

TRABALHO E PROGRESSO TÉCNICO: UMA ANÁLISE NOS NÍVEIS DE EMPREGO, RENDA E QUALIFICAÇÃO NA INDÚSTRIA PAULISTA

Beatriz Selan
Mestranda PPGE – FEA-RP/USP
beatriz_selan@yahoo.com.br

Daniilo César Cascaldi Garcia
Mestrando PPGE – FEA-RP/USP
daniilo.cascaldi@uol.com.br

Sérgio Kannebley Júnior
Prof. FEA-RP/USP
skj@usp.br

Av. dos Bandeirantes 3900
Ribeirão Preto, SP
Cep 14040-900

Resumo

As relações entre o progresso técnico e o mercado de trabalho são estudadas por diversos autores atualmente tanto no cenário nacional como internacional, apresentando inusitadamente resultados ambíguos. No âmbito nacional, alguns estudos encontraram evidências de que firmas tecnologicamente mais avançadas apresentam trabalhadores melhor remunerados em decorrência da sua maior qualificação. Assim, com o objetivo de trazer evidências acerca da relação entre progresso técnico e emprego industrial, esse artigo procura medir o impacto da inovação tecnológica sobre o emprego, renda e nível de qualificação dos trabalhadores da indústria. Para isso foram utilizadas informações constantes na PAEP (Pesquisa de Atividade Econômica Paulista) de 2001, associadas a informações da RAIS (Relação de Informações Anuais Sociais) entre o período de 1997 a 2003. O trabalho utilizou a metodologia PSM (*Propensity Score Matching*) com o intuito de controlar possível viés sobre as observáveis e diferença em diferenças para controlar viés sobre não observáveis. Os resultados indicam um efeito positivo e significativo da inovação sobre o emprego e para a qualificação do trabalhador para a maioria das variáveis de tratamento construídas, porém o mesmo não foi evidenciado para a renda.

Palavras-chave: Inovação tecnológica. Nível de emprego. PSM. Diferença em Diferenças.

Abstract

Nowadays, technological innovation and labor market have a tied relationship either in national and international literature. However, none of the studies focusing on this relationship presented any kind of conclusion without letting some possibility that allowed discussion. Some Brazilian studies showed that it is possible that the employees from firms considered technological advantaged have better income just because of their skills that can be used to develop technological innovations. Therefore, this paper intends to clarify the relationship among technological innovation and labor market within the innovation effect in income, employment and skills. Using data from PAEP from 2001, related with the data from RAIS between 1997 and 2003. The PSM methodology was selected to control any observed characteristics bias, and the difference in differences methodology controlled any kind of unobserved characteristics bias. The results proved that there is a positive effect among innovation and employment, as it is among skills workers for most of the treatment variables, but this is not always true for the worker income.

Key Words: Technological innovation. Employment Level. PSM. Difference in Differences.
JEL: O14, O31, O33, O38, C21.

ANPEC: Área 8 - Economia Industrial e da Tecnologia

TRABALHO E PROGRESSO TÉCNICO: UMA ANÁLISE NOS NÍVEIS DE EMPREGO, RENDA E QUALIFICAÇÃO NA INDÚSTRIA PAULISTA

Resumo

As relações entre o progresso técnico e o mercado de trabalho são estudadas por diversos autores atualmente tanto no cenário nacional como internacional, apresentando inusitadamente resultados ambíguos. No âmbito nacional, alguns estudos encontraram evidências de que firmas tecnologicamente mais avançadas apresentam trabalhadores melhor remunerados em decorrência da sua maior qualificação. Assim, com o objetivo de trazer evidências acerca da relação entre progresso técnico e emprego industrial, esse artigo procura medir o impacto da inovação tecnológica sobre o emprego, renda e nível de qualificação dos trabalhadores da indústria. Para isso foram utilizadas informações constantes na PAEP (Pesquisa de Atividade Econômica Paulista) de 2001, associadas a informações da RAIS (Relação de Informações Anuais Sociais) entre o período de 1997 a 2003. O trabalho utilizou a metodologia PSM (*Propensity Score Matching*) com o intuito de controlar possível viés sobre as observáveis e diferença em diferenças para controlar viés sobre não observáveis. Os resultados indicam um efeito positivo e significativo da inovação sobre o emprego e para a qualificação do trabalhador para a maioria das variáveis de tratamento construídas, porém o mesmo não foi evidenciado para a renda.

Introdução

A profunda mudança no ambiente econômico brasileiro ao longo da década de 1990 suscitou diversas alterações nas relações produtivas e econômicas, modificando os parâmetros decisórios dos agentes econômicos. Um dos resultados deste processo foi a profunda reestruturação produtiva, incitada a fim de restabelecer a capacidade competitiva da economia brasileira, bem como a alteração das relações comerciais e financeiras do país com o resto do mundo. Isto, por conseguinte, provocou mudanças no mercado de bens e de trabalho, impactando na evolução de diversas variáveis-chaves da economia, entre as quais, o nível de emprego, a produtividade dos fatores, salário real, e também as exportações líquidas.

Especificamente no que tange ao emprego industrial, diversos autores evidenciam a mudança na relação entre as variáveis determinantes do nível de emprego industrial no período de 1980 a 2000. Destaca-se a estreita relação entre a queda no nível de emprego ao longo dos anos de 1990 e os impactos diretos e indiretos provenientes do processo de abertura comercial, ainda que persista a dificuldade em se distinguir os efeitos da abertura comercial sobre o processo de mudança tecnológica na determinação do nível de emprego. No entanto, é possível constatar que, dadas as restrições ao aumento da demanda de bens, os ganhos de produtividade aparecem como principal responsável pelo declínio do nível de emprego ao longo dos anos de 1990. Já a partir dos anos 2000 houve uma modificação na dinâmica do nível de emprego da indústria, gerando estagnação e posterior expansão do nível de emprego em vista do enfraquecimento do processo de reestruturação ocorrido período anterior, bem como em razão do favorecimento proporcionado pelo aumento de exportações líquidas.

Notadamente os impactos do progresso técnico sobre o trabalho são temas extensamente debatidos na literatura econômica, sendo o estudo dessa relação extremamente pertinente em um período histórico em que os ganhos de produtividade e competitividade são determinantes. Internacionalmente, alguns trabalhos mostram que o progresso tecnológico e a sua relação com o mercado de trabalho podem gerar efeitos contrários, seja na destruição de alguns postos de trabalho, seja na criação de outros, dependendo prioritariamente do tipo de inovação tecnológica realizada pela firma (GARCÍA; JAUMANDREU; RODRÍGUEZ, 2002; PETERS, 2004; PIVA;

VIVARELLI, 2003)¹. Fornecer novos elementos para a compreensão mais acurada da dinâmica do mercado de trabalho nesse período recente é objetivo desse trabalho. A pergunta que se faz aqui é qual o impacto provocado sobre variáveis como o nível de emprego, salário real e nível de qualificação da força de trabalho contratada, pelas inovações tecnológicas realizadas pelas empresas industriais ao final dos anos de 1990 e início dos anos de 2000.

Para isso é proposta uma análise com base nas empresas paulistas entre os anos de 1997 e 2003. A opção pela análise da indústria paulista decorre da disponibilidade de informações proporcionada pela última pesquisa da PAEP-2001 (Pesquisa de Atividade Econômica Paulista), sendo o estado uma região que concentra parte significativa das empresas industriais que realizam inovações. Para tanto, aplicam-se métodos de *matching* baseados em *propensity score* e métodos de diferença em diferenças, tomando a realização de inovação tecnológica entre 1999-2001 como variável de tratamento e o período de comparação para as variáveis de impacto os biênios de 1997-98 e 2002-03.

Além dessa introdução o trabalho apresenta em sua segunda seção uma resenha da literatura teórica e empírica acerca da relação aqui analisada. A terceira seção descreve a estratégia empírica enquanto que a quarta seção apresenta as fontes de dados utilizadas: PAEP (Pesquisa de Atividade Econômica Paulista), a RAIS (Relação Anual de Informações Sociais), bem como uma análise descritiva da amostra. Na quinta seção são apresentados e discutidos os resultados econométricos. Por fim, na última são tecidas algumas considerações finais que buscam sintetizar conclusivamente os resultados obtidos.

1. Inovação tecnológica e mercado de trabalho

A discussão teórica e empírica sobre a relação entre inovação tecnológica e mercado de trabalho, além de ter um longo histórico, tem diversas complexidades que dificultam o estabelecimento de resultados diretos². Para entendê-la melhor, é necessária a definição da forma de inovação tecnológica conduzida, bem como as variáveis do mercado de trabalho a serem analisadas. Por exemplo, a introdução de uma inovação em processo ao produzir, a priori, ganhos de eficiência produtiva, poderia estar associada à redução da mão-de-obra e/ou do capital, com potenciais de redução de preços dos produtos dependendo, em última instância, da elasticidade-preço da demanda do bem e da elasticidade de substituição entre capital e trabalho.

Assim sendo, se teoricamente, a princípio, a inovação em processo possibilitaria a empresa produzir a mesma quantidade anterior com uma quantidade menor de insumos e de custos, seu efeito lógico seria a redução do nível de emprego, fato este comprovado por Piva e Vivarelli (2003) para as empresas italianas. Agora, se houver uma transferência dessa vantagem de custos para o preço do bem, então a demanda do produto poderá aumentar, possibilitando, posteriormente, a contratação adicional de trabalhadores. Desse modo, existe uma ambigüidade no resultado de uma inovação em processo sobre o nível de emprego.

Para a inovação em produto, por outro lado, é possível perceber que os efeitos da inovação podem tanto encorajar a manutenção do desenvolvimento tecnológico, com a contratação de mão-de-obra qualificada, como tornar empresas menos propensas à inovação mais resistentes ao tema em decorrência das incertezas associadas ao resultado da inovação, conforme Harrison et alii (2005) e Peters (2004) evidenciaram. Ou seja, esse tipo de inovação ao levar a novos produtos pode estimular a demanda, o que favoreceria a contratação de trabalhadores em um primeiro momento. Porém, a existência de concorrentes, ao desenvolverem e lançarem produtos similares ou tecnologicamente superiores, pode fazer com que os lucros de monopólio do novo produto sejam temporários, desestimulando, conseqüentemente, a manutenção de trabalhadores. Ou seja, ainda que *vis a vis* às empresas não-inovadoras o resultado sobre o emprego seja positivo, em horizonte

¹ Além disso, também são fatores importantes para a determinação do efeito da inovação no nível de emprego e no nível salarial do trabalhador as preferências do consumidor, a competição tanto no mercado de trabalho como no mercado de bens e a estrutura de qualificação da força de trabalho.

² Para uma visão histórica, vide Petit (1995) e Pianta (2007).

temporal mais amplo, esse efeito sobre o emprego pode ser minimizado dentro de um contexto de ciclo do produto, ou argumento similar.

Apesar desses pontos teóricos, Pianta (2007) e Lachenmaier e Rottman (2007) mostram que, no nível da firma, geralmente o efeito da inovação no emprego tende a ser positivo. Ou seja, firmas que inovam em produto e/ou em processo apresentaram taxas de crescimento maiores e tenderam a expandir a contratação de mão-de-obra comparativamente às não-inovadoras, independentemente das suas características observáveis. Lachenmaier e Rottman (2007), usando dados das empresas alemãs no período de 1982 a 2002, encontram evidências de que o efeito positivo da inovação em produto sobre o nível de emprego, apesar de existir, é fracamente significativo, enquanto que o efeito estimado da inovação em processo é positivamente significativo em decorrência dos ganhos de produtividade com baixos custos e, conseqüente, aumento da demanda e do nível de emprego. Fato similar é observado em Kannebley et. alli (2007) para empresas industriais brasileiras no período de 1996 a 2002.

No que tange à qualidade do emprego, que envolve tanto o nível de qualificação do trabalhador como o seu nível salarial, é possível argumentar que o progresso tecnológico favorece a substituição do trabalho não-qualificado pelo trabalho mais qualificado, aumentando, assim, a desigualdade salarial entre as empresas que inovam e não-inovam. No entanto, a criação de novos postos de trabalho para o pessoal ocupado com maior qualificação não exclui a possibilidade de destruição de postos de trabalho para a mão-de-obra menos qualificada dentro da mesma empresa. Isso pode se dever, ou à necessidade de empregados mais hábeis para lidar com tecnologias mais sofisticadas, ou à necessidade das firmas em manter sua capacidade criativa, aumentando as chances de desenvolverem inovações em produto e/ou processo via o crescimento da demanda por mão-de-obra melhor qualificada (TAFNER, 2006; PIANTA, 2007).

Além disso, segundo a teoria econômica, tanto pelo lado da oferta, como pelo lado da demanda, é possível derivar uma relação positiva entre o nível de qualificação e o salário real do trabalhador, devendo-se, entretanto, considerar concomitantemente as diferenças entre os perfis das firmas e dos trabalhadores na determinação das diferenças salariais encontradas entre empresas inovadoras e não-inovadoras. Por isso, pode-se pensar que firmas tecnologicamente mais avançadas tendem a ter trabalhadores melhores remunerados *vis a vis* às firmas não-inovadoras em razão de terem maior qualificação, conforme comprovado para o caso brasileiro por Tafner (2006) e Giovanneti e Menezes-Filho (2006). No entanto, é importante ressaltar que pouco foi estudado com respeito ao impacto da atividade inovativa sobre os níveis absolutos de salários. Apesar de escassas as evidências, Bartel e Sicherman (1990) observam que algumas pesquisas apontam uma tendência de salários mais elevados em indústrias com elevadas taxas de inovação.

Em suma, o impacto da inovação no nível de emprego, no salário e na qualificação dos trabalhadores depende de uma combinação de características tecnológicas, da demanda de produtos da empresa e do nível de qualificação da mão-de-obra, havendo, em termos gerais, possibilidades para resultados teóricos que indiquem um impacto positivo, mas apresentando empiricamente resultados ambíguos. Vale ressaltar, ainda, que os efeitos do progresso tecnológico também podem estar associados a mudanças organizacionais não captadas pelos *surveys* de inovação usuais. Appelbaum e Batt (1994 apud PIANTA, 2007), estudando as mudanças organizacionais da indústria de norte-americana, encontraram evidências de que a adoção de novas práticas de gestão de produção, conjuntamente com a introdução de inovações, não conduz a mudanças no nível de emprego, estando, porém relacionadas ao aumento da produtividade e ao nível salarial do trabalhador.

2. Estratégia empírica de análise econométrica³

A estratégia empírica desse trabalho utiliza alguns conceitos da literatura de avaliação de tratamento. Seja $INOVA_{it} \in \{0,1\}$ um indicador de que a firma i tenha realizado inovação tecnológica no período t e seja $y_{i,t+s}^1$ a medida da performance, posterior à inovação, para as variáveis relativas ao mercado de trabalho no período $t+s$, com $s > 0$. Seja também $y_{i,t+s}^0$ a medida da performance para essas mesmas variáveis caso a mesma firma i não tenha inovado no período t . O efeito causal da inovação da firma i no período $t+s$ seria definido como $y_{i,t+s}^1 - y_{i,t+s}^0$. Esse problema de inferência causal envolve a comparação entre um resultado factual e um resultado contrafactual, já que esses resultados são eventos excludentes para uma mesma firma i .

A construção de uma medida representativa para $y_{i,t+s}^0$ envolve problemas relacionados à definição do grupo de comparação para análise, o chamado grupo de controle. Em razão da possibilidade da auto-seleção para a inovação, devido à relação com os resultados econômicos esperados advindos dessa ação, e também da possibilidade de correlação desse evento com características observáveis das firmas, uma forma de circundar parcialmente esse problema é por meio da estimação da probabilidade condicional de que a firma i tenha inovado no período t , usualmente denominado na literatura de avaliação de tratamento como *propensity score matching* (PSM). A idéia básica é encontrar um grupo de firmas que não realizaram inovação tecnológica no período t , mas que são semelhantes em todos os demais aspectos relevantes antes do tratamento (desenvolvimento de inovação), ou seja, que possuam probabilidades semelhantes de terem realizado a inovação. Feito isso seria possível obter a medida do efeito médio do tratamento sobre os tratados (EMTT), definida como:

$$EMTT = E(y_{i,t+s}^1 - y_{i,t+s}^0 | INOVA_{it} = 1) = E(y_{i,t+s}^1 | INOVA_{it} = 1) - E(y_{i,t+s}^0 | INOVA_{it} = 1) \quad (1)$$

Conforme exposto acima, o termo $E(y_{i,t+s}^0 | INOVA_{it} = 1)$ não pode ser observado, sendo necessário para contornar tal problema a construção de um grupo de controle por meio de $E(y_{i,t+s}^0 | INOVA_{it} = 0)$. Para a estimação do (PSM), $p(x_i) = \Pr(INOVA_{it} = 1 | x_{i,t-1})$, utilizou-se um modelo *probit* em que a matriz de características observáveis no período anterior à inovação, $x_{i,t-1}$. A expressão geral para o estimador EMTT é

$$\Delta^M = \frac{1}{N_T} \sum_{i \in INOV=1} \left(y_i^1 - \sum_{j \in C(x_i)} \omega(i, j) y_j^0 \right)$$

em que $0 < \omega(\cdot) \leq 1$, sendo $\omega(\cdot)$ uma função que designa pesos à j -ésima firma correspondente ao contrafactual da i -ésima firma inovadora de acordo com o algoritmo de *matching* e N_T é o número total de firmas inovadoras. Nesse trabalho, estimou-se o EMTT utilizando dois métodos:

- radius matching*, que define a probabilidade predita para a firma j no grupo de controle, $C(x_i)$, como $C(x_i) = \{j | \|p_i - p_j\| < r\}$, sendo r a notação para o raio⁴ e p_i a probabilidade predita da firma i ter inovado, estando a mesma no grupo daquelas que efetivamente inovaram ($INOVA = 1$), e p_j a probabilidade predita para a firma j no grupo de controle, $C(x_i)$.
- nearest neighbor*, que escolhe para cada empresa tratada i , um conjunto $C_i(x) = \{j | \min_j \|p_i - p_j\|\}$, em que $\| \cdot \|$ é a distância Euclidiana entre vetores. Se a

³ Essa seção baseia-se, principalmente, em Abadie et alii (2004) e Cameron e Trivedi (2005).

⁴ O *radius matching* assume que os pesos das observações são fixos, impossibilitando a utilização da ponderação da amostra na estimação do efeito médio do tratamento sobre o tratado (EMTT). O raio para a vizinhança foi de 0,0001 que representa o valor da diferença máxima permitida entre os *propensity scores* das empresas tratadas e não tratadas.

função peso definida no estimador EMTT acima é igual a 1 quando a empresa j pertence ao conjunto $A_i(x)$ e zero caso contrário, então essa especificação usa apenas um caso para construir o grupo de comparação para o caso dos tratados. Para esse trabalho utilizou-se reposição das observações e 1 vizinho próximo.

O PSM é muito útil nos casos em que existe a hipótese de seleção sobre as observáveis. Entretanto também é possível que a decisão de inovar seja função de heterogeneidades individuais das firmas, tornando fatores não-observáveis capazes de determinar parcialmente os resultados e a decisão de inovação. Assim, se for possível supor que esses fatores não-observáveis não variam ao longo do tempo, pode-se combinar o estimador PSM com a metodologia de diferença em diferenças (DID). Essa combinação elimina as diferenças nas medidas de níveis de emprego e salarial entre inovadoras e não-inovadoras que decorrem de fatores não-observáveis.

Seja $\Delta y_i^1 = y_{i,t+1}^1 - y_{i,t-1}^1$ e $\Delta y_i^0 = y_{i,t+1}^0 - y_{i,t-1}^0$ as diferenças entre os logaritmos da variável de impacto nos períodos anterior e posterior à inovação tecnológica para o grupo de tratamento e de controle respectivamente. O estimador de *matching* de Heckman et alii (1997) diferença em diferenças pode ser expresso como

$$\Delta^{M,DID} = \frac{1}{N} \sum_{i \in INOVA=1} \left(\Delta y_i^1 - \sum_{j \in C(x_i)} \omega(i, j) \Delta y_j^0 \right).$$

A estimação do presente trabalho utilizou um *matching* com reposição para cada tipo de firma inovadora, privilegiando a redução no viés do estimador em detrimento da redução de variância. Testes de validade da condição de balanceamento foram realizados a fim de testar e verificar a não-existência de diferenças entre a distribuição das covariadas das inovadoras frente às não-inovadoras do grupo de controle, por meio de um teste t de diferenças de médias. Ademais, com a imposição do suporte comum, hipótese do procedimento *matching*, pôde-se melhorar a qualidade do procedimento. Essa restrição implica que o teste de propriedade do balanceamento foi aplicado apenas às firmas cujos *propensity scores* pertenciam à intersecção dos conjuntos de *propensity scores* dos grupos de inovadoras e controle.

3. Fonte de dados e características da amostra

Para os propósitos desse trabalho, os instrumentos de análise consistem na junção de duas importantes bases de dados: as informações disponíveis na PAEP (Pesquisa de Atividade Econômica Paulista) do período de 1999 a 2001 e na RAIS (Relação Anual de Informações Sociais) de 1997/98 e 2002/03.

A estratégia desenvolvida para a construção da amostra teve como base de dados principal a PAEP-2001. A PAEP, produzida pela Fundação Seade, é uma pesquisa de caráter amostral que tem o Estado de São Paulo como universo de análise. O período compreendido pela pesquisa, de 1999 a 2001, denotado por t , determina o momento da inovação que pode ter ocorrido em qualquer um desses três anos. A partir do CNPJ das empresas que estão presentes na PAEP 2001, foram integradas as bases da RAIS para os anos de 1997/98 e 2002/03. O período pré-inovação ($t-1$) compreende os anos de 1997/98 e o período pós-inovação ($t+1$) os anos 2002/03.

Dada a possibilidade de se incorrer em viés de seleção sobre as firmas sobreviventes do período, foi estimado modelo de correção de viés de seleção como proposto por Heckman (1976), a fim de se encontrar a razão de Mills invertida incluída no modelo de *Propensity Score*. Vale ressaltar que as variáveis contínuas se referem às médias das características observadas nos dois anos anteriores à realização da inovação, portanto 1997 e 1998, a fim de garantir a não simultaneidade entre os tratamentos e a condição inicial das firmas. O modelo de sobrevivência no

painel baseia-se no procedimento empregado por De Negri, Freitas e Esteves (2007), e os resultados obtidos para essa equação são apresentados em apêndice⁵.

As variáveis de interesse são o número médio de pessoal ocupado total, a renda média real do trabalhador e a qualificação média dos funcionários da empresa. Para verificar se houveram efeitos diferenciados para faixas salariais ou de qualificação dentro de uma própria empresa, utilizou-se também variáveis indicativas do salário real médio e de qualificação nos quartis 25%, 50% e 75% para cada uma das duas, totalizando assim, juntamente com as anteriores, nove variáveis de interesse.

A definição das variáveis de tratamento baseia-se na taxionomia de estratégias tecnológicas empregada em Prochinik e Araújo (2005) em que se consideram três escalas de firmas inovadoras, a saber: não inovadoras, inovadoras somente em produto, inovadoras somente em processo e inovadoras em processo e produto. Segundo esses autores as empresas inovadoras seguiriam estratégias racionalizadoras de custo, sem, contudo apresentar alterações no modo de produção, as inovadoras em processo seguiriam estratégias baseadas na liderança de custos, com a ampliação da capacidade produtiva e saltos de eficiência. As firmas inovadoras apenas em produto seguiriam estratégias que buscariam seu reposicionamento no mercado, por meio da diferenciação do produto e/ou diversificação para novo mercado. Já as firmas inovadoras em processo e produto buscariam a vantagem competitiva, adicionando às inovações em produtos saltos de eficiência técnica. O caso de controle no presente estudo será a firma não inovadora.

Considerando também o argumento de Appelbaum e Batt (1994 apud PIANTA, 2007) sobre a possível associação entre os efeitos do progresso tecnológico e mudanças organizacionais, foram construídas variáveis de inovação iteradas com as variáveis de gestão de produção. É importante destacar que essa é efetivamente uma vantagem da base de dados da PAEP que disponibiliza um questionário sobre estratégias de gestão de produção. Sendo assim, foram consideradas em conjunção a realização de inovação somente em produto e o fato da empresa ter adotado gestão de produção que incorpore a necessidade de ampliação da automação, e a conjunção da realização de inovação somente em processo e o fato da empresa ter adotado uma gestão de produção com aumento da automação da linha de produção e/ou ampliação da gama de produtos ofertados. O quadro 1 abaixo apresenta um resumo sobre a construção das variáveis de inovação.

⁵ As variáveis incluídas no modelo *probit* de sobrevivência são a proporção de homens relativamente ao total de empregados ocupados, a faixa etária média dos funcionários da firma, o tempo médio de emprego dos funcionários, a proporção de empregados não-ligados à produção (*white collar*) relativamente ao total de empregados da firma, e o número médio de funcionários da empresa em dezembro. É possível notar que o sinal das covariadas apresenta uma certa consistência com o que seria esperado para a probabilidade de sobrevivência das empresas, sendo importante notar o efeito da proporção de *white collar* que indica uma menor probabilidade de sobrevivência, visto que para a firma sobreviver são necessários funcionários ligados à produção. Construiu-se, então, a razão de *Mills* invertida do modelo de sobrevivência, com o intuito de corrigir o PSM para o possível problema de viés de seleção das empresas que sobreviveram, que acarretaria na diferença entre grupos de empresas sobreviventes e não-sobreviventes, inviabilizando a idéia de aleatoriedade das empresas utilizadas.

Quadro 1 – Construção das variáveis de inovação

| Variável | Código | Descrição |
|-----------------------------|--------------------|--|
| Inova Somente em Produto | Apenas Produto | 1 = inova apenas em produto 0 = caso contrário |
| Inova Somente em Processo | Apenas Processo | 1 = inova apenas em processo 0 = caso contrário |
| Inova em Produto e Processo | Produto e Processo | 1 = inova em produto e processo 0 = caso contrário |
| Inova em Produto 2 | Apenas Produto 2 | 1 = inova apenas em produto, mas não aumenta a automação da produção. 0 = caso contrário |
| Inova em Produto 3 | Apenas Produto 3 | 1 = inova em produto para o mercado 0 = caso contrário |
| Inova em Processo 2 | Apenas Processo 2 | 1 = inova apenas em processo, mas não amplia a variedade de produtos ofertados. 0 = caso contrário |
| Inova em Processo 3 | Apenas Processo 3 | 1 = inova em processo e aumenta a automação da produção, mas não amplia a variedade de produtos ofertados. 0 = caso contrário |

A base de dados, então, foi construída como a média para os anos 1997/98 (pré-tratamento) e 2002/03 (pós-tratamento) das empresas presentes nos dois períodos, sendo que as variáveis utilizadas pela RAIS foram o logaritmo do número médio de funcionários da firma, logaritmo da renda média real dos funcionários da firma e qualificação média dos funcionários da firma. Da PAEP 2001, as variáveis utilizadas foram a variável *dummy* para origem do capital controlador nacional (1 para capital nacional e 0 caso contrário), variável *dummy* de exportação (1 se a empresa é exportadora e 0 caso contrário), variáveis *dummies* setoriais de acordo com o tipo de intensidade tecnológica a que seu setor CNAE 1.0 se refere (alta intensidade tecnológica, média-alta intensidade tecnológica, média-baixa intensidade tecnológica e baixa intensidade tecnológica), e variáveis cruzadas entre exportação e nacional, exportação e logaritmo do pessoal ocupado, e exportação e logaritmo da renda.

Com essas informações acerca da construção das variáveis, considerando o peso amostral de cada observação da PAEP-2001, a base de dados é formada por 27.648 empresas industriais, que se caracterizam principalmente por serem empresas de micro e pequeno porte, nacionais, não exportadoras e concentradas em setores de baixa ou média-baixa intensidade tecnológica. Selecionou-se, portanto, empresas com uma média de 60 empregados ocupados. Outras características médias dessas empresas evidenciam que são empresas instaladas no mercado há pelo menos duas décadas, com funcionários que trabalham em média 34 meses, além de uma grande proporção de funcionários ligados à produção majoritariamente formada por homens.

Tabela 1 – Informações da base de dados

| | N. empr. | Média |
|-------------------------------|----------|-------|
| Micro-empresas | 17.908 | 64.77 |
| Pequena empresa | 7.551 | 27.31 |
| Média empresa | 1.668 | 6.03 |
| Grande empresa | 521 | 1.88 |
| Proporção de homens | 27.648 | 72.14 |
| Proporção de white collar | 27.648 | 20.5 |
| Tempo de emprego (meses) | 27.648 | 34.1 |
| Faixa etária dos funcionários | 27.648 | 31.4 |
| Idade das empresas | 27.648 | 21.2 |
| Int. Tec. Baixa | 27.648 | 42.42 |
| Int. Tec. Média-Baixa | 27.648 | 35.50 |
| Int. Tec. Média-Alta | 27.648 | 18.18 |
| Int. Tec. Alta | 27.648 | 2.26 |
| Empresas Nacionais | 27.648 | 93.4 |
| Empresas Exportadoras | 27.648 | 11.4 |

Elaboração dos autores a partir da PAEP.

Deste modo, algumas considerações acerca de como está estruturada a base de dados são necessárias antes da descrição dos resultados obtidos segundo os métodos econométricos propostos na seção metodológica. Além disso, percebe-se pela tabela 2 abaixo, que a taxa de inovação manteve-se inferior a 10%, sendo a inovação apenas em processo aquela que apresentou a maior taxa de inovação, o que era esperado para o caso brasileiro.

Tabela 2 – Percentual das variáveis de tratamento

| | Obs. | n. Emp. Inova | % inovadoras |
|--------------------|--------|------------------|-----------------|
| Apenas Produto | 27.648 | 1,326 | 4.80 |
| Apenas Processo | 27.648 | 2,351 | 8.50 |
| Produto e Processo | 27.648 | 1,019 | 3.69 |
| Apenas Processo 2 | 11.973 | 638 | 5.33 |
| Apenas Produto 2 | 10.852 | 750 | 6.91 |
| Apenas Produto 3 | 22.892 | 459 | 2.01 |
| Apenas Processo 3 | 10.667 | 386 | 3.62 |

Elaboração dos autores a partir de dados da RAIS e PAEP.

A fim de evidenciar a relação entre as variáveis de tratamento e as três variáveis do mercado de trabalho analisadas são apresentados, nas tabelas 3 e 4 abaixo, os valores médios para essas variáveis nos períodos 1997-1998 (pré-inovação) e 2002-2003 (pós-inovação), bem como para os quartis de renda e qualificação. Inicialmente, percebe-se que as empresas não-inovadoras apresentaram crescimento no nível de qualificação do seu pessoal ocupado, mas tal fato pode ser um reflexo da diminuição do número de postos de trabalho oferecidos por elas. Por outro lado, há uma redução clara no número de postos de trabalho, independentemente da categoria de inovação, mas a taxa de redução é menor comparativamente às não-inovadoras. Soma-se a isso a queda na remuneração média do trabalhador nas inovadoras, exceto para as empresas que inovaram em produto e processo. Porém, há um crescimento no nível de qualificação médio e nos seus quartis, independentemente do tratamento analisado, o que levaria a associar a necessidade das empresas inovadoras em ter empregados com um nível de qualificação maior, principalmente no caso daquelas que inovaram em produto e processo. Ou seja, ao se analisar o desempenho das firmas de um período para o outro, percebe-se que as empresas não-inovadoras tiveram queda nas médias de nível de emprego e de renda entre o período pós-inovação e o período pré-inovação. Contudo, o mesmo comportamento é visualizado nas categorias de inovação, exceto pela inovação em produto e processo que somente apresentou redução no número médio de pessoal ocupado. É válido lembrar

que o período em que se analisa o impacto da inovação (os anos 2002-03) é considerado de instabilidade econômica e política no Brasil tanto em decorrência da crise do setor elétrico como da disputa presidencial, o que gerou efeitos no mercado de trabalho.

No que se refere à iteração entre inovação tecnológica e a realização de estratégias de gestão da produção, é possível verificar que o comportamento das empresas não-inovadoras para cada uma das categorias é o mesmo apresentado anteriormente, bem como para os casos de tratamento. Apesar disso, o percentual de queda na remuneração do trabalhador é menor do que o caso anterior, possivelmente revelando que empresas que procuram associar inovação com gestão da produção trariam melhores resultados para os trabalhadores, tanto no nível de remuneração como no nível de pessoal ocupado, podendo se referir a sua capacidade e eficiência produtiva. É importante frisar que apenas nas empresas inovadoras em processo e que não aumentaram a variedade de produtos ofertados, mas que aumentaram a automação da linha de produção foi possível encontrar um aumento no nível de emprego, mesmo que esse não seja expressivo.

Tabela 3 – Médias das variáveis analisadas segundo o tipo de inovação tecnológica nos períodos pré e pós tratamento

| | Não inova em produto | | Apenas em produto | | Não inova em processo | | Apenas em processo | | Não inova | | Produto e processo | |
|--------------|----------------------|---------|-------------------|---------|-----------------------|---------|--------------------|---------|-----------|---------|--------------------|---------|
| | n. emp. | Média | n. emp. | Média | n. emp. | Média | n. emp. | Média | n. emp. | Média | n. emp. | Média |
| Emprego | | | | | | | | | | | | |
| 97-98 | 26.322 | 45 | 1.326 | 59 | 25.297 | 43 | 2.351 | 79 | 26.629 | 40 | 1.019 | 197 |
| 02-03 | 26.322 | 44 | 1.326 | 57 | 25.297 | 42 | 2.351 | 78 | 26.629 | 39 | 1.019 | 191 |
| Qualificação | | | | | | | | | | | | |
| 97-98 | 26.322 | 6.96 | 1.326 | 7.75 | 25.297 | 6.96 | 2.351 | 7.40 | 26.629 | 6.97 | 1.019 | 7.74 |
| 25% | 26.322 | 5.64 | 1.326 | 6.16 | 25.297 | 5.66 | 2.351 | 5.75 | 26.629 | 5.65 | 1.019 | 5.91 |
| 50% | 26.322 | 6.78 | 1.326 | 7.56 | 25.297 | 6.77 | 2.351 | 7.24 | 26.629 | 6.79 | 1.019 | 7.48 |
| 75% | 26.322 | 8.16 | 1.326 | 9.26 | 25.297 | 8.15 | 2.351 | 8.91 | 26.629 | 8.17 | 1.019 | 9.35 |
| 02-03 | 26.322 | 7.89 | 1.326 | 8.40 | 25.297 | 7.87 | 2.351 | 8.32 | 26.629 | 7.88 | 1.019 | 8.74 |
| 25% | 26.322 | 6.45 | 1.326 | 6.78 | 25.297 | 6.44 | 2.351 | 6.72 | 26.629 | 6.45 | 1.019 | 7.07 |
| 50% | 26.322 | 7.80 | 1.326 | 8.31 | 25.297 | 7.78 | 2.351 | 8.31 | 26.629 | 7.79 | 1.019 | 8.67 |
| 75% | 26.322 | 9.27 | 1.326 | 9.99 | 25.297 | 9.24 | 2.351 | 9.94 | 26.629 | 9.26 | 1.019 | 10.32 |
| Renda | | | | | | | | | | | | |
| 97-98 | 26.322 | 994.94 | 1.326 | 1250.42 | 25.297 | 992.61 | 2.351 | 1164.10 | 26.629 | 988.28 | 1.019 | 1501.39 |
| 25% | 26.322 | 682.40 | 1.326 | 765.80 | 25.297 | 680.57 | 2.351 | 749.10 | 26.629 | 678.70 | 1.019 | 887.58 |
| 50% | 26.322 | 848.79 | 1.326 | 1029.18 | 25.297 | 847.66 | 2.351 | 962.65 | 26.629 | 845.28 | 1.019 | 1175.02 |
| 75% | 26.322 | 1134.16 | 1.326 | 1477.33 | 25.297 | 1134.44 | 2.351 | 1324.63 | 26.629 | 1128.23 | 1.019 | 1735.66 |
| 02-03 | 26.322 | 970.61 | 1.326 | 1251.38 | 25.297 | 968.95 | 2.351 | 1146.79 | 26.629 | 963.40 | 1.019 | 1524.27 |
| 25% | 26.322 | 658.13 | 1.326 | 745.96 | 25.297 | 657.86 | 2.351 | 710.56 | 26.629 | 653.52 | 1.019 | 892.71 |
| 50% | 26.322 | 818.67 | 1.326 | 1010.68 | 25.297 | 818.24 | 2.351 | 931.60 | 26.629 | 814.20 | 1.019 | 1185.10 |
| 75% | 26.322 | 1102.15 | 1.326 | 1456.96 | 25.297 | 1103.16 | 2.351 | 1291.32 | 26.629 | 1095.62 | 1.019 | 1734.49 |

Elaboração dos autores a partir de dados da RAIS e PAEP.

Tabela 4 - Médias das variáveis analisadas segundo a iteração entre inovação e gestão de produção nos períodos pré e pós tratamento

| | Não inova em processo 2 | | Apenas em processo 2 | | Não inova em produto 2 | | Apenas em produto 2 | | Não inova em produto 3 | | Apenas em produto 3 | | Não inova em processo 3 | | Apenas em processo 3 | |
|---------|-------------------------|---------|----------------------|---------|------------------------|---------|---------------------|---------|------------------------|---------|---------------------|---------|-------------------------|---------|----------------------|---------|
| | n. emp. | Média | n. emp. | Média | n. emp. | Média | n. emp. | Média | n. emp. | Média | n. emp. | Média | n. emp. | Média | n. emp. | Média |
| Empr. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 97-98 | 11.335 | 26 | 638 | 85 | 10.102 | 23 | 750 | 47 | 22.433 | 27 | 459 | 64 | 10.281 | 24 | 386 | 91 |
| 02-03 | 11.335 | 22 | 638 | 78 | 10.102 | 19 | 750 | 46 | 22.433 | 27 | 459 | 60 | 10.281 | 20 | 386 | 93 |
| Qualif. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 97-98 | 11.335 | 6.79 | 638 | 7.29 | 10.102 | 6.79 | 750 | 7.64 | 22.433 | 6.86 | 459 | 7.78 | 10.281 | 6.81 | 386 | 7.15 |
| 25% | 11.335 | 5.50 | 638 | 5.47 | 10.102 | 5.50 | 750 | 6.18 | 22.433 | 5.61 | 459 | 6.04 | 10.281 | 5.51 | 386 | 5.50 |
| 50% | 11.335 | 6.59 | 638 | 7.11 | 10.102 | 6.59 | 750 | 7.43 | 22.433 | 6.67 | 459 | 7.64 | 10.281 | 6.61 | 386 | 7.00 |
| 75% | 11.335 | 7.96 | 638 | 8.84 | 10.102 | 7.96 | 750 | 9.05 | 22.433 | 7.99 | 459 | 9.43 | 10.281 | 7.99 | 386 | 8.57 |
| 02-03 | 11.335 | 7.70 | 638 | 8.07 | 10.102 | 7.68 | 750 | 8.30 | 22.433 | 7.78 | 459 | 8.77 | 10.281 | 7.69 | 386 | 7.80 |
| 25% | 11.335 | 6.31 | 638 | 6.37 | 10.102 | 6.32 | 750 | 6.62 | 22.433 | 6.37 | 459 | 7.07 | 10.281 | 6.31 | 386 | 6.18 |
| 50% | 11.335 | 7.60 | 638 | 7.86 | 10.102 | 7.57 | 750 | 8.24 | 22.433 | 7.68 | 459 | 8.68 | 10.281 | 7.58 | 386 | 7.72 |
| 75% | 11.335 | 9.03 | 638 | 9.61 | 10.102 | 8.98 | 750 | 9.86 | 22.433 | 9.12 | 459 | 10.48 | 10.281 | 9.00 | 386 | 9.28 |
| Renda | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 97-98 | 11.335 | 952.35 | 638 | 1242.48 | 10.102 | 940.71 | 750 | 1188.45 | 22.433 | 938.21 | 459 | 1463.03 | 10.281 | 949.69 | 386 | 1271.07 |
| 25% | 11.335 | 667.79 | 638 | 786.86 | 10.102 | 667.21 | 750 | 750.28 | 22.433 | 660.29 | 459 | 840.69 | 10.281 | 670.28 | 386 | 804.15 |
| 50% | 11.335 | 828.00 | 638 | 1021.75 | 10.102 | 821.64 | 750 | 986.63 | 22.433 | 811.48 | 459 | 1164.62 | 10.281 | 827.87 | 386 | 1048.18 |
| 75% | 11.335 | 1088.46 | 638 | 1416.51 | 10.102 | 1071.56 | 750 | 1382.65 | 22.433 | 1067.04 | 459 | 1769.36 | 10.281 | 1083.50 | 386 | 1449.55 |
| 02-03 | 11.335 | 927.69 | 638 | 1225.84 | 10.102 | 918.28 | 750 | 1186.62 | 22.433 | 910.71 | 459 | 1449.04 | 10.281 | 928.11 | 386 | 1194.52 |
| 25% | 11.335 | 651.61 | 638 | 760.59 | 10.102 | 651.66 | 750 | 718.54 | 22.433 | 636.59 | 459 | 797.19 | 10.281 | 654.22 | 386 | 758.56 |
| 50% | 11.335 | 803.11 | 638 | 977.41 | 10.102 | 801.03 | 750 | 975.55 | 22.433 | 780.78 | 459 | 1114.67 | 10.281 | 807.89 | 386 | 943.66 |
| 75% | 11.335 | 1064.14 | 638 | 1397.94 | 10.102 | 1057.43 | 750 | 1375.42 | 22.433 | 1035.66 | 459 | 1718.30 | 10.281 | 1071.37 | 386 | 1326.22 |

Elaboração dos autores a partir de dados da RAIS e PAEP.

4. Resultados econométricos

Essa seção apresenta os resultados econométricos para os efeitos médios de tratamento dos tratados (EMTT) em diferenças em diferenças calculados com os métodos *radius matching* e *nearest neighbor matching* (NN). É importante ressaltar que cada um dos métodos foi aplicado às três variáveis de diferença média de nível de emprego, renda e de qualificação, bem como para os quartis de renda e qualificação, sendo analisada para cada uma das categorias de tratamento apresentadas anteriormente⁶.

Na tabela 5 são apresentados os resultados da avaliação do impacto dos diferentes tipos de inovação e das iterações entre inovação e gestão de produção no nível de emprego analisadas segundo a diferença entre pré e pós-tratamento. Nota-se, inicialmente, que, independentemente do método utilizado, para a variável inovação apenas em produto não há impacto no nível de emprego. No entanto, o mesmo não se verifica quando são consideradas as demais composições de forma de inovação com as demais técnicas de gestão da produção. Tanto para as variáveis de Apenas Produto 2 e Apenas Produto 3 foram observados resultados estatisticamente significantes ao menos em um nível de significância de 10%. O resultado mais evidente foi aquele obtido para a variável Apenas Produto 2, que restringe as empresas inovadoras àquelas que não aumentaram a automação da produção industrial. Ou seja, que não adotaram técnicas de gestão que poderiam atuar de modo contrário ao efeito expansivo do emprego decorrente de uma estratégia de reposicionamento de mercado baseada na inovação em produto.

Para as variáveis de inovação em processo foram observados impactos positivos e estatisticamente significantes ao menos em um nível de significância de 1%. O resultado mais evidente no que tange à expansão do emprego foi observado nas empresas que inovaram em processo e que ampliaram a automação da linha de produção, mas sem aumentar a variedade de produtos ofertados, na ordem de 26 pontos percentuais. Para o método Radius, apenas a inovação em processo e os dois tipos de associação entre inovação e gestão da produção geraram impactos crescentes no nível de emprego. Para as empresas inovadoras em processo e produto também foi observado um aumento do emprego em relação às firmas não inovadoras na ordem de 7,2 pontos percentuais.

Tabela 5 – Avaliação do impacto dos tipos de inovação no emprego

| Emprego | NN | | | | | Radius | | | |
|--------------------|-----------|--------|----------|-----------|-----------|--------|----------|-----------|--|
| | EMTT | est.-t | n. Trat. | n. Contr. | EMTT | est.-t | n. Trat. | n. Contr. | |
| Apenas Produto | 0.031 | 0.687 | 529 | 498 | 0.030 | 0.995 | 507 | 4889 | |
| Apenas Processo | 0.131 *** | 4.100 | 1045 | 927 | 0.130 *** | 5.268 | 1001 | 5168 | |
| Produto e Processo | 0.072 * | 1.808 | 611 | 538 | 0.031 | 0.979 | 478 | 3246 | |
| Apenas Processo 2 | 0.144 *** | 2.386 | 284 | 252 | 0.050 | 0.929 | 212 | 714 | |
| Apenas Processo 3 | 0.261 *** | 3.946 | 187 | 165 | 0.213 *** | 3.711 | 126 | 405 | |
| Apenas Produto 2 | 0.246 *** | 3.562 | 256 | 222 | 0.150 ** | 2.327 | 145 | 379 | |
| Apenas Produto 3 | 0.114 * | 1.752 | 209 | 194 | 0.066 | 1.428 | 176 | 2087 | |

Elaboração dos autores a partir de dados da RAIS e PAEP.

* Significativo a 10%; ** Significativo a 5% *** Significativo a 1%.

Por outro lado, o impacto da inovação na renda do trabalhador foi não significativo para a ampla maioria das formas de inovação e nos diferentes quartis da distribuição. Foram observados resultados significativos para empresas que apenas inovam apenas em produto a 5% de significância (via Radius) ou para empresas que inovaram em produto para o mercado a 10% de significância (via NN). Para as empresas inovadoras apenas em produto, desconsiderando o fato de ter sido a inovação apenas para a empresa ou para o mercado, o aumento na renda relativamente às firmas não inovadoras foi de 0,023 pontos percentuais. No caso das firmas inovadoras em produto para o mercado o impacto foi um pouco superior, na ordem de 0,04 pontos percentuais. Esses

⁶ Os modelos estimados para o pscore encontram-se no apêndice.

resultados indicam em termos gerais, que na possibilidade da introdução dessas inovações no mercado se traduzirem em aumento do lucro ou faturamento das empresas, ao menos no médio prazo tais ganhos não são repassados, parcialmente, aos trabalhadores.

Tabela 6 - Avaliação do impacto dos tipos de inovação na renda

| Renda Média | EMTT | NN | | | EMTT | Radius | | | |
|----------------------|---------|--------|----------|-----------|----------|--------|----------|-----------|--|
| | | est.-t | n. Trat. | n. Contr. | | est.-t | n. Trat. | n. Contr. | |
| Renda Média | | | | | | | | | |
| Apenas Produto | -0.001 | -0.097 | 529 | 498 | 0.023 ** | 2.172 | 507 | 4889 | |
| Apenas Processo | 0.009 | 0.806 | 1045 | 927 | 0.013 | 1.521 | 1001 | 5168 | |
| Produto e Processo | 0.008 | 0.553 | 611 | 538 | 0.014 | 1.207 | 478 | 3246 | |
| Apenas Processo 2 | -0.001 | -0.031 | 284 | 252 | -0.003 | -0.148 | 212 | 714 | |
| Apenas Processo 3 | 0.019 | 0.730 | 187 | 165 | 0.027 | 1.148 | 126 | 405 | |
| Apenas Produto 2 | 0.006 | 0.240 | 256 | 222 | 0.014 | 0.608 | 145 | 379 | |
| Apenas Produto 3 | 0.040 * | 1.678 | 209 | 194 | 0.024 | 1.320 | 176 | 2087 | |
| 25 % da Renda | | | | | | | | | |
| Apenas Produto | -0,021 | -1,534 | | | -0,001 | -0,086 | | | |
| Apenas Processo | 0,009 | 0,876 | | | 0,004 | 0,519 | | | |
| Produto e Processo | 0,012 | 0,879 | | | 0,005 | 0,409 | | | |
| Apenas Processo 2 | 0,014 | 0,728 | | | -0,013 | -0,639 | | | |
| Apenas Processo 3 | 0,000 | -0,018 | | | 0,018 | 0,816 | | | |
| Apenas Produto 2 | -0,017 | -0,747 | | | -0,004 | -0,204 | | | |
| Apenas Produto 3 | 0,012 | 0,564 | | | 0,003 | 0,157 | | | |
| 50 % da Renda | | | | | | | | | |
| Apenas Produto | -0,014 | -0,965 | | | 0,000 | -0,021 | | | |
| Apenas Processo | 0,009 | 0,832 | | | 0,007 | 0,886 | | | |
| Produto e Processo | 0,012 | 0,804 | | | 0,002 | 0,168 | | | |
| Apenas Processo 2 | 0,010 | 0,503 | | | -0,011 | -0,609 | | | |
| Apenas Processo 3 | 0,003 | 0,128 | | | 0,006 | 0,291 | | | |
| Apenas Produto 2 | -0,006 | -0,241 | | | 0,005 | 0,237 | | | |
| Apenas Produto 3 | 0,014 | 0,620 | | | -0,009 | -0,499 | | | |
| 75 % da Renda | | | | | | | | | |
| Apenas Produto | -0,011 | -0,668 | | | 0,012 | 1,021 | | | |
| Apenas Processo | 0,002 | 0,171 | | | 0,005 | 0,571 | | | |
| Produto e Processo | 0,010 | 0,598 | | | 0,009 | 0,663 | | | |
| Apenas Processo 2 | 0,001 | 0,026 | | | -0,009 | -0,400 | | | |
| Apenas Processo 3 | 0,009 | 0,341 | | | 0,006 | 0,257 | | | |
| Apenas Produto 2 | -0,001 | -0,029 | | | -0,013 | -0,491 | | | |
| Apenas Produto 3 | 0,041 | 1,424 | | | 0,015 | 0,756 | | | |

Elaboração dos autores a partir de dados da RAIS e PAEP.

* Significativo a 10%; ** Significativo a 5% *** Significativo a 1%.

No que tange à qualificação dos trabalhadores os resultados são, em primeiro lugar, distintos segundos os métodos de estimação. Para o método de Nearest Neighbor foram observados resultados estatisticamente significativos, ao menos em um nível de significância de 10%, para as variáveis de inovação em produto e processo, de inovação em processo sem aumento da variedade de produtos oferecidos e inovação em produto para o mercado. Já para o método Radius foram observados resultados estatisticamente significantes, agora em um nível de significância de 1%, para as variáveis de inovação apenas em processo, de inovação em processo sem aumento de

variedades de produtos e inovadoras em processo e produto. O maior impacto verificado sobre a qualificação foi para as empresas inovadoras em produto para o mercado, com um aumento, na média, de 0,321 pontos percentuais, sendo este o único impacto relacionado ao aumento na qualificação dos 75% mais qualificados das empresas. Para esse tipo de inovação, conforme pode ser verificado na análise para os quartis da distribuição, ainda que tenha havido um incremento relativo na qualificação dos funcionários menos qualificados (25% da distribuição), o impacto mais acentuado ocorreu na faixa de mão-de-obra 75% um pouco mais qualificada com 0,335 pontos percentuais. Para as empresas inovadoras em processo o impacto sobre a qualificação ocorreu efetivamente nas primeira e segunda faixas de qualificação, isto é, no primeiro quartil e mediana de qualificação. Para todas as categorias de inovação em processo, no primeiro quartil segundo o algoritmo Radius, houve um incremento nessa faixa de qualificação no intervalo de 0,17 a 0,32 pontos percentuais. Na faixa mediana de qualificação somente foi verificado um aumento significativo em 0,19 pontos percentuais para a variável de inovação apenas em processo e de 0,34 pontos percentuais para as firmas inovadoras em produto e processo e 0,375 pontos percentuais para as firmas inovadoras em produto para o mercado.

Assim, em termos gerais, enquanto que o aumento da qualificação das empresas inovadoras em produto foi proporcionado pelo aumento na qualificação dos funcionários mais qualificados, o inverso ocorreu para as empresas inovadoras em processo. Estas evidências permitem a racionalização de que o aumento da qualificação nas firmas inovadoras em processo deve ocorrer, prioritariamente, para os funcionários mais diretamente ligados à produção, enquanto que o oposto deve ocorrer para as firmas inovadoras em produto.

Tabela 7 – Avaliação dos impactos dos tipos de inovação na qualificação

| | NN | | | | Radius | | | |
|---------------------------|----------|--------|----------|-----------|-----------|--------|----------|-----------|
| | EMTT | est.-t | n. Trat. | n. Contr. | EMTT | est.-t | n. Trat. | n. Contr. |
| Qualificação Média | | | | | | | | |
| Apenas Produto | 0.037 | 0.451 | 529 | 498 | 0.054 | 0.836 | 507 | 4889 |
| Apenas Processo | 0.095 | 1.610 | 1045 | 927 | 0.130 *** | 2.807 | 1001 | 5168 |
| Produto e Processo | 0.148 * | 1.883 | 611 | 538 | 0.197 *** | 2.953 | 478 | 3246 |
| Apenas Processo 2 | 0.181 * | 1.725 | 284 | 252 | 0.145 | 1.503 | 212 | 714 |
| Apenas Processo 3 | -0.096 | -0.728 | 187 | 165 | 0.117 | 0.955 | 126 | 405 |
| Apenas Produto 2 | 0.085 | 0.692 | 256 | 222 | 0.189 | 1.308 | 145 | 379 |
| Apenas Produto 3 | 0.321 ** | 2.196 | 209 | 194 | 0.301 *** | 2.547 | 176 | 2087 |
| 25 % da Qualif. | | | | | | | | |
| Apenas Produto | 0,083 | 0,720 | | | 0,170 ** | 1,992 | | |
| Apenas Processo | 0,094 | 1,158 | | | 0,166 *** | 2,652 | | |
| Produto e Processo | 0,140 | 1,307 | | | 0,337 *** | 3,991 | | |
| Apenas Processo 2 | 0,175 | 1,176 | | | 0,289 ** | 2,167 | | |
| Apenas Processo 3 | -0,100 | -0,529 | | | 0,315 * | 1,822 | | |
| Apenas Produto 2 | 0,098 | 0,574 | | | 0,254 | 1,352 | | |
| Apenas Produto 3 | 0,226 | 1,191 | | | 0,394 *** | 2,782 | | |
| 50 % da Qualif. | | | | | | | | |
| Apenas Produto | 0,027 | 0,245 | | | 0,120 | 1,399 | | |
| Apenas Processo | 0,126 | 1,590 | | | 0,191 *** | 3,092 | | |
| Produto e Processo | 0,186 * | 1,754 | | | 0,347 *** | 3,897 | | |
| Apenas Processo 2 | 0,198 | 1,324 | | | 0,108 | 0,817 | | |
| Apenas Processo 3 | -0,344 * | -1,845 | | | 0,017 | 0,107 | | |
| Apenas Produto 2 | 0,191 | 1,143 | | | 0,291 | 1,583 | | |
| Apenas Produto 3 | 0,300 | 1,631 | | | 0,375 *** | 2,534 | | |
| 75 % da Qualif. | | | | | | | | |
| Apenas Produto | -0,050 | -0,438 | | | -0,119 | -1,309 | | |
| Apenas Processo | 0,103 | 1,263 | | | 0,092 | 1,464 | | |
| Produto e Processo | 0,140 | 1,245 | | | 0,031 | 0,319 | | |
| Apenas Processo 2 | 0,250 * | 1,710 | | | 0,168 | 1,206 | | |
| Apenas Processo 3 | 0,001 | 0,007 | | | 0,116 | 0,638 | | |
| Apenas Produto 2 | 0,069 | 0,416 | | | 0,059 | 0,314 | | |
| Apenas Produto 3 | 0,335 * | 1,700 | | | 0,138 | 0,847 | | |

Elaboração dos autores a partir de dados da RAIS e PAEP.

* Significativo a 10%; ** Significativo a 5% *** Significativo a 1%.

Considerações finais

Esse trabalho procurou produzir evidências mais acuradas para a relação entre progresso técnico e emprego industrial. Para isso foram estimados os impactos sobre o nível de emprego, renda e qualificação dos trabalhadores de diferentes formas de inovação tecnológica, considerando a possibilidade do emprego conjunto de outras técnicas de gestão da produção.

Em termos gerais os resultados obtidos indicam um impacto positivo sobre o nível de emprego industrial e sobre a qualificação profissional, não havendo resultados expressivos para a renda dos trabalhadores. Esses resultados podem ser mais bem discriminados ao se observar que o aumento no emprego ocorreu, principalmente, para as empresas inovadoras em processo que

aumentaram o nível de automação da produção. Isto indica claramente que estratégias de liderança de custos podem levar a resultados mais efetivos, no que diz respeito ao crescimento da firma, quando aprofundadas por técnicas de gestão que reforcem a direção da inovação. Já para a inovação em produto, o impacto mais acentuado ocorre em situação inversa. Isto é, quando as firmas não adotam estratégias de gestão que busquem aumentar o nível de automação da produção, não atuando, portanto, de forma contrária ao possível efeito expansivo do aumento das vendas de novos produtos.

De modo interessante, porém não surpreendente, não se verificou aumento estatisticamente significativo na renda do trabalho. Uma possível conclusão sobre esse resultado é o não repasse dos ganhos de receita ou produtividade, traduzidos em última instância nos lucros da empresa, para os salários dos trabalhadores, ao menos no médio prazo. Como contrapartida a esse raciocínio, pode-se inferir que esses prováveis ganhos de receita ou produtividade podem se traduzir, talvez, no aumento da produção com subsequente redução de preços, induzindo ao crescimento da firma e do emprego.

O que aparentemente é contraditório a essa conclusão é a evidência complementar do aumento na qualificação dos funcionários das empresas inovadoras *vis a vis* as empresas não inovadoras. Conforme foi observado para as empresas inovadoras em processo o aumento da qualificação ocorre na faixa inferior de qualificação, possivelmente, relacionada aos trabalhadores ligados diretamente à produção. Já para as empresas inovadoras em produto os aumentos na qualificação foram observados, principalmente, na faixa mediana de qualificação, o que destaca um possível aumento na qualificação de funcionários não ligados à produção ou de formação técnica.

Referências bibliográficas

ABADIE, A., et alii. Implementing matching estimators for average treatment effects in Stata. *The Stata Journal*, v. 4, n. 3, pp. 290-311, 2004.

BARTEL A.P.; SICHERMAN N. Technological Change and Retirement Decisions of Older Workers. *Journal of Labor Economics*, Vol. 11, No. 1, pp. 162-183, 1993.

CAMERON, A. C. E TRIVEDI, P. K. (2005) *Microeconometrics: methods and applications*. Cambridge University Press, NY, USA.

DE NEGRI, J., ESTEVES, L. E FREITAS, F. (2007) Knowledge production and firm growth in Brazil. Paper presented at the *Micro Evidence on Innovation in Developing Economies Conference*, Maastricht.

FALK, M. Technological Innovations and the Expected Demand for Skilled Labour at the Firm Level. *ZEW Discussion Paper* 99-59. Mannheim, 1999.

GARCÍA, A.; JAUMANDREU, J.; RODRÍGUEZ, C. Innovation and jobs: evidence from manufacturing firms. Disponível em: < http://mpra.ub.uni-muenchen.de/1204/1/MPRA_paper_1204.pdf >. Acesso em 13/dezembro/2007, Mar., 2002.

GIOVANETTI, B. ; MENEZES FILHO, N. A. . Trade Liberalization and the Demand for Skilled Labour in Brazil. *Economía* (Washington), v. 7, p. 1-28, 2006.

GIRMA, S., GÖRG, H. Evaluating the foreign ownership wage premium using a difference-in-differences matching approach. *Journal of International Economics*. Sussex. 72: 97-112, 2007.

HARRISON, R.; et alii. Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro data from four European countries. Disponível em: < http://mpra.ub.uni-muenchen.de/1245/1/MPRA_paper_1245.pdf >. Acesso em 13/dezembro/2007, Feb., 2005.

HECKMAN, J.J. The Common Structure of Statistical Models of Truncation, Sample Selection and Limited Dependent Variables and a Simple Estimator for Such Models, *Annals of Economic and Social Measurement* 5, 475–492, 1976.

HECKMAN, J.J.; ICHIMURA, H.; TODD, P. Matching as an econometric evaluation estimator. *The Review of Economic Studies*, Vol. 65, No. 2. (Apr., 1998), pp. 261-294. Disponível em: <http://www.econ.ucla.edu/hotz/e262a/readings/heckman_restud_3.pdf>. Acesso em Dezembro, 2007. July, 1997.

KANNEBLEY JR., S.; VALERI, J.O; ARAÚJO, B.C. Desempenho Econômico na Indústria Brasileira: Uma Análise Contrafactual dos Impactos da Inovação. In: XXXV Encontro Nacional de Economia (ANPEC), Recife, 2007.

LACHENMAIER, S.; ROTTMANN, H. Effects of innovation on employment: a dynamic panel analysis. *CESIFO Working paper n. 2015*, June, 2007.

PETERS, B. Employment Effects of Different Innovation Activities: microeconomic Evidence. *ZEW Discussion Paper No. 04-73*. Disponível em: <<ftp://ftp.zew.de/pub/zew-docs/dp/dp0473.pdf>>. Acesso em 13/dezembro/2007, 2004.

PETIT, R. Employment and Technological Change. *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford, 366-408.

PIVA, M.; VIVARELLI, V. Innovation and Employment: Evidence from Italian Microdata. *IZA Discussion Paper Series n. 730*, Feb., 2003.

PROCHNIK, V.; ARAÚJO, R. D. Uma Análise do Baixo Grau Inovação na Indústria Brasileira a Partir do Estudo das Firms Menos Inovativas. In: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M.S. (2005) *Inovações, Padrões Tecnológicos e Desempenho das Firms Industriais Brasileiras*, IPEA, 2005.

TAFNER, P. (ed.) Brasil: o estado de uma nação. Ipea, Brasília, 2006.

TYBOUT, J. Manufacturing firms in developing countries: how well do they do, and why? *Journal of Economic Literature*. 38: 11–44, 2000.

ApêndiceTabela A1 – Modelo *Probit* de sobrevivência da empresa

| | Coef. | est.-t |
|---------------------------|----------|--------|
| Prop. Homens | 0.220635 | 13.59 |
| Faixa Etária Média | -0.00546 | -6.47 |
| Tempo de Emp. Médio | 0.00173 | 8.49 |
| Prop. <i>White Collar</i> | -0.54404 | -31.94 |
| N. de Emp. em Dez. | 0.000303 | 10.52 |
| Constante | 0.305479 | 10.73 |
| N. Observações | 60610 | |
| Pseudo R2 | 0.0212 | |

Tabela A2 – Resultados dos modelos probit para a probabilidade da firma ser tratada - variáveis de atividade inovativa: média 1997-1998 (t-1)

| | Apenas produto | Apenas processo | Produto e Processo | Apenas processo 2 | Apenas processo 3 | Apenas produto 2 | Apenas produto 3 |
|-----------------------|----------------|-----------------|--------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|
| Nacional | 0.182 ** | 0.304 *** | 0.250 *** | 0.194 | 0.137 | 0.027 | -0.003 |
| Qualificação | 0.011 | 0.030 *** | 0.043 *** | 0.060 *** | 0.039 | 0.064 *** | 0.019 |
| Raz. Mills. Inv. | 0.568 ** | -0.310 | -0.470 | -0.570 | -0.757 | 0.080 | 0.298 |
| Emprego (log) | 0.038 * | 0.076 *** | 0.096 *** | 0.184 *** | 0.238 *** | 0.101 *** | 0.093 *** |
| Renda (log) | 0.151 *** | 0.174 *** | 0.251 *** | 0.155 | 0.141 | 0.151 | 0.262 *** |
| Exportação | | 1.950 *** | 0.657 *** | 1.242 | 0.813 | | |
| Exp.*Nac. | | -0.290 *** | -0.316 *** | -0.258 | -0.184 | | |
| Exp*Renda | | -0.213 *** | | -0.121 | -0.063 | | |
| Int. Tec. Baixa | 0.346 | -0.034 | 0.424 | 0.080 | 0.514 ** | 0.337 | 0.296 |
| Int. Tec. Média-Baixa | 0.489 ** | -0.005 | 0.548 *** | 0.084 | 0.481 | 0.529 ** | 0.490 |
| Int. Tec. Média-Alta | 0.868 *** | -0.093 | 0.766 *** | -0.005 | 0.264 | 1.041 *** | 0.889 *** |
| Int. Tec. Alta | 1.018 *** | -0.047 | 0.860 *** | -0.210 | -0.260 | 1.234 *** | 1.152 *** |
| Constante | -3.930 *** | -2.976 *** | -4.601 *** | -3.410 *** | -3.685 *** | -3.843 *** | -4.917 *** |
| N. obs. | 8620 | 8620 | 8620 | 3085 | 2529 | 2529 | 6356 |
| Prob > chi2 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| Pseudo R2 | 0.0471 | 0.0225 | 0.1128 | 0.0638 | 0.0941 | 0.1041 | 0.0904 |

Nota: A condição de balanceamento é satisfeita em todos os modelos apresentados acima. Níveis de significância: * 10%, ** 5% e *** 1%.