CAPÍTULO 3

IMPACTO DAS BARREIRAS COMERCIAIS SOBRE A PRODUTIVIDADE DA INDÚSTRIA BRASILEIRA

Alexandre Messa[1]

1 INTRODUÇÃO

No atual cenário competitivo global, é notório o fato de que as cadeias produtivas se encontram cada vez mais fragmentadas, fazendo com que o comércio internacional de bens intermediários ocupe um papel relevante na competitividade das economias. Porém, ao se examinar os dados relativos ao comércio internacional brasileiro, alguns números chamam atenção.

A tabela 1[2] reporta a evolução das tarifas médias de bens intermediários no Brasil e em países em desenvolvimento selecionados ao longo do período compreendido entre 2003 e 2012. A partir desses dados, dois fatos se destacam. Em primeiro lugar, nota-se uma tendência de aumento do protecionismo tarifário no país a partir de 2006, após uma tendência de queda até então. Em segundo lugar, percebe-se que, no âmbito da amostra selecionada, o Brasil é o país que apresenta a maior tarifa média – superior, inclusive, à Argentina, parceira do Mercado Comum do Sul (Mercosul). Concomitantemente, ainda pela tabela 1, observa-se uma queda da participação de bens intermediários na pauta de importação brasileira de 60,3% a 51,5%, ao longo do período.

Sob outra perspectiva, a literatura de produtividade no nível da firma tem apontado a importação de bens intermediários e de capital como uma importante fonte de aquisição de tecnologia. Nesse sentido, Vogel e Wagner (2010) reportam as firmas que tanto importam como exportam como as mais produtivas, seguidas, por ordem decrescente de produtividade, daquelas que apenas importam, que apenas exportam e que nem importam, nem exportam. Naturalmente, há um fenômeno de seleção envolvido, no sentido de que as firmas mais produtivas são as mais capazes de se inserir no comércio internacional e realizar importações. No entanto, a literatura mostra que a causalidade também ocorre no sentido inverso, permitindo à firma importadora ganhos de produtividade por meio de tecnologia

1. Técnico de planejamento e pesquisa do Ipea.
2. Os dados apresentados na tabela 1 foram extraídos de Carneiro (2014).

incorporada nos insumos e uma eventual maior qualidade e variedade.[3] Nesse sentido, o importante estudo de Amiti e Konings (2007) envolvendo firmas industriais na Indonésia mostra que uma queda de 10% nas tarifas de importação leva, em média, a um ganho de produtividade de 12% para as firmas importadoras.

TABELA 1
Evolução da proteção tarifária e participação dos bens intermediários no total das importações brasileiras (2003-2012)
(Em %)

	Evolução da proteção tarifária									
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Argentina	12,37	9,84	8,68	8,71	8,83	7,57	7,52	9,37	7,72	7,69
Brasil	12,01	10,84	9,87	9,78	9,86	9,95	10,64	10,75	10,82	10,96
China	9,44	8,85	8,03	7,88	7,55	7,30	6,86	6,70	6,93	-
Colômbia	-	9,92	9,89	9,38	8,93	8,87	8,84	9,35	5,06	3,13
Índia	-	28,52	16,48	14,62	9,36	9,55	-	-	-	-
Indonésia	-	-	-	-	-	-	3,72	3,98	-	-
Malásia	6,56	-	7,49	6,13	5,68	5,45	5,07	-	-	-
México	15,25	6,35	5,58	4,71	-	3,59	3,07	4,35	-	-
Filipinas	-	-	-	-	4,10	4,22	4,20	4,17	-	-
Coreia do Sul	-	10,06	-	10,11	9,67	-	9,61	10,34	-	-
Tailândia	10,36	-	6,09	6,09	5,05	5,03	5,07	-	-	-
	Participação nas importações brasileiras									
Bens intermediários	60,3	60,1	58,1	56,0	50,4	54,2	53,4	52,5	51,2	51,5

Fonte: Carneiro (2014).

A partir dessa motivação, o objetivo deste trabalho é analisar o impacto das barreiras comerciais sobre a produtividade da indústria brasileira ao longo do período compreendido entre 1999 e 2012. Para tal, procede-se em três 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, por um lado, a identificação dos determinantes da produtividade para a firma média de cada setor e, por outro, a estimação da produtividade total dos fatores (PTF), para cada uma das firmas. O segundo passo consiste na identificação do efeito das barreiras comerciais sobre a PTF das firmas. Para tal, consideram-se, por um lado, tanto as barreiras tarifárias quantos as não tarifárias e, por outro, tanto as barreiras sobre importação de insumos das firmas quanto as sobre importação

3. Ver, por exemplo, Andersson, Lööf e Johansson (2008); Castellani, Serti e Tomasi (2010); e Altomonte e Békés (2008).

de seus produtos em concorrência a elas.[4] Finalmente, o terceiro passo consiste na agregação dos resultados setoriais, com vistas a verificar a importância de cada determinante para a indústria agregada.

O capítulo mostra que, ao longo de 1999 a 2012, a indústria apresentou uma queda em sua produtividade do trabalho equivalente a, em média, 0,22% ao ano (a.a.).[5] Essa queda se deve especialmente a uma expansão do valor agregado inferior ao do pessoal ocupado (3,85% ante 4,08%, respectivamente). Essa menor expansão do valor agregado ocorre concomitantemente a uma grande expansão do estoque de capital, levando a um aumento da relação capital-trabalho de 5,13% a.a.

Em seguida, foram estimadas as funções de produção para cada setor a dois dígitos da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (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 cinco 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. Em segundo lugar, o efeito das barreiras comerciais sobre a PTF das firmas. O terceiro fator é a relação capital-trabalho: uma maior intensidade de capital por trabalhador tende a gerar um efeito positivo sobre a produtividade do trabalho. O quarto fator consiste na escala de produção: caso a firma apresente retornos decrescentes de escala, um aumento desta levaria a uma queda na produtividade do trabalho, enquanto uma menor escala da firma implicaria uma maior produtividade. Naturalmente, o inverso ocorre caso a firma apresente retornos crescentes de escala. Finalmente, o quinto 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.

Essa decomposição revelou dois fenômenos por trás da queda da produtividade. Por um lado, o aumento na relação capital-trabalho influenciou positivamente a produtividade do trabalho. Por outro, as barreiras comerciais exerceram um efeito negativo em dois sentidos. Em primeiro lugar, por meio de um efeito negativo de primeira ordem sobre a produtividade do trabalho. Além disso, as barreiras exerceram um efeito de segunda ordem, reduzindo o efeito positivo da maior intensidade de capital. Em outras palavras, o efeito positivo da maior relação capital-trabalho resultou menor do que seria caso as barreiras permanecessem constantes. Esses efeitos combinados produziram uma queda na produtividade do trabalho equivalente a 0,22% a.a.

4. Os dados referentes ao imposto de importação e às barreiras não tarifárias foram extraídos da base Trade Analysis and Information System (Trains), da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (Unctad).

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

O capítulo mostra ainda que esse comportamento observado na indústria agregada é comum ao longo dos setores. De fato, em todos eles o aumento na relação capital-trabalho exerceu um efeito positivo sobre a produtividade do trabalho, enquanto que em mais da metade dos setores se observou um efeito negativo por parte das barreiras comerciais.

Para lograr os objetivos traçados, este trabalho compreende cinco sessões, além desta introdução. A segunda seção descreverá a construção das variáveis e sintetizará as estatísticas pertinentes para as conclusões do capítulo. 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 DADOS E CONSTRUÇÃO DAS VARIÁVEIS

Esta seção se divide em três subseções. A primeira delas abordará os dados referentes à produção das firmas. A segunda e a terceira descreverão a construção das variáveis referentes às barreiras tarifárias e não tarifárias, respectivamente.

2.1 Dados de produção

Para as informações relacionadas à produção das firmas, foi utilizada a PIA referente ao período compreendido entre 1999 e 2012. 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 2 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 1999 e 2012, a indústria apresentou uma queda de 0,22% a.a. em sua produtividade do trabalho. Comparando-se a terceira e a quinta coluna, percebe-se que essa queda de produtividade se deu especialmente em virtude de um crescimento do número de trabalhadores superior ao do valor agregado.

As duas últimas linhas da tabela 2 sintetizam o número de setores que tiveram variações positivas e negativas ao longo das variáveis. Assim, percebe-se que, na contramão do agregado, mais da metade dos setores apresentaram um crescimento da produtividade no período. Dessa forma, um setor que se mostrou fundamental para a queda da produtividade agregada foi o de fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool, cuja expansão da força de trabalho foi mais que o dobro da expansão do valor agregado. Digno de nota também é o setor de impressão e reprodução de gravações, que apresentou um encolhimento ao longo do período, com queda tanto do valor agregado quanto do número de trabalhadores.

TABELA 2
Variações para o setor agregado (1999-2012)

Setores	Produtividade	Valor agregado	Estoque de capital	Pessoal ocupado	Relação capital-trabalho
Indústria (%)[1]	-0,22	3,85	9,43	4,08	5,13
Extração de carvão mineral (%)[1]	-0,97	2,44	16,41	3,44	12,53
Extração de petróleo e serviços relacionados (%)[1]	9,27	35,02	38,77	23,56	12,31
Extração de minerais metálicos (%)[1]	-6,00	2,99	15,72	9,57	5,62
Extração de minerais não metálicos (%)[1]	2,01	6,09	9,71	3,99	5,50
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas (%)[1]	-1,77	3,25	8,74	5,11	3,45
Fabricação de produtos do fumo (%)[1]	0,63	0,85	3,35	0,22	3,13
Fabricação de produtos têxteis (%)[1]	0,54	1,93	5,08	1,39	3,64
Confecção de artigos de vestuário e acessórios (%)[1]	3,44	7,98	6,76	4,39	2,27
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados (%)[1]	1,51	4,74	7,28	3,18	3,97
Fabricação de produtos de madeira (%)[1]	2,43	2,72	5,96	0,29	5,66
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel (%)[1]	2,10	4,13	6,94	1,99	4,85
Impressão e reprodução de gravações (%)[1]	-3,04	-6,92	1,46	-4,00	5,69
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool (%)[1]	-3,40	2,26	20,06	5,86	13,42
Fabricação de produtos químicos (%)[1]	-0,66	1,85	5,88	2,53	3,27
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico (%)[1]	-0,63	3,96	8,83	4,62	4,02
Fabricação de produtos de minerais não metálicos (%)[1]	1,41	5,08	5,87	3,61	2,18
Metalurgia básica (%)[1]	-0,38	2,41	8,15	2,80	5,21
Fabricação de produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos (%)[1]	-1,20	4,12	8,33	5,39	2,79
Fabricação de máquinas e equipamentos (%)[1]	0,93	6,56	4,49	5,57	-1,03
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática (%)[1]	14,35	25,12	8,11	9,43	-1,20
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos (%)[1]	-1,63	3,13	8,15	4,84	3,16
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações (%)[1]	8,41	12,17	2,47	3,46	-0,96
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios (%)[1]	-1,00	3,70	10,67	4,75	5,65
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias (%)[1]	3,77	8,32	6,84	4,38	2,36
Fabricação de outros equipamentos de transporte (%)[1]	-0,71	9,19	15,59	9,98	5,10
Fabricação de móveis e indústrias diversas (%)[1]	2,04	5,62	7,23	3,50	3,60
Número de setores com variação positiva	14	25	26	25	23
Número de setores com variação negativa	12	1	0	1	3

Fonte: Pesquisa Industrial Anual (PIA).
Elaboração do autor.
Nota: [1] Ao ano.

A tabela 3 apresenta a expansão do número de firmas entre 1999 e 2012, e algumas das mesmas informações da tabela 2, porém em médias por firma – ou seja, a terceira coluna da tabela 3, por exemplo, reporta a expansão do valor agregado médio, por firma, ao longo do período. Por meio dos dados da tabela 3, nota-se que, por trás dos números agregados da tabela 2, há uma expansão do número de firmas de 3,42% a.a.[6] Assim, ao se observar a firma média, tem-se um quadro diferente do agregado, com uma quase estabilidade tanto do valor agregado quanto do número de trabalhadores. Dessa forma, observa-se que o aumento significativo nessas variáveis ao longo do período analisado (tabela 2) foi consequência mais do aumento do número de firmas industriais do que propriamente de um aumento no tamanho dessas firmas.

TABELA 3
Variações do número de firmas e das respectivas variáveis por firma (1999-2012)

Setores	Número de firmas	Valor agregado	Estoque de capital	Pessoal ocupado
Indústria (%)[1]	3,42	0,42	5,81	0,64
Extração de carvão mineral (%)[1]	0,00	2,44	16,41	3,44
Extração de petróleo e serviços relacionados (%)[1]	19,72	12,78	15,91	3,21
Extração de minerais metálicos (%)[1]	4,99	-1,91	10,22	4,36
Extração de minerais não metálicos (%)[1]	2,78	3,22	6,74	1,18
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas (%)[1]	2,76	0,48	5,82	2,29
Fabricação de produtos do fumo (%)[1]	0,71	0,14	2,63	-0,49
Fabricação de produtos têxteis (%)[1]	3,02	-1,06	1,99	-1,59
Confecção de artigos de vestuário e acessórios (%)[1]	4,69	3,14	1,97	-0,29
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados (%)[1]	3,87	0,84	3,28	-0,66
Fabricação de produtos de madeira (%)[1]	0,12	2,60	5,83	0,17
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel (%)[1]	2,32	1,77	4,52	-0,32
Impressão e reprodução de gravações (%)[1]	-1,69	-5,32	3,20	-2,35
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool (%)[1]	1,75	0,50	18,00	4,04
Fabricação de produtos químicos (%)[1]	2,36	-0,50	3,44	0,16
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico (%)[1]	4,16	-0,19	4,48	0,44
Fabricação de produtos de minerais não metálicos (%)[1]	3,67	1,36	2,13	-0,05
Metalurgia básica (%)[1]	3,15	-0,72	4,85	-0,34

(Continua)

6. Deve-se ter em conta que, conforme exposto na *Introdução*, este 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.

(Continuação)

Setores	Número de firmas	Valor agregado	Estoque de capital	Pessoal ocupado
Fabricação de produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos (%)[1]	5,49	-1,29	2,70	-0,09
Fabricação de máquinas e equipamentos (%)[1]	4,69	1,78	-0,19	0,84
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática (%)[1]	3,63	20,74	4,32	5,59
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos (%)[1]	4,32	-1,14	3,67	0,50
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações (%)[1]	2,46	9,47	0,00	0,97
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios (%)[1]	4,96	-1,20	5,43	-0,20
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias (%)[1]	2,51	5,67	4,22	1,82
Fabricação de outros equipamentos de transporte (%)[1]	5,57	3,44	9,49	4,18
Fabricação de móveis e indústrias diversas (%)[1]	2,53	3,01	4,58	0,94
Número de setores com variação positiva	25	17	25	16
Número de setores com variação negativa	1	9	1	10

Fonte: PIA.
Elaboração do autor.
Nota: [1] Ao ano.

2.2 Barreiras tarifárias

Os dados referentes ao imposto de importação foram extraídos da base Trade Analysis and Information Systen (Trains), da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (Unctad). A base em questão fornece as tarifas de importação brasileiras incidentes sobre os produtos referentes a cada categoria, a três dígitos da International Standard Industrial Classification (Isic), revisão 3. O passo seguinte, então, foi fazer a correspondência da classificação Isic com a Cnae.[7] A tabela 4 apresenta os valores das tarifas médias incidentes sobre o produto de cada setor, a dois dígitos da Cnae, para 1999 e 2012.

Por sua vez, para a identificação da tarifa incidente sobre os insumos de cada setor, utilizou-se a matriz insumo-produto (MIP) de 2005. Com isso, tendo em vista a análise de insumo-produto em relação a uma economia desagregada em n setores, definem-se: q, um vetor $n \times 1$ de produtos setoriais; A, uma matriz $n \times n$ de coeficientes técnicos; e f, um vetor $n \times 1$ de demanda final pelo produto de cada setor. Então, o vetor q de produtos setoriais pode ser expresso pela equação $q = Aq + f$.

7. Para tal, utilizou-se a correspondência entre as duas classificações fornecida pela Comissão Nacional de Classificação (Concla).

Por outro lado, seja θ um vetor $n \times 1$ de tarifas médias de importação incidentes sobre o produto de cada atividade. Então, sobre a cadeia produtiva de cada uma das atividades, incide-se um total de tarifas equivalente a $A'(i + \theta)$, em que i representa um vetor unitário $n \times 1$.

Dessa forma, identificam-se as tarifas incidentes sobre os insumos de cada atividade econômica do Sistema de Contas Nacionais (SCN). O passo seguinte, então, é fazer a correspondência entre a classificação de atividades do SCN e os setores a três dígitos da Cnae.[8] A tabela 4 apresenta também os valores das tarifas médias incidentes sobre os insumos de cada setor, a dois dígitos da Cnae, para 1999 e 2012.

A última linha da tabela 4 reporta o número de setores que apresentaram variações positivas das tarifas médias incidentes sobre seus produtos e insumos. Percebe-se um número muito pequeno em ambos os casos, levando à conclusão de que, no que se refere ao período compreendido entre 1999 e 2012, para quase a totalidade dos setores, houve uma queda da tarifa de importação incidente tanto sobre seus produtos quanto sobre seus insumos.

TABELA 4
Tarifas médias incidentes sobre o produto e os insumos de cada setor a dois dígitos da Cnae (1999 e 2012)

Setores	Tarifa média incidente sobre o produto		Tarifa média incidente sobre os insumos	
	1999	2012	1999	2012
Extração de carvão mineral (%)[1]	0,00	0,00	12,18	11,32
Extração de petróleo e serviços relacionados (%)[1]	1,13	0,00	9,61	8,60
Extração de minerais metálicos (%)[1]	5,41	2,41	10,22	9,05
Extração de minerais não metálicos (%)[1]	6,94	3,81	12,18	11,32
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas (%)[1]	16,93	13,92	10,48	8,32
Fabricação de produtos do fumo (%)[1]	21,33	18,33	16,05	13,91
Fabricação de produtos têxteis (%)[1]	20,40	25,30	12,99	13,91
Confecção de artigos de vestuário e acessórios (%)[1]	22,31	31,26	19,11	23,52
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados (%)[1]	22,72	25,38	15,12	13,81
Fabricação de produtos de madeira (%)[1]	12,65	9,83	10,75	8,76
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel (%)[1]	16,36	13,34	11,38	9,85
Impressão e reprodução de gravações (%)[1]	10,13	7,72	13,33	10,57
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool (%)[1]	8,33	5,35	5,36	3,60

(Continua)

8. Para tal, utilizou-se novamente a correspondência entre as duas classificações fornecida pela Concla.

(Continuação)

Setores	Tarifa média incidente sobre o produto		Tarifa média incidente sobre os insumos	
	1999	2012	1999	2012
Fabricação de produtos químicos (%)[1]	13,27	10,00	10,89	8,31
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico (%)[1]	18,02	14,78	13,61	11,31
Fabricação de produtos de minerais não metálicos (%)[1]	13,35	9,73	8,91	8,31
Metalurgia básica (%)[1]	13,69	10,45	9,79	8,56
Fabricação de produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos (%)[1]	19,12	15,52	13,74	11,33
Fabricação de máquinas e equipamentos (%)[1]	18,19	13,42	15,52	12,69
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática (%)[1]	18,13	12,31	17,31	12,00
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos (%)[1]	18,04	14,46	13,98	11,58
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações (%)[1]	18,07	12,43	17,00	12,49
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios (%)[1]	17,78	13,50	14,97	12,19
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias (%)[1]	22,73	22,28	17,40	15,42
Fabricação de outros equipamentos de transporte (%)[1]	17,55	14,44	14,96	11,32
Fabricação de móveis e indústrias diversas (%)[1]	20,76	17,71	14,37	12,21
Setores com variações positivas	-	3	-	2

Fonte: PIA.
Elaboração do autor.
Nota: [1]Ao ano.

2.3 Barreiras não tarifárias

A base de dados Trains reporta a eventual existência de barreiras não tarifárias[9] (BNTs) à importação de cada produto pelo Sistema Harmonizado de Designação e Codificação de Mercadorias (SH), da Organização Mundial das Alfândegas (OMA). A partir dessas informações, criou-se uma variável binária b para cada produto que assume o valor unitário, caso o produto em questão apresente algum tipo de barreira não tarifária de importação – e zero, naturalmente, caso o produto não apresente qualquer barreira.

Seja, então, $j = 1, \dots, J$ os produtos referentes a um dado setor i a quatro dígitos da Cnae. Então, criou-se um índice de barreira não tarifária do setor em questão, ntm_i, a partir da média de b para o setor – isto é:

$$ntm_i = \frac{\sum_{j=1}^{J} b_j}{J}. \quad (1)$$

9. Tais barreiras não tarifárias (BNTs) se referem à eventual existência de exigências sanitárias, barreiras técnicas, inspeção pré-embarque, medidas de controle de preços e controle de quotas, medidas paratarifárias, medidas financeiras, medidas anticompetitivas e medidas de investimento relacionadas ao comércio.

Pela fórmula (1), percebe-se que $ntm_i \in [0,1]$, sendo $ntm_i = 0$ caso nenhum dos produtos do setor apresente algum tipo de BNT; $ntm_i = 1$ caso todos os seus produtos a apresentem; e $0 < ntm_i < 1$ caso alguns produtos a apresentem, mas não sua totalidade.

Assim, identifica-se um índice mensurando-se a BNT incidente sobre o produto de cada setor, a quatro dígitos da Cnae. A tabela 5 exibe os valores dos índices em questão para cada setor, a dois dígitos da Cnae, para 1999 e 2012.[10]

Para calcular o índice referente às BNTs incidentes sobre os insumos setoriais, o procedimento realizado foi semelhante àquele feito para as tarifas, apenas substituindo o vetor θ por um vetor ntm, $n \times 1$, do índice de BNTs incidentes sobre o produto de cada atividade do SCN. Os resultados encontrados são sintetizados ainda na tabela 5.

A última linha da tabela 5 reporta o número de setores que apresentaram variações positivas nas BNTs incidentes sobre seus produtos e insumos. Em contraste ao observado no caso das tarifas, percebe-se um número muito grande em ambos os casos, levando à conclusão de que, no que se refere ao período compreendido entre 1999 e 2012, para quase a totalidade dos setores, houve um aumento das BNTs de importação tanto de seus produtos quanto de seus insumos.

TABELA 5
Índice de BNTs incidentes sobre o produto e os insumos de cada setor a dois dígitos da Cnae (1999 e 2012)

Setores	Índice de BNTs incidentes sobre o produto		Índice de BNTs incidentes sobre os insumos	
	1999	2012	1999	2012
Extração de carvão mineral	0,00	0,43	0,28	0,47
Extração de petróleo e serviços relacionados	1,00	1,00	0,37	0,41
Extração de minerais metálicos	0,17	0,21	0,23	0,36
Extração de minerais não metálicos	0,27	0,55	0,28	0,47
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	0,84	0,94	0,85	0,68
Fabricação de produtos do fumo	0,86	0,86	0,76	0,82
Fabricação de produtos têxteis	0,13	0,71	0,31	0,69
Confecção de artigos de vestuário e acessórios	0,16	0,82	0,15	0,86
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	0,11	0,47	0,45	0,75

(Continua)

10. Com relação aos dados referentes às BNTs, este trabalho utilizou os anos de 1999, 2001, 2003, 2004, 2005, 2008, 2010 e 2012, uma vez que a qualidade dos dados para esses anos se mostra mais homogênea que a dos demais anos.

(Continuação)

Setores	Índice de BNTs incidentes sobre o produto		Índice de BNTs incidentes sobre os insumos	
	1999	2012	1999	2012
Fabricação de produtos de madeira	0,09	0,68	0,34	0,82
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,11	0,13	0,32	0,44
Impressão e reprodução de gravações	0,04	0,06	0,14	0,23
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	0,58	0,45	0,93	0,75
Fabricação de produtos químicos	0,42	0,56	0,60	0,65
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,11	0,37	0,26	0,51
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,10	0,19	0,27	0,39
Metalurgia básica	0,10	0,08	0,27	0,37
Fabricação de produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	0,15	0,09	0,26	0,33
Fabricação de máquinas e equipamentos	0,21	0,23	0,33	0,38
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,03	0,07	0,24	0,27
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,13	0,14	0,34	0,41
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	0,03	0,12	0,31	0,33
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	0,16	0,17	0,32	0,39
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	0,07	0,18	0,28	0,44
Fabricação de outros equipamentos de transporte	0,34	0,32	0,43	0,43
Fabricação de móveis e indústrias diversas	0,04	0,14	0,26	0,55
Setores com variações positivas	-	19	-	23

Fonte: PIA.
Elaboração do autor.

3 O MODELO EMPÍRICO

Esta seção descreve o modelo empírico utilizado e os resultados encontrados. Com este intuito, a primeira subseção descreve a estimação da função de produção da firma. A subseção seguinte aborda a identificação do efeito das barreiras comerciais sobre a PTF da firma.

3.1 Estimação da função de produção

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

$$Y_{it} = A_{it} K_{it}^{\beta_k} L_{it}^{\beta_l}, \tag{2}$$

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-se o logaritmo na equação (2), tem-se:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_k k_{it} + \beta_l l_{it} + v_{it} + u_{it}, \tag{3}$$

em que as variáveis em minúsculas 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 conforme a equação (3).

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

De imediato, os parâmetros em questão podem ser estimados, a partir da equação (3), por mínimos quadrados ordinários (OLS).[11] 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.[12] Com base nessa literatura, este trabalho utilizará dois métodos de estimação da função de produção: Levinsohn e Petrin (2003)[13] e Wooldridge (2009).[14]

A tabela 6 mostra os resultados encontrados para as estimações das funções de produções setoriais, de acordo com os métodos considerados, com dados anuais de 1999 a 2012. 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 é reportado no apêndice.

11. *Ordinary least squares*.

12. Para uma revisão dessa literatura, ver Van Beveren (2012).

13. Na realidade, Levinsohn e Petrin (2003) se referem 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. Este capítulo utiliza uma adaptação do método em questão, desenvolvida em Petrin, Poi e Levinsohn (2004) para a especificação descrita pela equação (2). De qualquer forma, a variável insumos intermediários é utilizada nesta estimação como variável instrumental, e, neste capítulo, ela se refere à variável custo das operações industriais da PIA.

14. Nessa 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 6
Estimações das funções de produção setoriais (1999-2012)

Setores	Levinsohn-Petrin (2003)			Wooldridge (2009)		
	$\hat{\beta}_k$	$\hat{\beta}_l$	N	$\hat{\beta}_k$	$\hat{\beta}_l$	N
Extração de carvão mineral	0,304	0,488***	171	0,384***	0,456***	138
Extração de petróleo e serviços relacionados	-0,0727	0,537***	463	-0,0780	0,586***	346
Extração de minerais metálicos	0,273	0,180**	669	0,339***	0,0815	512
Extração de minerais não metálicos	0,211**	0,660***	6,037	0,235***	0,664***	4,603
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	0,471***	0,507***	42,527	0,380***	0,522***	32,814
Fabricação de produtos do fumo	0,337	0,462**	404	0,541***	0,504***	336
Fabricação de produtos têxteis	0,340***	0,502***	15,506	0,320***	0,487***	12,152
Confecção de artigos de vestuário e acessórios	0,0874	0,561***	39,983	0,213***	0,591***	27,435
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	0,221***	0,505***	20,543	0,233***	0,512***	14,818
Fabricação de produtos de madeira	0,298***	0,679***	15,563	0,255***	0,727***	11,066
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	0,344***	0,643***	9,044	0,287***	0,671***	7,227
Impressão e reprodução de gravações	0,423***	0,705***	8,737	0,299***	0,747***	6,465
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	0,171	0,0909**	2,191	0,217***	0,0761***	1,860
Fabricação de produtos químicos	0,516***	0,410***	18,963	0,446***	0,395***	15,435
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	0,381***	0,547***	24,720	0,286***	0,565***	19,208
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	0,498***	0,590***	25,441	0,389***	0,608***	19,131
Metalurgia básica	0,467***	0,594***	7,684	0,329***	0,584***	6,171
Fabricação de produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	0,220***	0,685***	28,023	0,227***	0,738***	20,648
Fabricação de máquinas e equipamentos	0,402***	0,626***	26,165	0,289***	0,636***	20,157
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	0,169	0,886***	1,019	0,215**	0,967***	763
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	0,458***	0,550***	9,462	0,367***	0,551***	7,370
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	0,324***	0,790***	3,291	0,316***	0,861***	2,525
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	0,376***	0,709***	4,369	0,238***	0,737***	3,395
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	0,413***	0,833***	10,754	0,347***	0,856***	8,710
Fabricação de outros equipamentos de transporte	0,109	0,743***	2,915	0,210***	0,757***	2,139
Fabricação de móveis e indústrias diversas	0,341***	0,726***	22,844	0,274***	0,766***	16,841

Fonte: PIA.
Elaboração do autor.
Obs.: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

3.2 Efeito das barreiras comerciais sobre a PTF das firmas

A partir das medidas de PTF, para cada firma, dadas por (4), estima-se a equação (5):

$$\widehat{w}_{it} = \gamma_0 + \alpha_i + \gamma_1(tarifa_produto)_{it} + \gamma_2(tarifa_insumos)_{it} + \gamma_5(bnt_produto)_{it} + \gamma_6(bnt_insumos)_{it} + \varepsilon_{it}, \quad (5)$$

em que α_i representa o efeito fixo da firma.[15] A equação (5) foi estimada por primeira-diferença,[16] utilizando-se as PTFs estimadas – tanto por Levinsohn-Petrin (2003) quanto por Wooldridge (2009) – como variável dependente. Os resultados obtidos são reportados nas tabelas 7 e 8.

Em primeiro lugar, nota-se, surpreendentemente, um efeito positivo de uma maior tarifa do produto da firma sobre sua PTF (coluna 2 das tabelas 7 e 8). Este resultado se mantém mesmo após a inclusão das demais variáveis, como se nota ao se observar as demais colunas. Este efeito positivo pode ser resultado de uma maior margem de preço que a firma consegue obter, mas que os deflatores no nível setorial não conseguem capturar.

Com relação às tarifas dos insumos, ao examinar a variável isoladamente, o efeito mostra-se ambíguo (coluna 1 das tabelas 7 e 8), possivelmente por ela estar capturando parte do efeito de uma maior margem para seus produtores nacionais. Assim, ao incluir na especificação a tarifa sobre os produtos (coluna 3 das tabelas 7 e 8), o efeito exercido pela tarifa dos insumos já se mostra invariavelmente negativo.

Por sua vez, os resultados referentes às BNTs mostram-se mais contundentes. Com relação às BNTs dos produtos, ao considerá-las isoladamente, observa-se um efeito negativo (coluna 5 das tabelas 7 e 8), que desaparece e se torna não significativo após a inclusão das BNTs dos insumos (coluna 6 das tabelas 7 e 8). Essa perda de significância possivelmente indica que o efeito negativo observado na coluna 5 seria devido mais ao efeito por meio dos insumos do que a uma menor concorrência entre os produtores. Já ao se examinar os resultados referentes às BNTs dos insumos, nota-se um efeito invariavelmente negativo.

No intuito de se analisar a significância econômica das variáveis, será utilizada a especificação preferida, obtida a partir da inclusão de todas as variáveis, cujos resultados são apresentados na coluna 9 das tabelas 7 e 8. Nota-se que o aumento de 1% nas tarifas dos insumos – ou seja, aumentando a tarifa, por exemplo, de 8% para 9% – leva a uma queda de cerca de 0,8% na produtividade das firmas. Por sua vez,

15. As observações das variáveis $(bnt_produto)_{it}$ e $(bnt_insumos)_{it}$ referentes a 2000, 2002, 2006, 2007, 2009 e 2011 foram construídas por meio de uma interpolação linear, a partir dos demais anos (ver nota de rodapé 9).

16. Conforme argumentado por De Loecker (2011), a prática comum de deflacionar a receita da firma por um índice setorial de preços pode fazer com que as estimativas da PTF das firmas contenham variações nos preços. Assim, a equação (5) é estimada por primeira-diferença, no intuito de procurar minimizar um potencial problema de correlação serial entre os componentes ε_{it}.

esse aumento na tarifa dos produtos leva a uma elevação de produtividade de cerca de 0,7%. Assim, percebe-se que, no caso das tarifas, além de os resultados serem pouco significativos economicamente, o efeito negativo do aumento na tarifa dos insumos é parcialmente compensado pelo efeito positivo da maior tarifa dos produtos.

Porém, os efeitos das BNTs são claros. De fato, nota-se que uma passagem hipotética de uma situação de completa ausência de BNTs para outra em que todos os insumos da firma tenham alguma BNT leva a uma queda de cerca de 13% a 14% de sua produtividade.

TABELA 7
Estimações dos efeitos das barreiras comerciais sobre a PTF das firmas, a partir das estimativas por Levinsohn e Petrin (1999-2012)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$(tarifa_insumos)$	0,00218*	-	-0,00684***	-	-
	(0,00122)	-	(0,00143)	-	-
$(tarifa_produto)$	-	0,00620***	0,00720***	-	-
	-	(0,000415)	(0,000481)	-	-
$(bnt_insumos)$	-	-	-	-0,150***	-
	-	-	-	(0,0130)	-
$(bnt_produto)$	-	-	-	-	-0,0466***
	-	-	-	-	(0,00988)
Observações	262.256	249.999	249.999	262.256	245.111
Firmas	51.169	49.252	49.252	51.169	48.140
Wald chi2	3,193	222,7	234,6	132,4	22,23
	-	-	-	-	-
	(6)	(7)	(8)	(9)	-
$(tarifa_insumos)$	-	0,000659	-	-0,00776***	-
	-	(0,00123)	-	(0,00145)	-
$(tarifa_produto)$	-	-	0,00640***	0,00736***	-
	-	-	(0,000417)	(0,000484)	-
$(bnt_insumos)$	-0,140***	-0,149***	-	-0,134***	-
	(0,0161)	(0,0131)	-	(0,0162)	-
$(bnt_produto)$	0,00668	-	-0,0392***	0,00896	-
	(0,0121)	-	(0,00990)	(0,0122)	-
Observações	245.111	262.256	242.330	242.330	-
Firmas	48.140	51.169	47.710	47.710	-
Wald chi2	106,0	132,7	254,3	339,5	-

Fonte: PIA.
Elaboração do autor.
Obs.: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

TABELA 8
Estimações dos efeitos das barreiras comerciais sobre a PTF das firmas, a partir das estimativas por Wooldridge (1999-2012)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
$(tarifa_insumos)$	-0,000489	-	-0,00879***	-	-
	(0,00121)	-	(0,00141)	-	-
$(tarifa_produto)$	-	0,00534***	0,00663***	-	-
	-	(0,000415)	(0,000480)	-	-
$(bnt_insumos)$	-	-	-	-0,165***	-
	-	-	-	(0,0129)	-
$(bnt_produto)$	-	-	-	-	-0,0567***
	-	-	-	-	(0,00951)
Observações	262.256	249.999	249.999	262.256	245.111
Firmas	51.169	49.252	49.252	51.169	48.140
Wald chi2	0,164	166,1	191,6	163,3	35,51
	(6)	(7)	(8)	(9)	
$(tarifa_insumos)$	-	-0,00219*	-	-0,00991***	-
	-	(0,00122)	-	(0,00144)	-
$(tarifa_produto)$	-	-	0,00551***	0,00677***	-
	-	-	(0,000417)	(0,000483)	-
$(bnt_insumos)$	-0,150***	-0,167***	-	-0,148***	-
	(0,0160)	(0,0130)	-	(0,0161)	-
$(bnt_produto)$	0,000488	-	-0,0499***	0,00303	-
	(0,0117)	-	(0,00953)	(0,0117)	-
Observações	245.111	262.256	242.330	242.330	-
Firmas	48.140	51.169	47.710	47.710	-
Wald chi2	133,3	165,6	209,2	324,5	-

Fonte: PIA.
Elaboração do autor.
Obs.: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1.

4 DECOMPOSIÇÃO DO CRESCIMENTO DA PRODUTIVIDADE

Com base em (3) e (4), a partir das estimativas $\hat{\beta}_0$, $\hat{\beta}_k$ e $\hat{\beta}_l$, obtém-se

$$y_{it} = \hat{\beta}_k k_{it} + \hat{\beta}_l l_{it} + \hat{w}_{it}. \quad (6)$$

Considere-se, então, a firma média do setor e, para uma variável X qualquer, defina-se $\bar{x}_t = \ln \bar{X}_t = \ln(\sum_i X_{it}/n_t)$, em que n_t representa o número de firmas no setor em questão, no ano t. A partir de (6), sabe-se que, para a firma média, $\bar{y}_t = \hat{\beta}_k \bar{k}_t + \hat{\beta}_l \bar{l}_t + \hat{\bar{w}}_t$. Subtraindo-se $\bar{l}_t$ em ambos os lados da equação e adicionando-se $\hat{\beta}_k \bar{l}_t - \hat{\beta}_k \bar{l}_t$ ao lado direito, tem-se $\bar{y}_t - \bar{l}_t = \hat{\beta}_k(\bar{k}_t - \bar{l}_t) + (\hat{\beta}_l + \hat{\beta}_k - 1)\bar{l}_t + \hat{\bar{w}}_t$. Definindo-se, para uma variável x qualquer,[17] $\Delta x_t = x_t - x_{t-s}$. A partir desta última equação, obtém-se

$$\Delta(\bar{y}_t - \bar{l}_t) = \hat{\beta}_k \Delta(\bar{k}_t - \bar{l}_t) + (\hat{\beta}_k + \hat{\beta}_l - 1)\Delta \bar{l}_t + \Delta \hat{\bar{w}}_t. \quad (7)$$

Por sua vez, com base na equação (5), tem-se[18]

$$\Delta \hat{\bar{w}}_t = \gamma_1 \Delta \overline{(tarıfa_produto)}_t + \gamma_2 \Delta \overline{(tarıfa_ınsumos)}_t$$

$$+\gamma_5 \Delta \overline{(bnt_produto)}_t + \gamma_6 \Delta \overline{(bnt_ınsumos)}_t + \Delta \bar{z}_t,$$

em que $\Delta \bar{z}_t$ representa a variação da PTF em decorrência de outros fatores que não as barreiras comerciais. Com isso, definindo-se $\Delta \overline{bc}_t = \gamma_1 \Delta \overline{(tarıfa_produto)}_t + \gamma_2 \Delta \overline{(tarıfa_ınsumos)}_t + \gamma_5 \Delta \overline{(bnt_produto)}_t + \gamma_6 \Delta \overline{(bnt_ınsumos)}_t$, tem-se $\Delta \hat{\bar{w}}_t = \Delta \overline{bc}_t + \Delta \bar{z}_t$.

Em seguida, fazendo-se o exponencial em ambos os lados da equação (7), definindo-se $A_t = e^{\hat{\beta}_k \Delta(\bar{k}_t - \bar{l}_t)}$, $B_t = e^{(\hat{\beta}_k + \hat{\beta}_l - 1)\Delta \bar{l}_t}$, $C_t = e^{\Delta \overline{bc}_t}$ e $D_t = e^{\Delta \bar{z}_t}$, obtém-se, após subtrair a unidade em cada lado da equação resultante,

$$\frac{\bar{Y}_t/\bar{L}_t}{\bar{Y}_{t-s}/\bar{L}_{t-s}} - 1 = A_t B_t C_t D_t - 1$$

$$= (A_t B_t C_t D_t + 3 - A_t - B_t - C_t - D_t) \quad (8)$$

$$+(A_t - 1) + (B_t - 1) + (C_t - 1) + (D_t - 1).$$

A partir da equação (8), tem-se a taxa de crescimento da produtividade da firma média decomposta em cinco fatores: *i)* $(A_t - 1)$, que representa o crescimento da produtividade decorrente da variação da relação capital-trabalho da firma, *caso os demais fatores permaneçam constantes*; *ii)* $(B_t - 1)$, que representa o crescimento da produtividade decorrente da variação de escala da firma, também caso os demais fatores permaneçam constantes; *iii)* $(C_t - 1)$, que representa o crescimento da produtividade decorrente da variação das barreiras comerciais, igualmente caso os demais fatores permaneçam constantes; *iv)* $(D_t - 1)$, que representa o crescimento

17. Ao longo deste trabalho, $t = 2012$, $s = 16$ e $(t - s) = 1999$.
18. Nessa decomposição, foi utilizada a especificação, cujos resultados são sintetizados na coluna 9 das tabelas 7 e 8.

da produtividade decorrente de variações da PTF da firma – após descontados os efeitos das barreiras comerciais –, novamente caso os demais fatores permaneçam constantes; *v)* e, finalmente, $(A_tB_tC_tD_t + 3 - A_t - B_t - C_t - D_t)$, que representa o crescimento da produtividade decorrente do efeito cruzado entre os fatores.[19]

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 uma maior produtividade do trabalho – efeito capturado pelo termo $(D_t - 1)$. Porém, esta maior PTF também magnifica os efeitos da relação capital-trabalho – ou seja: por um lado, aumenta o impacto positivo de uma maior relação capital-trabalho sobre a produtividade; por outro, aumenta o impacto negativo de uma menor relação capital-trabalho. Esses efeitos cruzados, de segunda ordem, são capturados pelo termo $(A_tB_tC_tD_t + 3 - A_t - B_t - C_t - D_t)$.

A tabela 9 mostra os resultados obtidos pela decomposição descrita pela equação (8), em termos percentuais, a partir de Levinsohn e Petrin (2003).[20] Para facilitar a visualização do sentido de influência de cada fator, esse percentual conservou o sinal do efeito – isto é, os valores reportados foram obtidos a partir dos respectivos efeitos (decomposição do lado direito da equação (8), divididos por $|(\overline{Y}_t/\overline{L}_t)/(\overline{Y}_{t-s}/\overline{L}_{t-s}) - 1|$).

As duas últimas linhas da tabela 9 sintetizam o número de setores que tiveram tais efeitos positivos ou negativos. Nota-se que quase a totalidade dos setores apresentou um efeito positivo a partir de uma maior relação capital-trabalho. Com relação aos demais efeitos, as influências exercidas mostram-se mais ambíguas.

---

19. 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 $C_t = D_t = 1$, de tal forma que o termo do efeito cruzado se torne $(A_tB_t - A_t - B_t + 1)$. Por outro lado, tome uma função contínua qualquer $f(x, y)$. Pelos princípios do cálculo, sabe-se que $\partial^2 f(x,y)/\partial x \partial y \approx \delta^{-1}\epsilon^{-1}[f(x+\delta, y+\epsilon) - f(x, y+\epsilon) - f(x+\delta, y) + f(x,y)]$. Fazendo $f(x,y) = e^{\widehat{\beta}_k x} e^{(\widehat{\beta}_k + \widehat{\beta}_l - 1)y}$, $x = y = 0$, $\delta = \Delta(\overline{k}_{it} - \overline{l}_{it})$ e $\epsilon = \Delta\overline{l}_{it}$, tem-se $\partial^2 f(x,y)/\partial x \partial y \approx \delta^{-1}\epsilon^{-1}(A_tB_t - A_t - B_t + 1)$.

20. Os resultados análogos obtidos por meio de Wooldridge (2009) são reportados na tabela A.1.

TABELA 9
Efeitos por setores a partir de Levinsohn e Petrin (1999-2012)

Setores	Efeito capital--trabalho	Efeito escala	Efeito barreiras	Efeito PTF	Efeito cruzado
Extração de carvão mineral (%)[1]	512,1	-73,6	-370,3	81,2	-249,4
Extração de petróleo e serviços relacionados (%)[1]	-4,5	-8,6	117,6	10,9	-15,4
Extração de minerais metálicos (%)[1]	40,1	-48,1	-113,7	66,7	-45,0
Extração de minerais não metálicos (%)[1]	53,1	-6,5	40,0	6,7	6,7
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas (%)[1]	113,5	-3,1	-170,7	3,2	-42,9
Fabricação de produtos do fumo (%)[1]	169,6	15,0	-60,2	-14,8	-9,6
Fabricação de produtos têxteis (%)[1]	238,6	46,3	-116,9	-44,7	-23,3
Confecção de artigos de vestuário e acessórios (%)[1]	4,6	2,4	92,8	-2,3	2,6
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados (%)[1]	54,9	11,1	40,0	-10,8	4,8
Fabricação de produtos de madeira (%)[1]	64,7	-0,1	28,1	0,1	7,2
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel (%)[1]	76,0	0,2	19,1	-0,2	4,9
Impressão e reprodução de gravações (%)[1]	110,5	-11,9	-151,7	12,4	-59,3
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool (%)[1]	91,6	-87,4	-141,7	131,6	-94,0
Fabricação de produtos químicos (%)[1]	294,6	-1,9	-312,8	1,9	-81,9
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico (%)[1]	275,3	-5,2	-304,1	5,3	-71,2
Fabricação de produtos de minerais não metálicos (%)[1]	74,7	-0,3	21,8	0,3	3,5
Metalurgia básica (%)[1]	762,9	-5,7	-619,1	5,7	-243,8
Fabricação de produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos (%)[1]	56,8	0,8	-144,1	-0,8	-12,8
Fabricação de máquinas e equipamentos (%)[1]	-40,8	2,4	149,2	-2,4	-8,4
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática (%)[1]	-0,5	0,8	103,4	-0,7	-2,9
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos (%)[1]	107,6	0,3	-170,0	-0,3	-37,5
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações (%)[1]	-2,0	0,7	106,6	-0,7	-4,6
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios (%)[1]	254,4	-1,8	-265,4	1,8	-89,0
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias (%)[1]	21,2	9,4	68,9	-8,9	9,4
Fabricação de outros equipamentos de transporte (%)[1]	83,0	-85,5	-169,6	93,1	-20,9
Fabricação de móveis e indústrias diversas (%)[1]	56,2	2,7	37,0	-2,7	6,8
Número de setores com variação positiva	22	12	12	15	8
Número de setores com variação negativa	4	14	14	11	18

Fonte: PIA.
Elaboração do autor.
Nota: [1] Sobre o total.

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,

$$\frac{Y_t}{L_t} = \sum_j \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} \frac{L_{jt}}{L_t} = \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}}, \tag{9}$$

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[21]

$$\begin{aligned}
\frac{Y_t}{L_t} - \frac{Y_{t-s}}{L_{t-s}} &= \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} - \sum_j \theta_{jt-1} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} = \sum_j \left(\theta_{jt} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} - \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \right) \\
&= \sum_j \left(\theta_{jt} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} - \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} + \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} - \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \right) \\
&= \sum_j \left[\theta_{jt} \left(\frac{Y_{jt}}{L_{jt}} - \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \right) + \left(\theta_{jt} - \theta_{jt-s} \right) \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \right] \\
&= \sum_j \theta_{jt} \left(\frac{Y_{jt}}{L_{jt}} - \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \right) + \sum_j \left(\theta_{jt} - \theta_{jt-s} \right) \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}}.
\end{aligned} \tag{10}$$

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 entressetores. Considerando-se, então, o argumento do primeiro somatório, obtém-se

$$\theta_{jt} \left(\frac{Y_{jt}}{L_{jt}} - \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \right) = \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(\frac{Y_{jt}/L_{jt}}{Y_{jt-s}/L_{jt-s}} - 1 \right) = \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(\frac{\overline{Y}_{jt}/\overline{L}_{jt}}{\overline{Y}_{jt-s}/\overline{L}_{jt-s}} - 1 \right). \tag{11}$$

Substituindo-se (8) em (11) e esta em (10), tem-se

$$\begin{aligned}
\frac{Y_t}{L_t} - \frac{Y_{t-s}}{L_{t-s}} = &\text{ (Efeito capital} - \text{trabalho)} + \text{(Efeito escala)} + \text{(Efeito barreiras)} \\
&+ \text{(Efeito PTF)} + \text{(Efeito cruzado)} + \text{(Efeito } \textit{share}\text{)},
\end{aligned} \tag{12}$$

21. A decomposição em (8) pode ser feita, alternativamente, adicionando-se $\left(-\theta_{jt-s} Y_{jt}/L_{jt} + \theta_{jt-s} Y_{jt}/L_{jt}\right)$ à segunda linha. O resultado consequente será exposto em (13).

em que

$$
\begin{aligned}
&\text{(Efeito capital} - \text{trabalho)} = \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(A_{jt} - 1\right); \\
&\text{(Efeito escala)} = \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(B_{jt} - 1\right); \\
&\text{(Efeito barreiras)} = \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(C_{jt} - 1\right); \\
&\text{(Efeito PTF)} = \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(D_{jt} - 1\right); \\
&\text{(Efeito cruzado)} = \sum_j \theta_{jt} \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}} \left(A_{jt} B_{jt} C_{jt} D_{jt} + 3 - A_{jt} - B_{jt} - C_{jt} - D_{jt}\right); \text{ e} \\
&\text{(Efeito } share\text{)} = \sum_j \left(\theta_{jt} - \theta_{jt-s}\right) \frac{Y_{jt-s}}{L_{jt-s}}.
\end{aligned}
\tag{12}
$$

Alternativamente, a decomposição em (10) pode ser feita adicionando-se $\left(-\theta_{jt-s}\, Y_{jt}/L_{jt} + \theta_{jt-s}\, Y_{jt}/L_{jt}\right)$ à segunda linha. Como resultado, obter-se-ia:

$$
\begin{aligned}
&\text{(Efeito capital} - \text{trabalho)} = \sum_j \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} \left(A_{jt} - 1\right); \\
&\text{(Efeito escala)} = \sum_j \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} \left(B_{jt} - 1\right); \\
&\text{(Efeito barreiras)} = \sum_j \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} \left(C_{jt} - 1\right); \\
&\text{(Efeito PTF)} = \sum_j \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} \left(D_{jt} - 1\right); \\
&\text{(Efeito cruzado)} = \sum_j \theta_{jt-s} \frac{Y_{jt}}{L_{jt}} \left(A_{jt} B_{jt} C_{jt} D_{jt} + 3 - A_{jt} - B_{jt} - C_{jt} - D_{jt}\right); \text{e} \\
&\text{(Efeito } share\text{)} = \sum_j \left(\theta_{jt} - \theta_{jt-s}\right) \frac{Y_{jt}}{L_{jt}}.
\end{aligned}
\tag{13}
$$

A tabela 10 reporta os resultados obtidos a partir das decomposições em (13) e (14).[22] Destaca-se, por um lado, uma influência positiva por parte da relação capital-trabalho; por outro, uma influência negativa a partir das barreiras comerciais. Além disso, as maiores barreiras exercem um efeito negativo de segunda ordem, reduzindo o efeito positivo da maior intensidade de capital – conforme sintetizado pelo efeito cruzado. Finalmente, as influências exercidas pelos efeitos de escala, de PTF e de *share* mostraram-se de menor relevância para o período em questão.

22. Os resultados reportados na tabela 9 consistem nos respectivos lados direito de (13) e (14), divididos por $\left|\left(Y_t/L_t\right) - \left(Y_{t-s}/L_{t-s}\right)\right|$, e multiplicados por 100.

TABELA 10
Efeitos agregados (1996-2012)
(Em % do total)

	Efeitos dados por (12)		Efeitos dados por (13)	
	Levinsohn-Petrin (2003)	Wooldridge (2009)	Levinsohn-Petrin (2003)	Wooldridge (2009)
Efeito capital-trabalho	302,9	343,6	317,2	381,0
Efeito escala	-56,8	-43,1	-65,3	-50,9
Efeito barreiras	-264,8	-310,0	-286,2	-349,6
Efeito PTF	86,1	59,6	98,8	70,6
Efeito cruzado	-126,6	-110,7	-137,1	-125,7
Efeito *share*	-40,7	-39,3	-27,3	-25,5

Fonte: PIA.
Elaboração do autor.

6 CONCLUSÕES E IMPLICAÇÕES PARA POLÍTICAS PÚBLICAS

Este trabalho procurou investigar os determinantes da queda da produtividade do trabalho da indústria no período recente. Mostrou-se que o principal fator para tal foi o aumento das barreiras não tarifárias observado na quase totalidade dos setores, mais que compensando o efeito positivo sobre a produtividade exercido pela maior intensidade de capital.

Esses resultados levantam uma questão importante no que diz respeito à produtividade dos investimentos na economia brasileira. De fato, a literatura reconhece a relevância da introdução de inovações tecnológicas no processo produtivo de forma incorporada nas novas gerações de máquinas e equipamentos (o chamado progresso técnico incorporado), o que tenderia a levar a uma resposta positiva por parte da PTF das firmas a investimentos em capital físico. Porém, o que se observa na indústria brasileira é uma queda da PTF – quando se somam os efeitos das barreiras comerciais aos da PTF –, concomitante a um significativo aprofundamento do capital. Portanto, a indústria não está logrando assimilar o potencial de inovações tecnológicas a partir dos investimentos realizados por ela. Dessa forma, torna-se necessária uma investigação mais profunda acerca da relação entre investimentos e PTF na indústria brasileira. Messa (2015), por exemplo, é um possível caminho nesse sentido.

Em termos de implicações de políticas públicas para a produtividade da indústria, os resultados apresentados apontam para a importância de se rever a trajetória da política comercial brasileira. Nesse sentido, um fenômeno comum a vários países em desenvolvimento foi a implementação de reformas comerciais a partir da década de 1980, com vistas a se reduzir o viés antiexportador dessas economias. Nesse contexto, um instrumento largamente utilizado, e incentivado

por organismos internacionais, foi a adoção de regimes especiais de importação e tributação. Tais regimes constituiriam uma solução de *second-best*, que, por um lado, se mostrava politicamente mais viável que outras alternativas e, por outro, possibilitava uma abertura gradual da economia.

De fato, ao longo das últimas décadas, o Brasil adotou vários desses instrumentos, tais como: o Regime Aduaneiro Especial de *Drawback*; o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação (Repes); o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras (Recap); a Zona de Processamento de Exportação (ZPE); o Regime Aduaneiro Especial de Importação de Petróleo Bruto e seus Derivados (Repex); o Regime Aduaneiro Especial de Entreposto Industrial sob Controle Aduaneiro Informatizado (Recof); e o Regime Especial de Reintegração de Valores Tributários para Empresas Exportadoras (Reintegra). A adoção desses instrumentos possibilitou a convivência de tarifas de importação de insumos intermediários superiores às de vários países em desenvolvimento – superiores, inclusive, às de parceiros do Mercosul (Carneiro, 2014) –, concomitante à presença de empresas exportadoras com alta produtividade.

Apesar de sua efetividade, não se pode perder de vista que tais instrumentos constituem soluções de *second-best* e não substituem, para o bem da produtividade da indústria como um todo, as soluções de fato *first-best*. Por exemplo, é notória a utilização de vários instrumentos de regimes especiais de importação por parte dos países do Leste Asiático, que adotaram uma estratégia orientada à exportação. Porém, a partir das décadas de 1980 e 1990 – conforme o país em questão –, as distorções começaram a ser contornadas, fazendo com que, já em 2000, as tarifas médias para os países da região se situassem abaixo de 5% (Baldwin, 2010).

O Brasil, no entanto, vem apostando na estratégia inversa. Em vez de incorrer na redução de tarifas de importação e incidência tributária de forma horizontal –abrangendo empresas exportadoras e não exportadoras –, a estratégia adotada consiste na intensificação de regimes especiais que favoreçam as empresas exportadoras, tais como os programas de *drawback* e Reintegra.

Essa estratégia favorece de fato a competitividade internacional dessas empresas exportadoras, embora incorre em alguns problemas. Em primeiro lugar, ela favorece a permanência de um enclave de empresas exportadoras de alta produtividade, no meio de uma indústria estagnada que vem apresentando uma contínua queda de produtividade. Por sua vez, o custo de entrada no mercado exportador é alto, fazendo com que a firma tenha que passar por um importante processo de aprendizagem e aumento de produtividade antes que logre entrar neste mercado (Roberts e Tybout, 1997). O regime dual de tarifas e tributação existente sobre as exportadoras e não exportadoras dificulta às empresas – especialmente, às pequenas – passar por essa

trajetória de forma bem-sucedida. Com isso, intensifica-se a barreira de entrada a novas empresas no mercado exportador. Como consequência, impede-se a entrada da indústria brasileira em novos mercados e atividades.

Em segundo lugar, há um problema de eficiência econômica. Nesse sentido, Soares e Moreira (2011) mostram que a adoção dessa estratégia faz com que as empresas – especialmente aquelas com maior interlocução junto a entidades representativas e ao setor público – incorram em um esforço em direção a atividades de *rent-seeking*, com perdas de eficiência econômica. Em outras palavras, o esforço desses entes se intensifica na direção de procurar reter vantagens a partir de programas especiais, em vez de pleitear medidas horizontais. Esse resultado vai ao encontro de Cadot, De Melo e Olarreaga (2003), que mostram que países que adotam regimes de *drawback* tendem a apresentar maiores tarifas sobre a importação de insumos intermediários.

Dessa forma, esse tipo de estratégia, por um lado, dificulta a entrada de novas firmas na atividade exportadora. Por outro, leva à necessidade, por parte das empresas, de aumentar as atividades burocráticas e de pleitear junto ao setor público, bem como contribui para o aumento de incerteza quanto às futuras tarifas e tributações. O resultado é uma economia menos dinâmica, com significativas barreiras de entrada e sobrevivência para as micro e pequenas empresas.

Portanto, no contexto do comércio exterior, a reversão da tendência de queda na produtividade da indústria brasileira passa por uma revisão dessa estratégia – ou seja, por um uso menos intenso de regimes especiais de importação e tributação, bem como por um favorecimento a medidas horizontais para a redução de barreiras de importação de insumos intermediários.

REFERÊNCIAS

ALTOMONTE, C.; BÉKÉS, G. **Trading activities, firms and productivity**. Budapest: Mktudegy, 2008.

ALVES, P.; SILVA, A. **Estimativa do estoque de capital das empresas industriais brasileiras**. Rio de Janeiro: Ipea, 2008. (Texto para Discussão, n. 1325).

AMITI, M.; KONINGS, J. Trade liberalization, intermediate inputs, and productivity: evidence from Indonesia. **American Economic Review**, v. 97, n. 5, p. 1611-1638, 2007.

ANDERSSON, M.; LÖÖF, H.; JOHANSSON, S. Productivity and international trade: firm-level evidence from a small open economy. **Review of World Economics**, v. 144, n. 4, p. 774-801, 2008.

BALDWIN, R. **Unilateral tariff liberalisation**. Cambridge, MA: NBER, 2010. (NBER Working Paper, n. 16600).

CADOT, O.; DE MELO, J.; OLARREAGA, M. The protectionist bias of duty drawbacks. **Journal of International Economics**, v. 59, n. 1, p. 161-182, Jan. 2003.

CARNEIRO, F. **Comércio e protecionismo em bens intermediários**. Brasília: Ipea, 2014. (Texto para Discussão, n. 2007).

CASTELLANI, D.; SERTI, F.; TOMASI, C. Firms in international trade: importers and exporters heterogeneity in the Italian manufacturing industry. **The World Economy**, v. 33, n. 3, p. 424-457, 2010.

DE LOECKER, J. Product differentiation, multiproduct firms, and estimating the impact of trade liberalization on productivity. **Econometrica**, v. 79, n. 5, p. 1407-1451, 2011.

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.

MESSA, A. Impacto dos investimentos sobre a produtividade das firmas industriais brasileiras. *In*: NEGRI, F.; CAVALCANTI, L.-R. (Eds.). **Produtividade no Brasil**: desempenho e determinantes. Brasília: Ipea, 2015. v. 2.

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.

ROBERTS, M. J.; TYBOUT, J. R. The decision to export in Colombia: an empirical model to entry with sunk costs. **American Economic Review**, v. 87, n. 4, p. 545-564, 1997.

SOARES, F.; MOREIRA, T. Rent-seeking, trade policy and economic welfare. **Modern Economy**, v. 2, n. 1, p. 30-37, 2011.

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

VOGEL, A.; WAGNER, J. Higher productivity in importing German manufacturing firms: self-selection, learning from importing, or both? **Review of World Economics**, v. 145, n. 4, p. 641-665, 2010.

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* são aquelas que satisfazem ao menos uma destas condições:

- ao retirá-las, algum dos parâmetros estimados da equação (3) – 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 anteriormente em relação à razão capital-trabalho.

TABELA A.1
Efeitos por setores a partir de Wooldridge (1999-2012)
(Em % do total)

Setores	Efeito capital-trabalho	Efeito escala	Efeito barreiras	Efeito PTF	Efeito cruzado
Extração de carvão mineral (%)[1]	695,4	-57,2	-421,6	61,7	-378,4
Extração de petróleo e serviços relacionados (%)[1]	-4,8	-7,9	119,0	9,9	-16,1
Extração de minerais metálicos (%)[1]	51,1	-50,5	-116,6	71,4	-55,4
Extração de minerais não metálicos (%)[1]	59,7	-5,1	33,8	5,2	6,4
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas (%)[1]	89,6	-13,8	-158,3	14,3	-31,8
Fabricação de produtos do fumo (%)[1]	284,9	-3,3	-146,4	3,3	-38,5
Fabricação de produtos têxteis (%)[1]	223,4	56,8	-105,1	-54,4	-20,7
Confecção de artigos de vestuário e acessórios (%)[1]	11,4	1,3	82,8	-1,3	5,7
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados (%)[1]	58,1	10,3	36,9	-10,1	4,8
Fabricação de produtos de madeira (%)[1]	54,4	-0,1	37,5	0,1	8,1
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel (%)[1]	62,2	0,6	31,3	-0,6	6,6
Impressão e reprodução de gravações (%)[1]	74,3	-4,3	-138,2	4,4	-36,1
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool (%)[1]	121,3	-84,4	-150,9	124,9	-110,8
Fabricação de produtos químicos (%)[1]	250,5	-4,1	-286,7	4,1	-63,8
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico (%)[1]	201,1	-10,8	-257,2	10,9	-44,1
Fabricação de produtos de minerais não metálicos (%)[1]	57,4	0,0	37,9	0,0	4,7
Metalurgia básica (%)[1]	510,5	8,1	-483,2	-8,1	-127,4

(Continua)

(Continuação)

Setores	Efeito capital-trabalho	Efeito escala	Efeito barreiras	Efeito PTF	Efeito cruzado
Fabricação de produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos (%)[1]	58,7	0,3	-145,4	-0,3	-13,3
Fabricação de máquinas e equipamentos (%)[1]	-29,5	-6,3	135,1	6,4	-5,6
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática (%)[1]	-0,6	2,7	104,4	-2,3	-4,1
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos (%)[1]	84,5	-2,8	-157,2	2,8	-27,3
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações (%)[1]	-2,0	1,2	106,5	-1,1	-4,5
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios (%)[1]	152,4	0,5	-210,2	-0,5	-42,2
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias (%)[1]	17,6	7,7	73,6	-7,4	8,4
Fabricação de outros equipamentos de transporte (%)[1]	165,8	-19,7	-229,6	20,1	-36,5
Fabricação de móveis e indústrias diversas (%)[1]	44,4	1,6	48,5	-1,6	7,0
Número de setores com variação positiva	24	12	12	15	8
Número de setores com variação negativa	4	14	14	11	18

Fonte: PIA.
Elaboração do autor.
Nota: [1] Sobre o total.