogy and the theory of the firm: Marshall and monopolistic competition. In: HODGSON, G. M. *The* **foundations of evolutionary economics**: 1890-1973. Cheltenham: Edward Elgar, 1998.

FOSTER, L.; HALTIWANGER, J.; KRIZAN, C. J. Aggregate productivity growth: lessons from microeconomic evidence. **NBER Working Paper Series**, n. 6803, 1998.

FRANK, S. George Price's contribution to evolutionary genetics. **Journal of Theoretical Biology**, n. 175, p. 373-388, 1995.

FRIEDMAN, M. **Essays in positive economics**. Chicago: Chicago University Press, 1953.

HAYEK, F. A. Degrees of explanation. **The British Journal for the Philosophy of Science**, v. 6, n. 23, p. 209-225, 1955.

HODGSON, G. The mecca of Alfred Marshall. **Economic Journal**, n. 103, p. 406-15, 1993.

_____. Darwinism in economics: from analogy to ontology. **Journal of Evolutionary Economics**, v.12, n. 3, p. 259-281, 2002.

_____. Darwinism, causality and the social sciences. **Journal of Economic Methodology**, v. 11, n. 2, p. 175-194, 2004.

_____. A response to Christian Cordes and Clifford Poirot. **Journal of Economic Issues**, v. 41, n. 1, p. 265-276, 2007.

HODGSON, G.; KNUDSEN, T. Why we need a generalized darwinism and why a generalized darwinism is not enough. **Journal of Economic Behavior**, v. 61, n. 1, p. 1-19, 2006.

_____. **Darwin's conjecture**. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

HOLM, J. R. **Applying Price's equation in empirical research**. Paper presented at LEM Seminar Series, n. 10, Pisa, Italia, 2010.

KNUDSEN, T. General selection theory and economic evolution: the Price equation and the replicator/interactor distinction. **Journal of Economic Methodology**, v. 11, n. 2, p.147-173, 2004.

MARSHALL, A. **Principles of economics**. 8. ed. Londres: Macmillan, 1890.

METCALFE, J. S. Competition, Fisher's principle and increasing returns in the selection process. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 4, n. 4, p. 327-346, 1994.

_____. **Evolutionary economics and creative destruction**. London; New York: Routledge, 1998.

_____. Evolutionary approaches to population thinking and the problem of growth and development. **Evolutionary Economics: Program and Scope**, n.74, p. 141-164, 2001. (Recent Economic Thought Series, Springer Netherlands).

METCALFE, J. S.; RAMLOGAN, R. Creative destruction and the measurement of productivity change. **Revue de l'OFCE**, v. 95, n. 5, p. 373-397, 2006.

MICHOD, R. **Darwinian dynamics**. Princeton: Princeton University Press, 1999.

NELSON, R.; WINTER, S. **An evolutionary theory of economic change.** Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

PORCILE, G. e CATELA, E. Y. A. da Silva (2014) Heterogeneidade estrutural na produtividade das firmas brasileiras: uma análise para o período 2000-2008. Anais do XL Encontro Nacional de Economia, p. 1-21.

POSSAS, M. (1999). Demanda efetiva, investimento e dinâmica a atualidade de Kalecki para a teoria macroeconômica. R. Econ. Contemp, Rio de Janeiro 3 (2), p. 17-43.

POSSAS, M. L. *et al.* Um modelo evolucionário setorial. **Revista Brasileira de Economia**, v. 55, n. 3, p. 333-377, 2001.

PRADO, E. Microeconomia reducionista e microeconomia sistêmica. **Nova Economia**, v. 16, n. 2, p. 303-322, 2006.

_____. **Reducionismo e Dialética**. 2010. Disponível em: <http://eleuterioprado.files.wordpress.com/2010/07/baixar-texto-212.pdf>. Acesso em: 2 fev. 2014.

PRICE, G. R. Selection and covariance. **Nature**, n. 227, p. 520-521, 1970.

_____. Extension of covariance selection mathematics. **Annals of Human Genetics**, n. 35, p. 485-490, 1972.

_____. The nature of selection. **Journal of Theoretical Biology**, v.175, n. 3, p.389-396, 1995.

ROCHA, F. Produtividade do trabalho e mudança estrutural das indústrias extrativa e de transformação brasileira, 1970-2001. **Revista de Economia Política**, v. 27, n. 2, p. 221-241, 2007.

SAFARZYŃSKA, K.; VAN DEN BERGH, J. C. J. M. Evolutionary models in economics: a survey of methods and building blocks. **Journal of Evolutionary Economics**, v. 20, n. 3, p. 329-373, 2010.

SCARPETTA, S. *et al.* The role of policy and institutions for productivity and firm dynamics: evidence from micro and industry data. **OECD Economics Department Working Papers**, n. 329, 2002.

SILVERBERG, G.; DOSI, G.; ORSENIGO, L. Innovation, diversity and diffusion: a self-organizing model. **Economic Journal**, n. 98, p. 1032-1054, 1988.

SOLOW, R. A Contribution to the theory of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.

VEBLEN, T. B. Why is economics not an evolutionary science? **The Quarterly Journal of Economics**, v. 4, n. 12, p. 373-397, 1898.

WINTER, S. economic "natural" selection and the theory of the firm. In: HODGSON, Geoffrey M. **The Foundations of Evolutionary Economics**: 1890-1973. Cheltenham: Edward Elgar, 1998.

ZINOVYEVA, N. Multilevel population thinking: the history and the use of he concept in economics. **DRUID Working Paper**, n. 04-08, p. 1-21, 2004.

APÊNDICE

TABELA A1
Resultados da decomposição para a indústria. 1996 a 2003, ano-base 1996

CNAE 2	*n_C*	*n_E*	*n_S*	*DZj*	*Z'j*	*Zj*	*X'j*	*Xj*	*Wj*	*s'j*	Ef. sel. entre os setores	Ef. sel. setorial	Ef. ap. setorial	Ef. ent setorial	Ef. saída setorial
10	9	8	6	0,054	4,353	4,299	3848	3887	0,990	0,001	0,000	47%	274%	-302%	82%
11	4	20	4	0,414	4,891	4,502	9326	1557	5,990	0,002	0,001	-1%	8%	102%	-9%
13	30	15	40	0,407	6,754	6,347	27807	31079	0,895	0,006	-0,003	4%	85%	-17%	28%
14	279	237	217	-0,751	3,554	4,305	35917	34643	1,037	0,008	0,000	-2%	-64%	-47%	12%
15	1529	1842	1338	-0,323	3,928	4,251	870846	777794	1,120	0,198	0,000	7%	-48%	-51%	-8%
16	18	15	10	0,021	4,881	4,859	17857	21373	0,835	0,004	-0,001	-1229%	1986%	-1120%	463%
17	580	664	468	-0,178	0,345	0,363	229829	246284	0,933	0,052	0,005	37%	-38%	-122%	24%
18	817	2532	1290	-0,111	2,283	2,394	263213	222913	1,181	0,060	-0,009	-33%	9%	-203%	127%
19	497	1185	653	-0,065	2,924	2,990	307918	234705	1,312	0,070	-0,014	112%	-26%	-314%	128%
20	522	1068	587	0,094	3,416	3,322	146257	110770	1,320	0,033	-0,005	-26%	119%	-113%	121%
21	377	334	235	-0,269	4,272	4,540	118130	120738	0,978	0,027	-0,001	15%	-19%	-99%	3%
22	400	511	373	-0,711	4,269	4,983	118005	127561	0,925	0,027	-0,004	1%	-52%	-56%	7%
23	165	37	53	-0,394	4,958	5,351	157118	161071	0,975	0,036	-0,005	-22%	-81%	-24%	26%
24	768	822	423	-0,415	4,737	5,152	273989	254605	1,076	0,062	-0,001	3%	-36%	-72%	5%
25	823	1174	595	-0,456	3,833	4,289	222539	194285	1,145	0,051	0,000	-3%	-46%	-69%	18%
26	955	1055	638	-0,343	3,557	3,900	187540	179929	1,042	0,043	0,000	11%	-41%	-87%	17%
27	289	299	187	-0,083	5,176	5,240	157299	154620	1,017	0,036	-0,003	-14%	112%	-226%	28%
28	858	1370	780	-0,339	3,891	4,230	209302	184877	1,132	0,048	0,000	6%	-39%	-91%	24%
29	951	1061	740	-0,170	4,212	4,382	293981	274142	1,072	0,067	0,000	-10%	-20%	-111%	40%
30	27	51	48	1,127	3,622	2,495	15540	10096	1,539	0,004	-0,002	12%	28%	67%	-7%
31	328	348	252	-0,146	4,306	4,453	125033	121478	1,029	0,028	0,000	-30%	38%	-156%	48%
32	113	160	135	0,051	3,828	3,776	61447	76253	0,806	0,014	0,002	-324%	191%	44%	189%
33	149	174	125	-0,142	4,372	0,452	52463	38357	1,368	0,012	0,001	23%	-57%	-124%	57%
34	420	382	347	0,039	4,582	4,543	250210	267001	0,937	0,057	-0,003	-161%	177%	-124%	207%
35	84	129	90	0,465	4,294	3,829	55767	32561	1,713	0,013	-0,002	20%	62%	-12%	29%
36	788	1179	810	-0,119	0,326	3,384	180134	160537	1,122	0,041	-0,001	-7%	-4%	-217%	128%

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA-IBGE.

TABELA A2
Resultados da decomposição para a indústria. 2003 a 2011, ano-base 2003

CNAE 2	*n_C*	*n_E*	*n_S*	*DZj*	*Z'j*	*Zj*	*X'j*	*Xj*	*Wj*	*s'j*	Ef. sel. entre os setores	Ef. sel. setorial	Ef. ap. setorial	Ef. ent setorial	Ef. saída setorial
10	10	4	7	-0,227	4,126	4,353	5484	3848	1,425	0,001	0,000	46%	-182%	-28%	63%
11	20	51	4	0,189	5,080	4,947	35144	8522	4,124	0,005	0,003	-6%	118%	-17%	5%
13	20	65	25	-0,505	6,249	6,770	76533	27560	2,777	0,012	0,015	9%	-37%	-80%	9%
14	315	382	201	0,664	4,219	3,554	55766	35917	1,553	0,009	0,000	1%	51%	27%	21%
15	1856	2648	1515	0,167	4,095	3,928	1408786	870846	1,618	0,215	0,000	34%	35%	11%	20%
16	21	8	12	0,581	5,462	4,881	17195	17812	0,965	0,003	-0,001	115%	-21%	2%	4%
17	736	871	508	0,187	3,637	3,450	262904	229829	1,144	0,040	0,006	5%	83%	-33%	45%
18	1411	3638	1938	0,580	2,863	2,283	416768	263213	1,583	0,064	-0,006	4%	38%	24%	34%
19	657	1459	1025	0,371	3,295	2,924	352050	307918	1,143	0,054	0,016	21%	54%	-5%	30%
20	559	724	1031	0,062	3,478	3,416	120079	146257	0,821	0,018	0,007	241%	-233%	-154%	245%
21	444	439	267	0,240	4,512	4,272	152761	118102	1,293	0,023	-0,001	52%	75%	-35%	9%
22	273	419	636	-0,109	4,134	4,269	69720	118005	0,591	0,011	-0,005	-132%	281%	-214%	-35%
23	147	102	55	-0,198	4,761	4,958	296532	157042	1,888	0,045	0,010	24%	-111%	-95%	81%
24	987	831	603	0,072	4,809	4,737	366241	273792	1,338	0,056	-0,005	49%	27%	-122%	146%
25	1231	1583	766	0,113	3,946	3,833	353026	222539	1,586	0,054	0,000	20%	53%	-104%	131%
26	1274	1596	736	0,250	3,808	3,558	293527	187385	1,566	0,045	-0,001	1%	109%	-20%	11%
27	392	392	196	-0,333	4,844	5,176	214512	157299	1,364	0,033	-0,004	12%	-78%	-42%	9%
28	1340	2266	888	0,075	3,966	3,891	380006	209211	1,816	0,058	0,000	1%	90%	-160%	170%
29	1243	1718	769	0,119	4,332	4,212	479992	294113	1,632	0,073	0,002	-11%	103%	-50%	58%
30	35	102	43	0,902	4,524	3,622	44213	15540	2,845	0,007	-0,001	-49%	97%	27%	24%
31	425	633	249	-0,119	4,188	4,314	236305	124692	1,895	0,036	0,003	-36%	-28%	-98%	62%
32	156	202	117	0,710	4,538	3,828	93726	61447	1,525	0,014	0,000	28%	42%	9%	22%
33	214	272	107	-0,106	4,266	4,372	63255	52442	1,206	0,010	-0,001	39%	-29%	-112%	2%
34	544	496	256	0,288	4,868	4,582	410478	249325	1,646	0,063	0,004	7%	90%	-23%	26%
35	124	213	89	0,315	4,609	4,294	100541	55767	1,803	0,015	0,001	10%	74%	36%	-21%
36	996	1411	971	0,356	3,620	3,264	249156	180134	1,383	0,038	0,002	8%	45%	-11%	58%

Elaboração dos autores, a partir de dados da PIA-IBGE.

TABELA A3
Resultados da decomposição para os serviços. 1998 a 2003, ano-base 1998

CNAE 2	*n_C*	*n_E*	*n_S*	*DZj*	*Z'j*	*Zj*	*X'j*	*Xj*	*Wj*	*s'j*	Ef. sel. entre os setores	Ef. sel. setorial	Ef. ap. setorial	Ef. ent setorial	Ef. saída setorial
1	35	276	78	-0,588	2,042	2,630	21683	8158	2,658	0,60%	0,002	-24,6%	-3,8%	-113,1%	41,5%
2	25	209	40	-0,051	2,744	2,794	14417	3043	4,738	0,40%	0,000	-189,5%	145,6%	-197,3%	141,2%
22	--	3	--	--	3,565	--	85	--	--	--	0,002	--	--	--	--
50	105	529	193	-0,331	3,048	3,379	18195	8612	2,113	0,50%	0,000	0,3%	-9,1%	-84,2%	-7,0%
51	45	179	106	-0,215	3,353	3,569	8797	7382	1,192	0,24%	0,000	1,1%	-1,3%	-83,9%	-15,9%
52	29	170	67	-0,436	3,080	3,516	6430	3148	2,043	0,18%	0,000	13,1%	-5,8%	-85,0%	-22,3%
55	3896	4783	2255	-0,095	3,251	3,346	443445	304509	1,456	12,28%	0,001	7,4%	-57,6%	-80,8%	30,9%
60	2743	2236	1443	-0,030	3,793	3,824	772050	718388	1,075	21,38%	-0,021	114,1%	-78,2%	-136,5%	0,6%
61	58	37	26	0,498	4,961	4,463	16971	7993	2,123	0,47%	-0,002	18,8%	16,4%	73,2%	-8,4%
62	18	33	14	0,697	5,987	5,354	15098	5414	2,789	0,42%	0,014	-1,4%	9,3%	90,3%	1,7%
63	638	1001	568	-0,167	3,678	3,845	167744	110315	1,521	4,65%	0,002	-18,9%	-60,6%	-69,4%	48,8%
64	142	524	211	-0,066	4,504	4,569	187356	183122	1,023	5,19%	-0,008	-144,8%	325,9%	53,6%	-334,7%
67	117	225	135	0,012	4,194	4,181	16853	15947	1,057	0,47%	0,004	555,0%	-217,0%	-369,9%	132,0%
70	385	418	340	-0,232	3,341	3,573	45587	38749	1,176	1,26%	0,000	-38,3%	-6,1%	-38,6%	-17,0%
71	163	437	235	-0,169	3,772	3,942	38423	29202	1,316	1,06%	0,003	39,0%	-38,2%	-119,2%	18,5%
72	280	795	231	-0,063	4,152	4,215	139499	87382	1,596	3,86%	0,004	-0,4%	-181,7%	11,6%	70,5%
74	2851	5023	2630	-0,117	2,851	2,968	1497400	1023252	1,463	41,47%	-0,010	2,0%	-72,3%	-60,2%	30,6%
80	--	678	--	--	2,805	--	24273	--	--	0,67%	-0,001	--	--	--	--
90	57	182	66	-0,210	3,125	3,335	58834	43393	1,356	1,63%	-0,001	0,3%	-38,7%	-34,7%	-26,9%
92	640	667	439	-0,166	3,899	4,065	80538	73605	1,094	2,23%	-0,002	-4,7%	-47,2%	-192,2%	144,2%
93	268	573	193	-0,163	2,822	2,984	36821	20087	1,833	1,02%	0,000	-9,5%	-7,5%	-121,7%	38,7%

Elaboração dos autores, a partir de dados da PAS-IBGE.

TABELA A4
Resultados da decomposição para a Indústria. 2003 a 2011, ano-base 2003

CNAE 2	*n_C*	*n_E*	*n_S*	*DZj*	*Z'j*	*Zj*	*X'j*	*Xj*	*Wj*	*s'j*	Ef. sel. entre os setores	Ef. sel. setorial	Ef. ap. setorial	Ef. ent setorial	Ef. saída setorial
1	68	518	243	1,133	3,175	2,042	29974	21683	1,382	0,42%	0,002	-3,0%	8,4%	75,1%	19,5%
2	42	151	192	0,638	3,382	2,744	32206	14417	2,234	0,45%	0,000	-1,5%	13,3%	80,7%	7,5%
22		716	3	0,968	4,533	3,565	75328	85		1,06%	0,002	--	--	--	--
50	226	1087	405	0,213	3,265	3,052	46898	18127	2,587	0,66%	0,000	-10,6%	26,8%	78,7%	5,1%
51	26	11	198	-0,094	3,259	3,353	2262	8797	0,257	0,03%	0,000	-143,8%	83,4%	25,4%	-65,0%
52	65	464	134	0,176	3,255	3,080	21894	6430	3,405	0,31%	0,000	27,5%	29,1%	49,3%	-5,9%
55	5167	10152	3512	0,347	3,598	3,251	831911	443445	1,876	11,66%	0,001	13,9%	41,1%	25,8%	19,2%
60	2942	4858	2035	0,142	3,935	3,794	1187977	771961	1,539	16,65%	-0,021	46,3%	17,0%	0,8%	35,9%
61	54	58	41	-0,144	4,817	4,961	23360	16971	1,376	0,33%	-0,002	-116,7%	106,2%	-157,3%	67,9%
62	26	52	25	-0,520	5,467	5,995	68434	14862	4,605	0,96%	0,014	5,5%	-3,8%	-94,0%	-7,7%
63	918	1981	721	0,171	3,849	3,678	365941	167744	2,182	5,13%	0,002	4,4%	57,9%	-19,1%	56,8%
64	274	992	392	-0,047	4,457	4,504	318959	187356	1,702	4,47%	-0,008	339,4%	56,4%	-382,2%	-113,5%
67	156	510	186	0,182	4,376	4,194	66422	16853	3,941	0,93%	0,004	-45,3%	-1,2%	66,2%	80,2%
70	353	1159	450	-0,002	3,339	3,341	100216	45587	2,198	1,40%	0,000	4406,7%	2283,5%	-6042,5%	-747,8%
71	287	1540	313	0,289	4,062	3,772	117961	38423	3,070	1,65%	0,003	15,3%	11,0%	43,3%	30,4%
72	483	2126	594	0,068	4,222	4,154	312414	139617	2,238	4,38%	0,004	6,9%	-117,6%	-114,4%	325,0%
74	3562	11033	4312	0,295	3,146	2,851	3097298	1497400	2,068	43,40%	-0,010	15,6%	25,8%	38,1%	20,5%
80	286	1241	393	0,195	3,000	2,805	55326	24275	2,279	0,78%	-0,001	-42,0%	20,9%	61,4%	59,7%
90	114	398	125	0,428	3,553	3,125	158431	58834	2,693	2,22%	-0,001	30,9%	7,9%	62,7%	-1,4%
92	662	1322	645	0,101	3,999	3,899	128066	80526	1,590	1,79%	-0,002	130,2%	139,3%	-280,1%	110,6%
93	459	1143	382	0,227	3,048	2,822	76201	36821	2,069	1,07%	0,000	25,3%	32,7%	9,2%	32,7%

Elaboração dos autores, a partir de dados da PAS-IBGE.

CAPÍTULO 19

CONSENSOS E DISSENSOS SOBRE A EVOLUÇÃO DA PRODUTIVIDADE NA ECONOMIA BRASILEIRA*

Luiz Ricardo Cavalcante**
Fernanda De Negri***

1 INTRODUÇÃO

Ainda que se configure um aparente consenso sobre a importância da produtividade e sobre suas reduzidas taxas de crescimento no Brasil no período recente, as relações de causalidade entre essa variável e o crescimento econômico podem resultar em debates intensos. De fato, há teorias por vezes antagônicas que podem ser usadas para discutir se o crescimento de produtividade precede ou é precedido pelo crescimento econômico. Além disso, não parece haver ainda um consenso sobre as formas de aumentar a produtividade da economia brasileira. As prescrições decorrem dos diferentes diagnósticos sobre os obstáculos que limitaram seu crescimento ao longo dos últimos anos. Há, é claro, uma lista de "*usual suspects*", uma vez que a produtividade está associada às condições de infraestrutura, à qualificação da mão de obra, ao capital físico (máquinas e equipamentos), à inovação, à estrutura produtiva, às condições de concorrência e regulação e a uma série de outros fatores. Não parece haver, contudo, uma sistematização desses fatores, seja para explicar o desempenho recente da produtividade da economia brasileira, seja para propor maneiras de fazê-la crescer mais aceleradamente no futuro. Além disso, há uma reduzida produção bibliográfica recente sobre a importância relativa desses fatores para a economia brasileira. De uma forma, geral, as análises são manifestadas verbalmente em eventos públicos, por exemplo, e não chegam, propriamente, a sugerir a precedência de um fator sobre o outro ou a amparar prescrições que eventualmente derivariam desses diagnósticos.

O Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) vem investigando a importância relativa desses fatores e as circunstâncias em que cada um deles é mais efetivo para promover ganhos de produtividade. Ainda que não seja capaz, por si,

* Os autores agradecem a Armando Castelar Pinheiro, Claudio Frischtak, David Kupfer, Glauco Arbix, Mauro Borges Lemos, Naércio Menezes, Régis Bonelli, Ricardo Bielschowsky, Roberto Ellery Júnior e Samuel Pessôa pelas entrevistas concedidas para a elaboração deste trabalho. Agradecem também a Simone Uderman por seus comentários e sugestões. Erros e omissões são de responsabilidade dos autores.

** Consultor legislativo do Senado Federal. E-mail: luiz.ricardo.teixeira.cavalcante@gmail.com.

*** Diretora da Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura (Diset) do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea). E-mail: fernanda.denegri@ipea.gov.br.

de superar conflitos distributivos tradicionalmente associados à formulação de políticas públicas, esse esforço poderá contribuir para a calibração das ações voltadas para a promoção dos ganhos de produtividade. Esses trabalhos – que se apoiam fundamentalmente em análises estatísticas, muitas vezes usando dados individualizados sobre empresas – podem ser complementados por um mapeamento qualitativo das diferentes opiniões acerca da evolução da produtividade na economia brasileira.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é sistematizar os consensos e dissensos existentes no debate sobre a evolução da produtividade no Brasil e sobre os obstáculos que têm limitado seu crescimento nos últimos anos. Do ponto de vista metodológico, o trabalho apoia-se na coleta e sistematização de referências bibliográficas e em um conjunto de entrevistas semiestruturadas envolvendo um total de dez especialistas no assunto. As referências analisadas tratam, em particular, da relação entre produtividade e crescimento econômico e dos fatores associados aos ganhos de produtividade. Com as entrevistas, pretendeu-se identificar, em um amplo espectro de filiações teóricas, os pontos de convergência e divergência entre os especialistas sobre o tema, mas não se buscou tabular resultados de forma quantitativa nem atribuir opiniões específicas aos entrevistados. O trabalho está estruturando em mais quatro seções além desta introdução. Na seção 2, analisam-se algumas referências que discutem a relação entre essa variável e o crescimento econômico. Ainda nessa seção, discutem-se os principais fatores determinantes da produtividade e descrevem-se suas possíveis implicações para a formulação de políticas públicas voltadas para a promoção de ganhos de produtividade. Em seguida, na terceira seção, discute-se o aparente consenso sobre as reduzidas taxas de crescimento da produtividade no Brasil no período recente. Eventuais contestações a esse diagnóstico mais frequente são também apresentadas na seção 3. A análise dos fatores que têm limitado o crescimento da produtividade é o objeto da quarta seção, que se apoia amplamente nas opiniões colhidas ao longo das entrevistas conduzidas para a elaboração deste texto. A importância relativa desses fatores está longe de formar um consenso. O dissenso persiste, também, quando se discutem as proposições de políticas públicas que poderiam eventualmente contribuir para a elevação dos níveis de produtividade da economia brasileira. Neste trabalho, não se pretende, naturalmente, apontar uma visão como superior à outra, mas apenas identificar as prescrições diferentes – e por vezes contraditórias entre si – sobre como ampliar a produtividade no Brasil. Finalmente, na quinta seção, apresentam-se as considerações finais do trabalho.

2 FUNDAMENTOS

O objetivo desta seção é reunir os fundamentos teóricos que amparam a discussão sobre a evolução da produtividade no Brasil e sobre os obstáculos que têm limitado seu crescimento nos últimos anos. Na subseção 2.1, analisa-se relação entre produtividade e crescimento econômico. Na subseção seguinte, sistematizam-se os

principais fatores associados a essa variável mencionados na produção teórica sobre o tema e descrevem-se suas possíveis implicações de políticas públicas voltadas para a promoção de ganhos de produtividade.

2.1 Produtividade e crescimento econômico

A produtividade pode ser genericamente definida como a relação entre os resultados alcançados e os esforços empreendidos para chegar até eles. Assim, os indicadores de produtividade procuram medir a eficiência com que os agentes econômicos convertem insumos em produtos e serviços finais. Nos termos usados por Syverson (2011, p. 329), "*simply put, productivity is efficiency in production: how much output is obtained from a given set of inputs. As such, it is typically expressed as an output–input ratio*". Embora o conceito seja intuitivo, há uma enorme variedade de formas de medir a produtividade, e tanto medidas de produtividade total como medidas de produtividade parcial podem ser usadas. Na prática, porém, a maioria dos trabalhos sobre o tema usa medidas de produtividade total dos fatores (PTF) e de produtividade do trabalho. Essa última destaca-se no conjunto das medidas de produtividade parcial como a mais amplamente empregada, embora análises sobre economia agrícola também utilizem bastante frequentemente medidas de produtividade por unidade de área.[1]

Em particular, a associação entre o crescimento da produtividade do trabalho e o crescimento do produto interno bruto (PIB) pode ser explicitada de diversas maneiras (ver, por exemplo, Bonelli, 2014). Uma maneira simples de explicitar essa relação é usar a identidade algébrica $PIB = \left(\frac{PIB}{PO}\right) PO$, onde PO é o pessoal ocupado. A manipulação algébrica dessa identidade permite concluir que a taxa de crescimento do PIB corresponde à soma das taxas de crescimento da produtividade do trabalho e da taxa de crescimento do pessoal ocupado:

$$\overline{PIB} = \overline{\left(\frac{PIB}{PO}\right)} + \overline{PO} \tag{1}$$

Na equação acima, a barra superior indica a taxa de crescimento da variável correspondente.

Bonelli (2014) usa uma decomposição mais detalhada da taxa de crescimento do PIB:

$$\overline{PIB} = \overline{\left(\frac{PIB}{PO}\right)} + \overline{\left(\frac{PO}{PEA}\right)} + \overline{\left(\frac{PEA}{PIA}\right)} + \overline{PIA} \tag{2}$$

1. Cavalcante e De Negri (2014) apresentam uma breve revisão sobre indicadores de produtividade.

Nessa expressão, procura-se resumir as mudanças demográficas no último termo da equação, que corresponde à taxa de crescimento da população em idade ativa (PIA). A relação $\left(\frac{PO}{PEA}\right)$ corresponde ao complemento da taxa de desemprego (ou à taxa de ocupação) e a relação $\left(\frac{PEA}{PIA}\right)$ corresponde à taxa de participação.

Elaborações dessa natureza têm sido amplamente utilizadas para analisar o caso brasileiro e para justificar aquilo que Bonelli (2014) chama de "imperativo da produtividade". Como a taxa de ocupação não pode crescer indefinidamente e não se espera um crescimento significativo da taxa de participação e da PIA nos próximos anos, conclui-se que o crescimento PIB do país ao longo das próximas décadas dependerá fortemente do primeiro termo do lado direito da equação, que corresponde ao crescimento da produtividade do trabalho.

Essas equações são identidades algébricas e, portanto, não são, em si, objeto de controvérsia. Contudo, não se pode estabelecer, com base nelas, nenhuma relação de causalidade. Por exibirem o PIB do lado esquerdo, as equações podem causar a impressão de que o crescimento do PIB seria uma consequência do crescimento da produtividade e da população ocupada. Contudo, não há impedimentos para que a equação 1 seja reescrita conforme se indica a seguir:

$$\overline{\left(\frac{PIB}{PO}\right)} = \overline{PIB} - \overline{PO} \qquad (3)$$

Da forma como está escrita, a equação 3 parece sugerir que o crescimento da produtividade do trabalho seria uma consequência do crescimento do PIB e do crescimento da população ocupada. Fica claro, portanto, que, ao se construírem essas identidades, não se estabelecem, *a priori*, relações de causalidade entre as variáveis.

Esse é um tema controverso e, de certa forma, estabelece uma clivagem entre as abordagens ortodoxas e heterodoxas. Enquanto no primeiro caso o crescimento do PIB seria uma consequência do crescimento da produtividade, abordagens mais heterodoxas tendem a enxergar o crescimento do PIB como um requisito para o crescimento da produtividade. Visões amparadas na formulação original de Solow (1956) sugerem que seria a PTF "exógena" a responsável pela expansão do produto. Por sua vez, as visões amparadas nas formulações de viés kaldoriano frequentemente utilizam a chamada Lei de Verdoorn, de acordo com a qual a taxa de crescimento da produtividade do trabalho é uma função da taxa de crescimento do produto (Verdoorn, 1949; Kaldor, 1966). A lógica essencial subjacente à Lei de Verdoorn é que o crescimento do produto possibilita ganhos de escala que, por sua vez, favorecem o aumento dos níveis de produtividade.

2.2 Fatores relacionados à produtividade

O debate sobre os fatores relacionados aos níveis de produtividade alcança disciplinas como macroeconomia, organização industrial, economia do trabalho e economia do comércio. Além disso, as discussões sobre o tema não estão limitadas à economia, uma vez que administradores e engenheiros, por exemplo, podem dedicar uma atenção especial aos níveis de produtividade de uma empresa e às formas de elevá-los.

Em que pese o caráter visivelmente multidisciplinar desse debate, identificam-se, de uma forma geral, fatores que incluem as condições de infraestrutura, a qualificação da mão de obra, o capital físico (máquinas e equipamentos), a inovação, a estrutura produtiva e as condições de concorrência e regulação, por exemplo, como fatores determinantes de maiores níveis de produtividade. Frequentemente esses fatores influenciam-se uns aos outros e qualquer segmentação é, de alguma forma, discricionária. Além disso, a forma de classificação desses fatores depende do nível de análise. Ao se analisar a produtividade de uma empresa ou de uma unidade de produção, pode-se distinguir fatores internos (isto é, aqueles sobre os quais a empresa ou a unidade de produção detém algum poder de decisão) e externos (fatores que estão fora do controle da empresa ou da unidade de produção). Em outros casos, o foco recai sobre os níveis agregados de produtividade e alguns aspectos negligenciados (ou pelo menos considerados menos relevantes) na análise de empresas ou de unidades de produção podem tornar-se centrais nas discussões. O exemplo mais evidente é a estrutura produtiva, que, embora afetando os níveis agregados de produtividade, não está diretamente relacionada com a produtividade de empresas ou unidades de produção individualmente.

Ao analisar os fatores associados à produtividade de empresas ou de unidades de produção, Syverson (2011) segmenta, com base em uma revisão bibliográfica, os elementos que têm relação com as práticas de produção (e que estão, pelo menos teoricamente, sob controle direto das empresas) daqueles que formam o ambiente operacional externo dos produtores. No primeiro conjunto, que Syverson (2011) intitula "*productivity and the plant or firm*", incluem-se os seguintes aspectos listados a seguir.

- Práticas gerenciais / talento dos gestores: a razão pela qual os métodos de gestão ajudam a explicar diferenciais de produtividade pode advir do talento dos gestores ou da qualidade das práticas que adotam. Syverson (2011) argumenta que os gestores são os maestros de uma orquestra de insumos e uma coordenação inadequada de capital, trabalho e insumos intermediários pode, naturalmente, reduzir os níveis de produtividade. Como não são consideradas um fator de produção na maioria das funções de produção, as práticas gerenciais acabam incorporadas às medidas de produtividade.

- Qualificação da mão de obra e qualidade dos bens de capital: analogamente às práticas gerenciais, a qualificação da mão de obra e qualidade dos bens de capital frequentemente estão ausentes das funções de produção e acabam sendo refletidas nos indicadores de produtividade.[2]
- Tecnologia da informação e pesquisa e desenvolvimento (P&D): esses são fatores tradicionalmente citados como fontes de aumento de produtividade, ainda que os canais de transmissão sejam objeto de discussões.
- *Learning by doing*: trata-se, aqui, do aprendizado acumulado que pode contribuir para a elevação dos níveis de produtividade.
- Inovação de produto: inovações que permitem melhorar a qualidade dos produtos não necessariamente aumentam a quantidade (em unidades físicas) vendida, mas podem contribuir para maiores preços e margens de lucro, afetando positivamente os indicadores monetários de produtividade.
- Decisões relativas à estrutura de empresa: argumenta-se, nesse caso, que as formas de integração de diferentes unidades de produção em uma mesma empresa ou em um grupo econômico podem afetar os níveis de produtividade.

Os aspectos ligados ao ambiente operacional externo dos produtores, embora não afetem diretamente os níveis de produtividade, podem afetar a propensão dos produtores a recorrer aos fatores listados acima ou a probabilidade de sucesso de sua adoção. Os aspectos ligados ao ambiente operacional externo dos produtores listados por Syverson (2011) são:

- Transbordamentos: as práticas adotadas por um produtor podem afetar a produtividade de outras empresas. Essas externalidades são frequentemente discutidas no contexto das economias de aglomeração. Nas cadeias de produção, em particular, a baixa produtividade de um setor pode ter impactos negativos sobre a produtividade dos setores a jusante.
- Competição: a competição pode levar a um processo de seleção darwiniano (levando as empresas menos produtivas a sair do mercado); além disso, a competição externa pode criar incentivos para que as empresas domésticas elevem seus níveis de produtividade.
- Desregulamentação e regulação adequada: o autor argumenta que mercados mal regulados criam incentivos para a redução da produtividade.
- Mercados de insumos flexíveis: nesse caso, argumenta-se que maiores níveis de competição entre os fornecedores beneficiam o produtor e contribuem para o aumento da produtividade.

2. Isso, é claro, quando se trata da PTF. No caso da produtividade do trabalho, a própria medida de capital (ausente da "função de produção" adotada, que considera apenas a mão de obra) influencia os níveis de produtividade.

Nem todos os fatores citados por Syverson (2011) são consensuais no debate econômico. De fato, é possível encontrar, entre autores estruturalistas, argumentos segundo os quais a ampliação dos níveis de competição no curto prazo pode sacrificar a produtividade no longo prazo por sonegar às empresas nacionais a possibilidade de passarem por uma curva de aprendizado equivalente à de seus competidores externos. Em que pese sua vulnerabilidade a esse tipo de contestação, a tipologia proposta por Syverson (2011) tem o mérito de segmentar fatores internos e externos às empresas, ainda que, em alguns casos, a inclusão de um elemento no conjunto dos fatores internos ou externos seja discutível.[3] Ao apontar os fatores que afetam a propensão dos produtores a adotar práticas voltadas para os ganhos de produtividade ou a probabilidade de sucesso da adoção dessas práticas, o autor move-se em direção à conexão existente entre políticas públicas e produtividade. Obviamente, esses fatores fornecem elementos para a formulação de políticas públicas com foco no aumento de produtividade.

Em uma análise semelhante, porém amparada em outra listagem de fatores, Banks (2012, p. 7) argumenta que "*decisions that shape the productivity performance (and profitability) of enterprises are ultimately the responsibility of their managers*". Esse autor aponta dois determinantes – que chama de cruciais – do quanto as empresas contribuem para a produtividade: inovação e destruição criadora. Contudo, as decisões dos gestores e suas consequências são condicionadas pelos governos, seja em função de definição das regras sob as quais as empresas devem operar, seja pelos padrões de arrecadação e gastos públicos adotados em cada país. Nesse sentido, as políticas públicas que encorajem as empresas a reduzir custos e a inovar e que não impeçam as empresas com melhores desempenhos de prevalecerem sobre as de desempenho inferior podem, no seu entender, ser consideradas favoráveis à produtividade. Banks (2012) organiza as formas por meio das quais os governos influenciam a produtividade das empresas em três canais:

- incentivos, isto é, pressões externas para que as empresas busquem melhores performances;
- capacitações, que correspondem aos recursos humanos e às instituições que permitem o acesso ao conhecimento necessário para melhorar o desempenho das empresas; e
- flexibilidade, isto é, a possibilidade de alterar procedimentos para buscar maiores níveis de produtividade.

3. A qualificação da mão de obra, por exemplo, está, em alguma medida, sob controle da empresa (que pode escolher os empregados que contrata ou investir em programas de capacitação). Entretanto, é claro que a oferta escassa de mão de obra qualificada (que é um fator exógeno à empresa) pode limitar suas possibilidades de controlar esse fator. Esse raciocínio aplica-se, de uma forma geral, a aspectos como desempenho dos fornecedores e qualidade dos insumos e matérias-primas.

Sharpe (2003), em um trabalho intitulado *Why are Americans more productive than Canadians?*, propõe três níveis de explicações para os diferenciais de produtividade do trabalho entre os dois países:

- estrutura setorial, ou, nos termos de Sharpe (2003, p. 25), "*sectoral contributions to productivity growth and the impact of industry structure on aggregate productivity*".
- principais *drivers* do crescimento da produtividade (intensidade em capital, inovação tecnológica e capital humano); e
- o ambiente que influencia os *drivers* de produtividade, que inclui economias de escala e de escopo, tributação, políticas sociais,[4] sindicalização e regulação.

Sharpe (2003) discute ainda o papel (ou o papel esperado) das políticas públicas para incentivar o crescimento da produtividade. Em linha com os argumentos discutidos ao longo desta subseção, argumenta-se que vários *drivers* do crescimento da produtividade podem ser afetados por políticas públicas.

Alguns autores focam diretamente nas proposições de políticas públicas sem uma análise prévia dos fatores que concorrem para a elevação da produtividade. Na prática, esses fatores estão implícitos nas análises e são estruturados para orientar os governos a formular políticas de aumento de produtividade. Abramovsky *et al.* (2005), por exemplo, propõem que as políticas voltadas para a elevação da produtividade estruturam-se com base em cinco *drivers*: *i)* ciência e inovação; *ii)* investimento; *iii)* empreendimentos (que é o nome que os autores atribuem à facilidade para a criação de novos negócios); *iv)* competências; e *v)* competição.

As diversas tipologias mencionadas nesta subseção permitem a segmentação dos fatores relacionados aos níveis médios de produtividade de uma economia em três níveis, que são indicados a seguir.

- Nível empresarial (relacionado com características das empresas que afetam seus níveis de produtividade). Nesse nível, incluem-se aspectos como as práticas gerenciais, a inovação tecnológica, a qualificação da mão de obra, a qualidade dos bens de capital utilizados na produção e a intensidade em capital.[5]

4. *It has been suggested that social policies may account for the lower level of Canadian labour productivity as such policies may dampen the pace of reallocation of resources from declining to expanding regions and industries. But the evidence, as in the case of tax policy, is weak. Again social programs largely affect labour supply behaviour, not output per hour. The even more generous social programs in Europe have not prevented many European countries from achieving high productivity levels, in certain cases even superior to US levels* (Sharpe, 2003, p. 31).

5. Em geral, a intensidade em capital não afeta a PTF porque já está incluída na função de produção utilizada para estimar a produtividade. Porém, a intensidade em capital tem impacto direto na produtividade do trabalho.

- Nível estrutural (relacionado com a estrutura produtiva), uma vez que uma maior concentração da atividade econômica em setores mais produtivos está associada, *ceteris paribus*, a maiores níveis médios de produtividade. Nesse nível, incluem-se os transbordamentos observados nas cadeias de produção e o acesso a insumos de melhor qualidade.
- Nível sistêmico (relacionado com a infraestrutura que influencia os demais níveis). Nesse nível, incluem-se tamanho do mercado (que define as possibilidades de obtenção de economias de escala e escopo), infraestrutura física e de telecomunicações, sistema tributário, políticas sociais, níveis de sindicalização, ambiente de negócios, competição e regulação.

Essa classificação corresponde a uma adaptação da tipologia proposta por Sharpe (2003), que, no entanto, não emprega os termos "estrutural", "empresarial" e "sistêmico". Esses termos – empregados em um sentido análogo, mas não idêntico ao adotado neste trabalho – foram empregados por Ferraz, Kupfer e Haguenauer (1996) para descrever os componentes da competitividade da economia brasileira. Conforme se pode observar, essa tipologia replica a segmentação em fatores micro e macro, mas acrescenta um nível intermediário relativo à estrutura produtiva.

3 REDUZIDO CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE NO BRASIL: O CONSENSO APARENTE

Em face da enorme variedade de formas de medir a produtividade, sua trajetória pode ser, em certas circunstâncias, objeto de controvérsias. Isso pode ocorrer quando, por exemplo, a evolução da produtividade do trabalho descola-se da trajetória seguida pela PTF ou quando as séries históricas são obtidas com base em diferentes deflatores. Contudo, no caso brasileiro no período recente, Cavalcante e De Negri (2014) sugerem um aparente consenso quanto ao crescimento estável, porém reduzido (da ordem de 1% ao ano quanto aferida com base no valor adicionado e no pessoal ocupado), da produtividade do trabalho nas décadas de 1990 e 2000.[6] Da mesma forma, ao tabularem resultados publicados no livro *Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes* (De Negri e Cavalcante, 2014a), esses autores concluem que a produtividade tem crescido pouco no Brasil ao longo das últimas décadas, ainda que a variedade de indicadores e as diferentes possibilidades de segmentação dos períodos de análise possam motivar eventuais contestações a esse consenso aparente (De Negri e Cavalcante, 2014b). A percepção sobre o reduzido

6. Há, naturalmente, variações setoriais significativas. Cavalcante e De Negri (2014) discutem essas variações e registram que, de forma geral, ao longo da década de 2000, a agropecuária e a indústria extrativa apresentaram desempenhos superiores. No caso específico do setor agropecuário, os processos de mecanização, a adoção de práticas gerenciais mais modernas e a inovação parecem explicar seu desempenho diferenciado. Porém, a tendência é de ganhos setoriais menores no futuro, uma vez que, ao se partir de um patamar razoavelmente elevado, há menos espaço para a expansão da produtividade.

crescimento da produtividade no Brasil é também compartilhada por autores cujo foco da análise não costuma ser essa variável. Esse é o caso de Kupfer (2014), que menciona "o lento crescimento da produtividade exibido pela economia brasileira nos últimos anos".

Há, entretanto, discussões sobre as relações de causalidade entre o crescimento da produtividade do trabalho e o crescimento do PIB, nos termos discutidos na subseção 2.1. Nesse sentido, alguns autores, ainda que reconheçam o baixo crescimento da produtividade, atribuem essa trajetória ao reduzido crescimento do PIB. Bielschowsky (2014) argumenta que a mão de obra aumenta sua produtividade porque opera com uma maior disponibilidade de máquinas e equipamentos, com novas safras tecnológicas de máquinas e/ou com mais infraestrutura de suporte às atividades que desempenha. Embora registre que as relações de causalidade são definidas de acordo com "o gosto de cada autor", sua análise sugere uma sequência que começa no crescimento do PIB, passa pelo investimento e termina com o crescimento da produtividade. Dessa forma, para esse autor, não haveria "nada de novo no reino da produtividade", uma vez que esse indicador cresceria (e cairia) *pari passu* com o PIB e com a formação bruta de capital fixo. Para sustentar essa proposição, Bielschowsky (2014) tabulou dados divulgados por outros autores sobre essas variáveis e argumentou que as taxas de crescimento do PIB manteriam uma relação razoavelmente constante com as taxas de crescimento da produtividade em períodos predeterminados (1950-1980, 1981-1993, 1994-2003 e 2004-2013). Ainda assim, nos intervalos propostos por Bielschowsky (2014), observa-se uma tendência decrescente da relação entre as taxas de crescimento do PIB e as taxas de crescimento da produtividade do trabalho a partir da década de 1990. Essa relação (calculada com base nos dados tabulados por esse autor) caem de cerca de 3,5, naquela década, para cerca de 2,0 na década de 2000.

Em resumo, os argumentos aqui apresentados sugerem que, ainda que haja eventuais contestações, há um razoável consenso quanto ao reduzido crescimento da produtividade no Brasil ao longo das últimas décadas.

4 OS LIMITANTES DO CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE NO BRASIL: O DISSENSO OCULTO

O consenso apontado na seção anterior quanto às reduzidas taxas de crescimento da produtividade no período recente é menos evidente quando se discutem as razões que explicariam esse desempenho. A percepção quanto a eventuais dissensos apoia-se em um conjunto de referências bibliográficas (nas quais os dissensos são frequentemente apresentados de forma implícita) e nas visões colhidas ao longo

das entrevistas conduzidas para a elaboração deste texto (nas quais os dissensos são colocados de forma mais explícita). Ao longo desta seção, discutem-se, com base na tipologia proposta na seção 2, os fatores relacionados aos níveis médios de produtividade da economia brasileira, buscando explicitar eventuais consensos e dissensos.

Os dissensos fundamentais remetem ao debate sobre a causalidade apresentado na subseção 2.1. É claro que se se considera o crescimento do PIB como um requisito para o crescimento da produtividade – visão tipicamente associada à heterodoxia –, o foco da análise recai, antes de qualquer coisa, sobre o estímulo ao crescimento do PIB. No limite, uma visão dessa natureza não vê na produtividade uma variável particularmente relevante: trata-se, nesse caso, de uma variável síntese plenamente endógena. No entanto, se se assume que crescimento do PIB é uma consequência do crescimento da produtividade, essa última variável é tratada como exógena – ou, pelo menos, dependente de uma série de fatores exógenos – e o crescimento econômico de longo prazo nada mais é do que uma consequência dos ganhos de produtividade acumulados.

Apesar dessa clivagem, na prática, é muito difícil que não se reconheça uma espécie de via de mão dupla. Se, por um lado, mesmo em visões que seriam mais facilmente rotuladas como ortodoxas reconhece-se que os ganhos de escala decorrentes do crescimento do PIB podem motivar o crescimento da produtividade, por outro, naquelas mais facilmente rotuladas como heterodoxas, não se deixa de admitir que não se pode expandir a demanda indefinidamente sem expandir a oferta. Assim, de uma forma geral, prevalece uma visão dinâmica: o crescimento da produção pode levar ao crescimento da produtividade, mas há um limite a partir do qual é preciso expandir a oferta e elevar a produtividade por meio do manejo de outros fatores que a influenciam. Esses fatores são o objeto desta seção. Para segmentá-los de forma estruturada, utilizou-se a tipologia proposta na subseção 2.2 com algumas adaptações para o caso do Brasil. Nesse sentido, alguns fatores mencionados anteriormente podem aparecer desmembrados ou amalgamados na análise subsequente.

4.1 Nível empresarial

O nível empresarial reúne os fatores relacionados com características das empresas que afetam seus níveis de produtividade. Nesse nível, incluem-se aspectos como as práticas gerenciais, a inovação tecnológica, a qualificação da mão de obra e os bens de capital empregados na produção. Cada um desses fatores é discutido a seguir.

4.1.1 Práticas gerenciais

Conforme se ressaltou na subseção 2.2, as práticas gerenciais determinam, em última análise, de que forma os fatores de produção e os insumos intermediários são combinados em uma unidade de produção. Naturalmente, uma combinação mais adequada de fatores de produção pode aumentar a produtividade; no sentido inverso, escolhas inadequadas podem resultar em perda de eficiência. Contudo, uma vez que não são, na maioria das vezes, inseridas nas funções de produção, as práticas de gestão aparecem como uma espécie de resíduo que acaba sendo capturado nos indicadores de produtividade.

Há recorrentes evidências de que as práticas de gestão adotadas no Brasil são muitas vezes obsoletas e ineficientes. Porém, é claro que, dentro dos limites estabelecidos pela legislação trabalhista ou ambiental, por exemplo, as práticas de gestão são escolhidas pelas próprias empresas e que a escolha das práticas mais adequadas tende a ampliar a rentabilidade da empresa. Por que, então, as empresas não adotam práticas gerenciais capazes de maximizar seus níveis de produtividade?

Há um conjunto de explicações que, em geral, tendem a relacionar a adoção de práticas gerenciais menos eficientes a outros fatores citados ao longo desta seção. Assim, argumenta-se que a qualidade da mão de obra e dos bens de capital usados no país limitam as possibilidades de se adotarem arranjos gerenciais mais modernos e eficientes. Nesse caso, parece haver um razoável consenso quanto à necessidade de se ampliarem os níveis de qualificação da mão de obra e a qualidade dos bens de capital usados pelas empresas no Brasil.

Mencionam-se também aspectos culturais: haveria, segundo alguns especialistas, uma propensão a se evitarem eventuais conflitos decorrentes da explicitação de desempenhos inferiores dos funcionários. Essa "cordialidade" limitaria as possibilidades de adoção de práticas gerenciais com foco explícito em ganhos de produtividade. Por sua vez, a legislação trabalhista e as práticas sindicais tendem, em vários casos, a rejeitar a adoção de níveis diferenciados de remuneração em função da produtividade de cada funcionário. Além disso, o reduzido contato dos empresários e gestores brasileiros com práticas adotadas fora do país pode explicar, em alguns casos, a obsolescência dos métodos de gestão adotados. Esse isolamento seria, portanto, uma razão adicional que limitaria a adoção de práticas gerenciais mais modernas. No limite, apontam-se, em alguns casos, os baixos níveis de competição (seja com produtos importados, seja entre empresas domésticas) como uma possível razão para certa acomodação que limitaria a adoção de práticas gerenciais mais eficientes. Os aspectos mencionados neste parágrafo – opostamente àqueles citados no parágrafo precedente – não formam um consenso tão claro, conforme se pode observar no restante desta seção.

4.1.2 Inovação

Embora a associação entre inovação e produtividade seja recorrentemente reafirmada na literatura específica sobre o tema, a natureza e a importância atribuída a esse fator nem sempre são consensuais. Nesse caso, porém, as diferenças não parecem refletir a filiação ortodoxa ou heterodoxa dos especialistas. Alguns autores tipicamente associados à visão ortodoxa tendem a ver a inovação como uma variável exógena ("maná do céu") ou como uma variável incorporada aos bens de capital. Da mesma forma, outros autores (ortodoxos ou heterodoxos) enfatizam a importância da inovação incremental e da difusão tecnológica para aumentar os níveis de produtividade da economia brasileira. Em todo o espectro ideológico, é possível ouvir argumentos como "é melhor se aproximar da fronteira do que tentar movê-la" (colhida durante as entrevistas) e

> hoje [...], é razoável esperar que o efeito tecnologia, que foi de longe o principal vetor do crescimento da produtividade de então (*i.e.*, na década de 1990), mas que se caracteriza por ser do tipo 'de uma vez por todas', não revele a mesma importância, haja vista a grande parcela de insumos especializados e de bens de capital que já são correntemente importados (Kupfer, 2014).

Essa visão, porém, não é consensual entre todos os entrevistados. Em alguns casos, argumenta-se que se subestima o papel da tecnologia porque, de um lado, os heterodoxos veriam na mudança estrutural o caminho para a ampliação dos níveis de inovação das economias em desenvolvimento e, de outro, as abordagens mais ortodoxas veriam o desenvolvimento tecnológico como um mero *spin-off* de políticas de abertura comercial e de incentivo à competição. Porém, é possível identificar também pesquisadores que defendem que o país deveria dominar, controlar e produzir novos arranjos tecnológicos para obter ganhos significativos de produtividade. Nesses casos, entende-se que a diversificação produtiva (com a incorporação de setores mais intensivos em tecnologia) e a internacionalização seriam formas de promover ganhos significativos de produtividade na economia brasileira.

4.1.2 Qualificação de mão de obra

Conforme se indicou na seção 2.2, embora incluída no nível empresarial, a qualificação da mão de obra é fortemente influenciada por fatores exógenos à firma. Isso ocorre porque, embora as decisões de contratação, demissão ou treinamento de mão de obra sejam da empresa, a oferta de trabalhadores com maiores níveis de qualificação obviamente não depende dela. No conjunto dos fatores associados aos ganhos de produtividade, esse é o fator seguramente mais consensual. Isso ocorre, possivelmente, porque propostas em favor da qualificação da mão de obra têm, genericamente, um valor intrínseco (em função de sua associação com a educação). Assim, a necessidade de investimentos em educação no nível fundamental e no

ensino médio e profissionalizante é frequentemente enfatizada como uma forma de ampliar os níveis de produtividade.

Em algumas entrevistas, mencionou-se que a qualificação de mão de obra não chegou a ser um obstáculo ao crescimento da produtividade no passado (quando a ampliação do estoque de capital e as mudanças estruturais motivaram ganhos significativos de produtividade), mas que, ao longo dos últimos anos, essa questão passou a ser uma limitação relevante. Entretanto, para além da proposição difusa em favor da educação em todos os níveis, as prescrições nem sempre são mencionadas ou formam um consenso.O papel do treinamento da mão de obra dentro da empresa e, principalmente, as razões pelas quais elas não realizam maiores investimentos nessa direção são objetos de um dissenso importante. Muitos economistas argumentam (e isso também foi mencionado nas entrevistas) que a alta rotatividade da mão de obra não produz incentivos para que as empresas invistam na qualificação de seu capital humano. Porém, quando se trata de analisar as razões para a elevada rotatividade, o papel da legislação trabalhista emerge como principal ponto de dissenso.

4.1.4 Estoque de capital e investimentos

O estoque de capital e os investimentos afetam a produtividade de diversas maneiras. Naturalmente, a elevação do estoque de capital por trabalhador tem uma relação estreita com os níveis de produtividade do trabalho. Com efeito, conforme registrado por Cavalcante (2015) com base em um painel de dados referente a 81 países no período entre 2005 e 2011, há uma forte correlação entre o logaritmo do estoque de capital por trabalhador e o logaritmo da produtividade do trabalho. Além disso, a qualidade dos bens de capital frequentemente está ausente das funções de produção e acaba sendo refletida nos indicadores de produtividade.

No Brasil, argumenta-se que não somente o estoque de capital por trabalhador é muito baixo, mas também que as máquinas e os equipamentos usados na produção são, em muitos casos, obsoletos. De fato, os dados tabulados por Cavalcante (2015) indicam que, em relação aos países desenvolvidos, o Brasil mantém níveis reduzidos de estoque de capital por trabalhador. Em face da forte correlação entre essa variável e a produtividade do trabalho, pode-se afirmar que os baixos níveis de estoque de capital por trabalhador explicam uma parcela significativa dos diferenciais de produtividade do trabalho entre o Brasil e os países mais avançados. Além disso, há vários indícios de que o investimento em capital físico por trabalhador no Brasil é, hoje em dia, muito menor do que foi no passado. A obsolescência das máquinas e equipamentos empregados na produção no país pode ajudar a explicar, também, seus reduzidos níveis de produtividade do trabalho. Nesse sentido, a necessidade de ampliação da taxa de investimento para sustentar o crescimento

do PIB e/ou da produtividade na economia brasileira é praticamente um consenso entre os economistas.

As baixas taxas de investimento no Brasil vêm dando espaço a muitas especulações, em um debate fragmentado e pouco sistematizado. De modo geral, analistas de distintas vertentes teóricas não se mostram surpresos com as taxas reduzidas. Os de linhagem keynesiana apontam como fatores negativos o crescimento do PIB pouco estimulante, os reduzidos investimentos do setor público, as taxas de juros elevadas e, no caso das atividades manufatureiras, também as taxas de câmbio apreciadas e a concorrência asiática. Os que preferem a abordagem das falhas de governo apontam para a existência de uma institucionalidade pouco encorajadora a investimentos privados (aí incluídos problemas no marco regulatório das atividades de infraestrutura), para a baixa poupança doméstica e para a gestão dos investimentos do setor público (que concorre para explicar as baixas taxas de poupança). Assim, embora haja um consenso quanto à importância da elevação do estoque de capital e do aumento do investimento para que se obtenham ganhos de produtividade, não parece haver convergência de opiniões quanto às formas de se alcançá-la.

4.2 Nível estrutural

Esse nível de análise está relacionado com a estrutura produtiva. A premissa fundamental é que uma maior concentração da atividade econômica em setores mais produtivos está associada a maiores níveis médios de produtividade. Nos termos de Squeff e De Negri (2014, p. 249):

> É relativamente consensual na literatura que o processo de desenvolvimento econômico envolve, ou historicamente envolveu, mudanças na estrutura produtiva dos países, caracterizadas pela migração de trabalhadores de setores menos produtivos para setores mais produtivos. Esse movimento, por sua vez, impulsiona o crescimento da produtividade agregada na economia.

De acordo com dados de Miguez e Moraes (2014), o Brasil tinha, em 1995, uma produtividade do trabalho 8,6 vezes maior do que a da China, que, na ocasião, era o país menos produtivo na amostra formada por quarenta países, e chegou a 2009 com um nível de produtividade apenas três vezes maior (tabela 1).

TABELA 1:
Diferenciais de produtividade do trabalho no Brasil em comparação com os países mais e menos produtivos por macrossetores (1995, 2000, 2005 e 2009)

Macrossetor	Brasil/país menos produtivo				País mais produtivo/Brasil			
	1995	2000	2005	2009	1995	2000	2005	2009
Agropecuária	5,0	5,4	4,8	4,5	16,4	21,0	24,8	21,7
Indústria extrativa	9,2	4,7	3,0	2,3	6,2	5,9	3,6	3,9
Indústria de transformação	5,4	4,2	2,9	2,1	4,7	4,9	7,4	9,0
Fornecimento de eletricidade, gás e água	8,6	6,0	3,1	2,9	5,2	5,0	4,9	4,6
Construção	6,9	5,9	3,2	2,3	5,7	6,2	6,8	6,5
Serviços	7,9	5,7	4,0	2,9	5,6	5,9	6,5	6,4
Total	8,6	6,4	4,2	3,0	6,6	6,6	7,3	7,1

Fonte: Miguez e Moraes (2014).

Os dados da tabela 1 evidenciam também que a perda de produtividade em relação à fronteira é generalizada em todos os setores, mesmo naqueles que têm apresentado um crescimento relevante da produtividade no período recente, como é o caso da agropecuária. As poucas exceções ao distanciamento da fronteira são a indústria extrativa e os serviços industriais de utilidade pública – fornecimento de eletricidade, gás, água etc. Além disso, fica patente que a indústria de transformação tem tido o pior desempenho entre todos os setores no período recente: ela foi, de fato, quem mais perdeu produtividade relativa em relação à fronteira que, atualmente, é nove vezes mais produtiva que a indústria brasileira, contra 4,7 vezes em 1995.

Esse argumento é convergente com as conclusões de Squeff e De Negri (2014, p. 277) reproduzidas a seguir:

> Em síntese, a produtividade da economia brasileira cresceu pouco não porque aumentou a participação de setores pouco produtivos na estrutura produtiva, mas sim porque a produtividade dentro dos setores econômicos cresceu pouco. Depreende-se, portanto, que o baixo crescimento da produtividade da economia brasileira, no período recente, está associado a outros fenômenos que não à mudança estrutural ocorrida. Isso não quer dizer, contudo, que a estrutura produtiva não importe do ponto de vista de eficiência e de crescimento econômico; ao contrário. Isto significa apenas que não foi essa mudança estrutural a responsável pelo baixo crescimento da produtividade. As causas para o baixo dinamismo da economia brasileira vão muito além da simples dicotomia indústria *versus* serviços.

Possivelmente em decorrência de conclusões dessa natureza, o nível estrutural não foi mencionado com frequência nas entrevistas para a elaboração deste trabalho.

4.3 Nível sistêmico

O nível sistêmico está associado a elementos que influenciam tanto os fatores incluídos no nível empresarial quanto a estrutura produtiva. No caso brasileiro, incluem-se, nesse nível, a infraestrutura, o ambiente de negócios, a regulação e a concorrência.

4.3.1 Infraestrutura

Há um conjunto de "canais de transmissão" por meio dos quais a infraestrutura afeta os níveis de produtividade. Alguns desses canais estão citados na lista a seguir.

- Transporte e logística, cujos custos representam, no Brasil, mais de 11% do PIB (Frischtak; Davies, 2015), ao passo que nos Estados Unidos, no Canadá e na Austrália, por exemplo, seriam da ordem de 8,5% do PIB. É evidente que os custos maiores contribuem para a redução da produtividade no Brasil.
- Mobilidade urbana, cuja precariedade gera um gasto desnecessário de energia dos trabalhadores, que tendem a chegar mais cansados ao trabalho. Além disso, problemas dessa natureza tendem a elevar os atrasos e o absenteísmo. Ainda que seja difícil mensurar esses impactos, esse aspecto visivelmente reduz a produtividade das empresas no país.
- Saneamento, que, ao comprometer a saúde do trabalhador e de sua família, aumenta o cansaço e o absenteísmo. Mais uma vez, a ausência de medidas diretas não quer dizer que não haja um impacto relevante sobre a produtividade.
- Preço, oferta e segurança no fornecimento de energia, que afetam a produtividade, especialmente no setor industrial.
- Telecomunicações, que afetam a produtividade especialmente dos segmentos mais intensivos em tecnologia.

No conjunto dos fatores incluídos no nível sistêmico, a infraestrutura parece ser aquele que é mais consensual. Com efeito, conforme destacam Frischtak e Davies (2015, p. 26):

> Nos últimos anos, formou-se um consenso no país de que há um déficit significativo de infraestrutura na medida em que os investimentos são insuficientes para compensar a depreciação dos ativos e responder a uma crescente demanda conforme se expande a renda per capita. E muitos atribuem a este déficit a baixa produtividade da economia, seus elevados custos e a perda de competitividade no mercado internacional.

Há, assim, um amplo consenso sobre a necessidade de se ampliarem os investimentos em infraestrutura, que alguns pesquisadores consideram um fator

mais importante do que a qualificação da mão de obra para a expansão dos níveis de produtividade da economia brasileira.

Contudo, as prescrições para melhorar a infraestrutura no país estão longe de formar um consenso. De um lado, visões mais heterodoxas atribuem um papel mais relevante aos investimentos do setor público, ainda que reconheçam a escassez de recursos e a necessidade de investimentos privados em infraestrutura. De outro lado, visões mais ortodoxas tendem a privilegiar concessões e sua correspondente regulação como a forma preferencial de equacionar os gargalos em infraestrutura do país.

4.3.2 Ambiente de negócios

O ambiente de negócios diz respeito aos entraves burocráticos que se colocam para os ganhos de produtividade. Dessa forma, o ambiente de negócios não deve ser confundido com os modelos de regulação. De certo modo, enquanto o primeiro tem a ver com a forma como o jogo é jogado (isto é, o respeito às regras e a facilidade para abrir negócios, por exemplo), o segundo diz respeito às regras do jogo propriamente ditas. Isso explica porque o ambiente de negócios é um tema relativamente menos controverso do que os padrões de regulação.

No caso brasileiro, parece haver uma espécie de consenso difuso em favor da melhoria do ambiente de negócios, embora pesquisadores mais alinhados à tradição heterodoxa vejam o próprio conceito com alguma reserva. Ainda assim, menciona-se, com frequência, a necessidade de destravar o ambiente de negócios no país. O consenso pode ser considerado difuso porque, embora ninguém se declare favorável à burocracia e a uma estrutura tributária regressiva que penaliza a produção e inibe o investimento, esses entraves parecem favorecer, de alguma forma, os incumbentes (isto é, as empresas já estabelecidas) em detrimento de novos concorrentes. Dessa forma, esses entraves terminam limitando a competição e favorecendo a permanência no mercado de empresas com menores níveis de produtividade.

4.3.3 Regulação

Conforme se mencionou anteriormente, os padrões de regulação estão associados às regras do jogo. São esses padrões que definem, por exemplo, os modelos de apropriação de lucros em concessões estatais, os modelos de relação entre o capital e o trabalho (estreitamente associados com a legislação trabalhista), as formas de proteção da propriedade intelectual e os próprios padrões de concorrência (discutidos na subseção seguinte).

De uma forma geral, as visões mais ortodoxas tendem a ver nos padrões de regulação adotados no país um dos principais limitantes aos ganhos de produti-

vidade. Essa percepção parece também convergir com aquela expressa por alguns pesquisadores mais heterodoxos. Entretanto, enquanto no primeiro caso propõe-se uma reformulação mais geral dos padrões de regulação com o estímulo às concessões privadas, a flexibilização da legislação trabalhista e a adoção de padrões rigorosos de proteção da propriedade intelectual, no segundo as propostas têm um caráter mais incremental e pontual. Assim, autores heterodoxos, por exemplo, rejeitam reformulações significativas de legislação trabalhista, embora reconheçam que há casos em que os padrões de relação entre o capital e o trabalho no Brasil não incentivam o trabalhador a obter ganhos de produtividade, inclusive porque limitam as possibilidades de se obterem remunerações diferenciadas.

4.3.4 Concorrência

Embora seja difícil estabelecer padrões internacionais de comparação dos níveis de competição, há evidências de que as empresas situadas em diferentes países podem enfrentar níveis distintos de exposição à competição. De uma forma geral, admite-se que reduzidos níveis de competição são um obstáculo aos ganhos de produtividade não apenas porque reduzem os estímulos para melhorar a eficiência mas também porque permitem a sobrevivência de empresas menos produtivas que reduzem o desempenho médio da economia. Por sua vez, uma exposição súbita à concorrência pode sacrificar, no longo prazo, os níveis de produtividade ao sufocar empresas nascentes de potencial mais elevado.

Naturalmente, autores de filiação mais liberal defendem que se ampliem os níveis de concorrência a que estão expostas as empresas no Brasil. De uma forma geral, argumentam em favor do aumento dos níveis de competição, embora frequentemente condicionem essas ações à melhoria do ambiente de negócios para não levar a uma competição desigual com as empresas de fora do país. Esses autores enxergam, nesse caso, resistências tanto de entidades de representação laboral (em favor de uma possível preservação de empregos no país) como de entidades de representação empresarial (em favor da preservação de maiores margens internas de lucro).

Por seu turno, pesquisadores de filiação mais heterodoxa argumentam que a concorrência não constitui um obstáculo significativo aos ganhos de produtividade no país em função das grandes dimensões do mercado interno. Entretanto, trabalhos cujo foco são países cuja dimensão do mercado é semelhante à do Brasil (ainda que tenham populações bem menores) e que já equacionaram em grande medida os problemas associados ao nível empresarial (Austrália e Canadá) prescrevem a ampliação dos níveis de concorrência como uma das principais formas de ampliar seus níveis de produtividade (Banks, 2012; Sharpe, 2003).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, buscou-se sistematizar os consensos e dissensos sobre a evolução da produtividade no Brasil e sobre os obstáculos que têm limitado seu crescimento nos últimos anos. Do ponto de vista metodológico, o trabalho apoiou-se na coleta e sistematização de referências bibliográficas e em um conjunto de entrevistas semiestruturadas envolvendo um total de dez especialistas no assunto. Para amparar a discussão dos consensos e dissensos sobre o tema, analisou-se a relação entre produtividade e crescimento econômico. Com base na produção bibliográfica sobre o tema, segmentaram-se os fatores relacionados à produtividade média de uma economia em diferentes níveis, conforme sua relação mais ou menos imediata com a produtividade das empresas.

Reuniram-se argumentos que sugerem que, ainda que haja eventuais contestações, há um razoável consenso quanto ao reduzido crescimento da produtividade no Brasil ao longo das últimas décadas. Os indicadores de produtividade agregada na economia brasileira – sejam relacionados com a PTF ou com a produtividade do trabalho – não crescem de forma sustentada desde, pelo menos, o fim da década de 1970. Na década de 2000, foi possível perceber uma tendência de crescimento até 2008, especialmente na produtividade total dos fatores (PTF). Todavia, esse crescimento foi muito tênue se observado o cenário de longo prazo, não tendo sido suficiente para reverter a forte queda dos anos 1980, e, além disso, não se sustentou depois da crise de 2008. Por sua vez, a produtividade do trabalho cresceu a uma taxa média anual da ordem de 1%. Esse cenário é ainda mais preocupante na indústria, onde alguns indicadores apontam até mesmo uma queda de produtividade nos últimos anos.

No âmbito das visões mais ortodoxas, há um consenso quando à relevância do tema. Além disso, admite-se, de forma mais ou menos explícita, que o crescimento da produtividade é um requisito para o crescimento econômico. Por outro lado, para os autores que assumem que o crescimento da produtividade é uma consequência do crescimento do PIB, a produtividade é variável síntese que apenas decorre de outros movimentos da economia. Contudo, a análise das referências bibliográficas e as entrevistas realizadas durante a elaboração deste trabalho indicam que, de uma forma geral, prevalece uma visão dinâmica: o crescimento da produção pode levar ao crescimento da produtividade, mas há um limite a partir de quando é preciso expandir a oferta e elevar a produtividade por meio do manejo de outros fatores que a influenciam.

Esses fatores foram segmentados, neste trabalho, em três níveis: *i)* nível empresarial; *ii)* nível estrutural; e *iii)* nível sistêmico. De uma forma geral, os fatores associados ao nível empresarial que afetam a produtividade de forma mais direta

foram mais consensuais. Com efeito, as práticas gerenciais, a inovação, a qualificação da mão de obra, o estoque de capital e os investimentos têm sido mencionados como fatores que têm limitado o crescimento da produtividade no Brasil e têm sido objeto de prescrições razoavelmente consensuais em todo o espectro teórico. A precedência de um fator sobre outro, contudo, varia conforme as circunstâncias. Mencionou-se, em várias ocasiões, que fatores que, em determinados momentos, não representavam limitantes para o crescimento da produtividade podem assumir uma importância maior em outros contextos. Assim, a inovação pode não ser um gargalo até o momento em que problemas associados à qualificação de mão de obra e ao investimento tenham sido equacionados. Isso explica por que análises sobre os limitantes da produtividade em países como a Austrália ou o Canadá (onde essas questões já estão razoavelmente equacionadas) dificilmente enfatizam aspectos dessa natureza em suas prescrições.

Por sua vez, o nível estrutural recebeu uma atenção relativamente reduzida. Com efeito, com exceção de prescrições voltadas para que empresas de maior porte que atuam em segmentos mais tradicionais passem a atuar, também, em segmentos mais intensivos em tecnologia, não parece que a estrutura produtiva seja percebida como um fator que tem limitado o crescimento da produtividade da economia brasileira.

Embora relacionados de forma imediata com os níveis de produtividade das empresas, os fatores empresariais sobre os quais parece haver um consenso maior têm implicações de políticas mais difusas. Os fatores empresariais parecem decorrer, em última análise, dos fatores que, neste trabalho, foram chamados de sistêmicos. Esses fatores incluem a infraestrutura, o ambiente de negócios, a regulação e a concorrência. A ordem em que se mencionam esses fatores neste trabalho reflete, de certo modo, o nível de consenso associado a cada um deles. Com efeito, se a infraestrutura é um aspecto percebido, em todo o espectro teórico, como um importante requisito para a ampliação da produtividade na economia brasileira, o aumento dos níveis de concorrência pode ser percebido como um requisito fundamental por alguns autores ou como um obstáculo ao aprendizado e aos ganhos de produtividade por outros.

Assim, no caso dos fatores sistêmicos – que afetam a produtividade de forma mediata –, os dissensos são mais evidentes, com exceção da infraestrutura. De uma forma geral, o dissenso parece decorrer das diferentes prescrições sobre o papel do Estado e a da concorrência. Ao longo de todo o espectro teórico, parece haver certo consenso sobre a necessidade de se aumentarem os investimentos das empresas como forma de elevar seu estoque de capital e seus níveis de produtividade do trabalho (inclusive em decorrência do progresso técnico incorporado aos bens de capital).

Porém, os autores mais ligados à tradição keynesiana tendem a prescrever políticas mais verticais amparadas na concessão de subsídios, ao passo que as visões mais ortodoxas tendem a ver na regulação a forma de fazer as empresas ampliarem seus níveis de investimento. Visões institucionalistas tendem a ressaltar uma associação direta entre incentivos e produtividade, de modo que suas prescrições tendem a enfatizar a construção de um ambiente favorável ao investimento, com a redução das incertezas como a condição *sine qua non* para ganhos sustentáveis de produtividade.

Conforme se ressaltou na introdução deste trabalho, não se pretendeu, aqui, apontar uma visão como superior à outra, mas apenas identificar as prescrições diferentes – e por vezes contraditórias entre si – sobre as formas de aumento da produtividade no Brasil. É evidente, além disso, que a análise apresentada pode ser complementada por abordagens mais quantitativas capazes de explicitar a importância relativa dos fatores que contribuem para o aumento da produtividade. Acredita-se, porém, que a sistematização dos consensos e dissensos que formaram o objeto central deste trabalho, ao sugerir, inclusive, eventuais conflitos e contradições, pode contribuir para a formulação de políticas públicas voltadas para o aumento da produtividade da economia brasileira.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVSKY, L.*et al.* **Productivity Policy.** [S.l.]: The Institute for Fiscal Studies, 2005. (Election Briefing Note n. 6).

BACHA, E. L.; BONELLI, R. **Crescimento e produtividade no Brasil:** o que nos diz o registro de longo prazo. Rio de Janeiro: Ipea, 2001. (Seminários da Diretoria de Estudos Macroeconômicos do Ipea, n. 52).

BANKS, G. Productivity policies: the 'to do' list. In: Economic and social outlook conference, securing the future, Melbourne, 2012. **Anais…** Melboune: [S.n.], 1 Nov. 2012.

BARBOSA FILHO, F. H.; PESSÔA, S. **Pessoal ocupado e jornada de trabalho**: uma releitura da evolução da produtividade no Brasil. 2013. Disponível em: <http://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/handle/10438/11660>.

BIELSCHOWSKY, R. **Trilogia básica do desenvolvimento a médio e longo prazos**: PIB, investimento e produtividade. [S.l; S.n], 2014. Mimeografado.

BONELLI, R. Produtividade e armadilha do lento crescimento. In: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2014. v. 1 (desempenho).

CAVALCANTE, L. R. Ambiente de negócios, investimentos e produtividade. In: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2015. v. 2 (determinantes).

CAVALCANTE, L. R.; DE NEGRI, F. Produtividade no Brasil: uma análise do período recente. In: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2014. v. 1 (desempenho).

DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. Os dilemas e os desafios da produtividade no Brasil. In: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2014a. v. 1 (desempenho).

_____. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2014b. v. 1 (desempenho).

FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil**: desafios competitivos para a indústria. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

FRIED, H. O; LOVELL, K.; SCHMIDT, S. **The measurement of productive efficiency and productivity growth**. [S.l.]: Oxford University Press, 2008

FRISCHTAK, C. R.; DAVIES, K. Desatando o nó da Infraestrutura no Brasil. **Revista Brasileira de Comércio Exterior**, nº 122, p. 26-47, jan./mar. 2015.

KALDOR, N. **Causes of the Slow Growth in the United Kingdom.** Cambridge: Cambridge University Press, 1966.

KUPFER, D. Competição e produtividade. **Valor econômico**, 8 set. 2014.

MIGUEZ, T.; MORAES, T. Produtividade do trabalho e mudança estrutural: uma comparação internacional com base no World Input-Output Database (WIOD) 1995-2009. In: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2014. v. 1 (desempenho).

SHARPE, A. Why are americans more productive than canadians? **International productivity monitor**, n. 6, spring 2003.

SOLOW, R. A contribution to the theory of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, n. 70, p. 65-94, 1956.

SYVERSON, C. What determines productivity? **Journal of Economic Literature**, v. 49, n. 2, p. 326-365, 2011.

SQUEFF, G. C.; DE NEGRI, F. Produtividade do trabalho e mudança estrutural no Brasil nos anos 2000. In: DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2014. v. 1 (desempenho).

VERDOORN, J. P. On the factors determining the growth of labor productivity. *In*: PASINETTI, L. (Org.). **Italian Economic Papers**. Oxford: Oxford University Press, 1993. v. II.

Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

Editorial

Coordenação
Ipea e ABDI

Revisão e Editoração
Njobs Comunicação

Livraria Ipea
SBS – Quadra 1 – Bloco J – Ed. BNDES, Térreo
70076-900 – Brasília – DF
Tel.: (61) 3315 5336
Correio eletrônico: livraria@ipea.gov.br

Missão do Ipea

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.

Missão da ABDI

Desenvolver ações estratégicas para a Política Industrial, promovendo o investimento produtivo, o emprego, a inovação e a competitividade da indústria brasileira.

ISBN 978-85-7811-253-0

FINATEC
FUNDAÇÃO DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO
ABDI
Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
ipea
Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
Secretaria de Assuntos Estratégicos