

EFEITOS DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA SOBRE O EMPREGO*

Dea Guerra Fioravante**

1 INTRODUÇÃO

O debate em torno dos efeitos da inovação tecnológica sobre o mercado de trabalho vem crescendo à medida que o processo de inovação se intensifica, tornando-se cada vez mais indispensável ao crescimento e competitividade da firma. Apesar da polêmica, não há um consenso na literatura a respeito dos impactos da inovação sobre o emprego. Intuitivamente, com a finalidade de aumentar a eficiência produtiva, a inovação tende a diminuir o número de trabalhadores por equipamento, gerando desemprego ou diminuição na taxa de crescimento do emprego. Por outro lado, ao criar um novo produto, a inovação tende a estimular a demanda e a aumentar a produção e o emprego.

Este trabalho analisa os impactos da inovação tecnológica sobre a taxa de crescimento do emprego na indústria brasileira considerando-se o fato de que a inovação pode se dar de diversas formas e, assim, seu efeito sobre o emprego pode ser diferenciado. O modelo proposto por Jaumandreu (2003) apresenta uma interessante abordagem ao separar a inovação tecnológica em inovação em processo e inovação em produto. O modelo possibilita encontrar, separadamente, as correlações destes dois tipos de inovação sobre a taxa de crescimento do emprego. No caso do Brasil, não foi encontrado nenhum estudo que separe os efeitos da inovação em processo dos efeitos da inovação em produto.

2 DADOS

A base de dados utilizada neste trabalho foi resultado do cruzamento de três bases disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). São elas: Relação Anual de Informações Sociais (Rais), Pesquisa Industrial Anual (PIA) e Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec).¹ Todas as bases foram trabalhadas no nível de firma, cada uma delas identificadas por seus CNPJs, todas provenientes do setor industrial brasileiro. A Rais é uma base anual censitária, de responsabilidade do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), que cobre todo o mercado de trabalho formal brasileiro. Já a PIA e a Pintec são pesquisas, executadas pelo IBGE, cuja unidade de investigação é a empresa industrial.

A tabela 1 apresenta a composição da base amostral classificando as firmas pelo tipo de inovação e as médias das variáveis mais relevantes utilizadas na abordagem econométrica.

Ao analisar a tabela 1, nota-se primeiramente um padrão no comportamento médio do emprego e da receita líquida de vendas, em 2001 e 2003, em todas as firmas que inovaram, seja em processo, em produto ou em ambos. Nestes três grupos de firmas, a média do emprego cai de um ano para outro e a receita líquida de vendas aumenta. O oposto acontece com as firmas que não inovaram: a média da receita diminui e a média do emprego aumenta. Este

* Esta nota técnica se baseia em um capítulo do livro sobre mercado de trabalho e tecnologia organizado por Danilo Coelho (Ipea/Diset), financiado pelo projeto da Finep coordenado por João De Negri e Lenita Turchi.

** Mestre pela Universidade Católica de Brasília.

1. Vale ressaltar a fundamental participação do estatístico Patrick Franco Alves, do Ipea/Diset, durante a manipulação das bases de dados.

resultado é uma forte indicação de que a produtividade das firmas que inovam é superior à produtividade das firmas que não inovam. Estas precisam contratar mais para aumentar a produção, e a escala da produção deve ser decrescente. Além disso, elas podem restringir seu mercado consumidor se o aumento nos custos da produção for repassado aos preços. Portanto, é plausível supor que a queda na receita líquida de vendas é consequência da perda de competitividade das firmas que não inovaram.

TABELA 1
Estatísticas descritivas da base amostral

Composição amostral das firmas segundo o tipo de inovação	Distribuição (%)		
	Processo	33,11	
Produto	22,11		
Processo e produto	42,06		
Firmas que não inovaram	57,94		
Comportamento médio do pessoal ocupado nas firmas segundo a inovação	2001	2003	Taxa média de crescimento (%)
Processo	394,81	362,77	-8,12
Produto	503,60	458,42	-8,97
Processo e produto	443,07	408,72	-7,75
Firmas que não inovaram	128,73	138,61	7,67
Comportamento médio da receita líquida de vendas das firmas segundo a inovação ^a	2001	2003	Taxa média de crescimento (%)
Processo	57.306.729,82	73.895.728,67	28,95
Produto	85.353.895,98	109.174.693,79	27,91
Processo e produto	76.048.174,73	101.757.304,24	33,81
Firmas que não inovaram	19.453.008,68	16.562.908,14	-14,86

Fonte: IBGE.

^a Valores nominais.

3 ANÁLISE EMPÍRICA

O modelo teórico proposto por Jaumandreu (2003) é sintetizado em uma equação de taxa de crescimento da mão-de-obra empregada.² O resultado final do modelo indica que a taxa de crescimento do emprego dependerá (inversamente) da taxa de crescimento da eficiência produtiva e (diretamente) da quantidade produzida.³ Devido à limitação da base de dados, a quantidade produzida foi substituída por valores reais de vendas. Dessa forma, a taxa de crescimento do emprego tende a aumentar quando as vendas aumentam e tende a diminuir quando a produtividade dos fatores aumenta.⁴ O modelo econométrico que descreve tal relação é o seguinte:

$$l = \alpha + \beta_1 g_1 + \beta_2 g_2 + u$$

onde l indica a taxa de crescimento do emprego, o intercepto indica o crescimento da eficiência produtiva; g_1 é taxa de crescimento das vendas do produto velho; e g_2 é a receita proveniente das vendas do produto novo (em casos onde a firma não inova em produto esta variável é zero).

2. A equação e a interpretação do modelo estão apresentadas no anexo.

3. Supõe-se que uma firma pode produzir dois tipos de bens denominados produto novo e produto velho, em dois períodos do tempo. O produto novo indica inovação em produto e o produto velho representa todos os outros bens produzidos que não passaram por modificações significativas.

4. A taxa de crescimento da eficiência produtiva é captada pelo intercepto α , que representa $\frac{\theta_2 - \theta_1}{\theta_1}$, onde θ_i indica a eficiência produtiva dos fatores no período i .

A inovação em processo é captada através de uma variável binária, encontrada na Pintec, em que as firmas respondem se exerceram mudanças tecnológicas significativas em seu processo de produção. A inovação em produto é mensurada por meio da variável de receita proveniente das vendas do produto novo. As variáveis de receita das vendas tendem a gerar endogeneidade a partir do momento em que variações nos preços podem gerar variações nas receitas sem que a quantidade produzida seja alterada. Como a variação nos preços não é captada pelo modelo, as variáveis independentes passam a apresentar correlação com o resíduo, surgindo a endogeneidade. Para minimizar o problema gerado pela variável “receita de vendas do produto velho”, a variável foi deflacionada e passada para o lado esquerdo da equação, supondo um coeficiente unitário. Já a variável “receita de vendas proveniente do produto novo” foi substituída por um instrumento que representa o grau de importância do produto novo nas vendas da firma.⁵ O uso do instrumento possibilitou encontrar uma variável cujo comportamento estivesse correlacionado com a receita das vendas do produto novo e não correlacionado com os preços. Foi estimado um modelo de mínimos quadrados ordinários (MQO) em dois estágios e, para testar a validade do instrumento, o modelo foi regredido novamente, utilizando-se um conjunto de variáveis como instrumento.

A primeira aplicação do modelo apresenta relações entre a taxa de crescimento do trabalho e a variável de vendas do produto novo. Para solucionar o problema da correlação entre as vendas do produto novo e as vendas do produto velho, a variável de vendas do produto velho foi deflacionada e passada para o lado direito da equação. A variável resposta passa a apresentar a taxa de crescimento do emprego por produto (desde que as firmas precifiquem o produto velho de acordo com a inflação média do setor). A tabela 2 apresenta os primeiros resultados.

TABELA 2
A relação entre crescimento do emprego e inovação em produto

Variável dependente: crescimento do emprego por produto [$l - (g_1 - \pi_1)$]			
Método	OLS	IV ^a	IV ^b
Variáveis explicativas			
Constante	-0,5478*** (0,0160)	-0,5618*** (0,0203)	-0,5571*** (0,0172)
Aumento nas vendas devido ao produto novo (g_2)	0,6088*** (0,0499)	0,9507*** (0,2761)	0,8000*** (0,1373)

*, ** e *** implicam significância de 10%, 5% e 1%, respectivamente. Erros-padrão robustos após estimador de White.

^a O instrumento usado foi o grau de importância do produto novo.

^b Utilizou-se um conjunto de instrumentos: grau de importância do produto novo, clientes como fonte de informação e gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D).

A primeira coluna apresenta uma estimativa, em MQO, da taxa de crescimento do emprego em relação às vendas provenientes da inovação em produto. O coeficiente autônomo é significativo e menor que 1, indicando que o produto novo é produzido com maior eficiência que o produto antigo. As vendas do produto novo aparecem com impacto positivo e significativo sobre o emprego. Entretanto, no modelo OLS, esta variável deve sofrer influência dos preços. Após solucionar este problema, usando uma variável instrumental, nota-se um aumento significativo no estimador. Ao corrigir o viés com os instrumentos, o crescimento do emprego torna-se mais elástico às vendas do produto novo.

5. O instrumento foi encontrado diretamente na Pintec. As firmas respondem, em uma escala de 1 a 4, se o produto novo contribuiu para o aumento das vendas e da produção um ano depois de implementada tal inovação.

Para captar a inovação em processo, foi inserida uma *dummy* no coeficiente autônomo com a suposição de que este tipo de inovação poderá alterar a eficiência produtiva dos fatores. Neste caso, um coeficiente negativo da inovação em processo indicaria que a produtividade dos fatores aumenta quando a firma se submete à inovação tecnológica dos insumos.

TABELA 3

Relação entre crescimento do emprego, inovação em produto e em processo

Variável dependente: crescimento do emprego por produto [$l - (g_1 - \pi_1)$]		
Método	IV ^a	IV ^b
Variáveis explicativas		
Constante	-0,5613*** (0,0222)	-0,5501*** (0,0177)
Inovação em processo (d_1)	0,0012 (0,0242)	0,0151 (0,0153)
Aumento nas vendas devido ao produto novo (g_2)	0,9330** (0,4536)	1,0074*** (0,1615)

*, ** e *** implicam significância de 10%, 5% e 1%, respectivamente. Erros-padrão robustos após estimador de White.

^a O instrumento usado foi o grau de importância do produto novo.

^b Utilizou-se um conjunto de instrumentos: grau de importância do produto novo e interação de importância do produto novo com inovação em processo.

O coeficiente positivo e não-significativo da inovação em processo surpreende, pois indica que não é possível comprovar impactos negativos desta inovação sobre o emprego e, caso haja, não são significativos. As vendas do produto novo persistem com impacto positivo, e quase unitário, sobre o emprego.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A investigação empírica da relação entre taxa de crescimento do emprego e inovação em processo e inovação em produto mostrou que, de fato, o mercado reage de forma diferente a estes dois tipos de inovação. Ao discriminar as vendas pelos tipos de produtos (novo e velho), notou-se que a elasticidade do crescimento do emprego em relação às vendas do produto novo é positiva e unitária. Este resultado sugere duas interpretações: possivelmente o efeito da demanda por novos produtos se manifesta de forma mais intensa e a proporção do crescimento do emprego em relação à inovação em produto é quase 1 para 1 (em percentual). A inovação em processo, surpreendentemente, não apresentou efeitos negativos e significativos sobre o emprego.

Ao comparar estes resultados com as estimativas encontradas por Jaumandreu (2006) aos países europeus, verificou-se que no Brasil os efeitos das variáveis foram todos mais modestos. Mediante o coeficiente da inovação em processo, notou-se que os ganhos com a produtividade são maiores na Europa e o coeficiente da inovação em produto sugere que o mercado responde de forma mais lenta ou mais modesta aos estímulos na demanda diante da oferta de um novo bem. Tais fatores podem ser reflexos de uma economia menos dinâmica.

REFERÊNCIAS

GARCIA, A.; JAUMANDREU, J.; RODRIGUES, C. *Innovation and jobs: evidence from manufacturing firms*. 2002 (MPRA Paper, n. 1.204).

JAUMANDREU, J. *Does innovation spur employment? A firm-level analysis using Spanish CIS data*. 2003.

JAUMANDREU, J; HARRISON, R.; MAIRESSE, J.; PETERS, B. *Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro data from four European countries.* 2006 (MPRA Paper, n. 1.245).

PETERS, B. *Employment effects of different innovation activities: microeconomic evidence.* (ZEW Discussion Paper, n. 04-73).

WOOLDRIDGE, J. *Econometric analysis of cross section and panel data.* MIT Press, USA, 2001.

ANEXO

O modelo teórico resulta em uma equação teórica que explica a dinâmica do emprego:

$$\frac{\Delta L}{L} = \left[- \left(\frac{\theta_{12} - \theta_{11}}{\theta_{11}} \right) \right] + \left(\frac{Y_{12} - Y_{11}}{Y_{11}} \right) + \left(\frac{\theta_{11}}{\theta_{22}} \right) \left(\frac{Y_{22}}{Y_{11}} \right) \quad (A.1)$$

A equação (A.1) mostra que o crescimento do emprego é afetado, inversamente, por mudanças na eficiência produtiva $\left(\frac{\theta_{12} - \theta_{11}}{\theta_{11}} \right)$; o segundo termo da função indica que um aumento na produção do produto velho gera um impacto positivo no crescimento do emprego; o último termo representa o impacto de um aumento na quantidade produzida devido à produção de um novo bem. A firma que não inova em produto terá este termo nulo,⁶ já que inova terá um aumento na demanda por trabalho, condicionada a uma razão entre eficiência produtiva do produto novo e velho.

Para aplicar o modelo teórico, define-se o modelo econométrico com a seguinte especificação:

$$\begin{aligned} l &= \alpha + \beta_1 g_1 + \beta_2 g_2 + u \\ l - (g_1 - \pi_1) &= \alpha + \beta_2 g_2 + u \end{aligned} \quad (A.2)$$

A equação (A.2) apresenta a relação entre taxa de crescimento do emprego por vendas reais (como *proxy* para produção) do produto velho ($l - (g_1 - \pi_1)$) e vendas do produto novo (g_2). Em seguida, julgou-se necessário inserir uma *dummy* para captar inovação em processo:

$$l - (g_1 - \pi_1) = (\alpha_0 + \alpha_1 d_1) + \beta_2 g_2$$

Variáveis	Definição
g_1	Taxa de crescimento das vendas da firma devido ao produto antigo, entre 2001 e 2003
g_2	Taxa de crescimento das vendas da firma devido ao produto novo, entre 2001 e 2003
l	Taxa de crescimento do emprego entre os anos de 2001 e 2003
π_1	Taxa de inflação construída através do índice de preços industriais IPA desagregado por Cnae 3

6. As variáveis do modelo econométrico foram construídas como taxas de crescimento entre os anos de 2001 e 2003. Logo, o subíndice *it* indica período (2001 ou 2003) e produto (novo ou velho).

