

Produtividade setorial da indústria brasileira: uma análise dos determinantes a partir de regressão quantílica para painel de dados com efeitos fixos.

**Eva Yamila da Silva Catela – PPGECO/UFSC
Gabriel Porcile – UFPR e ECLAC**

Resumo

Este trabalho discute a evolução da produtividade setorial de 102 divisões da indústria de transformação brasileira na década de 2000, introduzindo novas estimações dos determinantes da produtividade relacionados à inovação, atividade exportadora, taxa de câmbio, densidade industrial e investimento. Para obter a base de dados, o trabalho combina e compatibiliza diferentes fontes – PIA, PINTEC e Secex. A dinâmica da produtividade é estudada utilizando um método não paramétrico, a densidade de Kernel, que permite captar a heterogeneidade da distribuição condicional da produtividade. Posteriormente esta distribuição é parametrizada, considerando um modelo de regressão quantílica para painel de dados com efeitos fixos. Os resultados mostram que a indústria de transformação brasileira foi pouco dinâmica na década de 2000 e que os diferentes deciles da distribuição de produtividade são influenciados com diferente intensidade pelas variáveis consideradas.

Palavras-chave: produtividade setorial, painel de dados, regressão quantílica.

Classificação JEL: L16, O14.

Abstract

This paper discusses the evolution of sectoral productivity of 102 divisions from Brazilian manufacturing industry in the 2000s and introduces new estimates of recent productivity determinants linked to innovation, export activity, exchange rates, investment and industrial density. For the database, the work combines and reconciles different sources –PIA, PINTEC and Secex. The productivity dynamics is studied using a nonparametric method, the Kernel density that captures the heterogeneity of the conditional distribution productivity. Subsequently this distribution is parameterized considering a quantile regression model for panel data with fixed effects. The findings show that Brazilian manufacturing industry was sluggish in the 2000s and that the different deciles of the distribution of productivity are influenced with different intensity for the different variables.

Keywords: sectoral productivity, panel data, quantile regression.

JEL Classification: L16, O14.

Área 9 - Economia Industrial e da Tecnologia.

Produtividade setorial da indústria brasileira: uma análise dos determinantes a partir de regressão quantílica para painel de dados com efeitos fixos

1. Introdução

O objetivo deste trabalho é estudar a dinâmica da produtividade do trabalho das diferentes divisões da indústria de transformação brasileira, na década de 2000, assim como os seus determinantes, utilizando para isto covariáveis associadas à atividade exportadora, investimento, adensamento dos setores industriais, inovação tecnológica e outras variáveis de controle.

Dado este objetivo, em primeiro lugar se estuda a forma e dinâmica da distribuição condicional de produtividade. Para isto utiliza-se uma abordagem não paramétrica, a densidade de Kernel. Uma primeira característica que emerge desta análise é a grande heterogeneidade apresentada pelas diferentes divisões da indústria, seja em termos de taxas de crescimento ou em termos de níveis de produtividade. Esta heterogeneidade é uma característica intrínseca da indústria de transformação, qualquer que seja o nível de desagregação para medi-la (Dosi *et al.*, 2010).

Em segundo lugar, e considerando a necessidade de contemplar esta heterogeneidade, analisa-se a influencia das covariáveis escolhidas sobre a produtividade, através de uma abordagem semiparamétrica, a regressão quantílica de efeitos fixos para painel de dados (Galvão, 2009). Salientamos que esta última abordagem (considerando painel de dados) é inédita na análise da dinâmica da produtividade brasileira.

As características que explicam os diferenciais de produtividade entre as divisões da indústria estão relacionadas a variáveis de estado como, por exemplo, a capacidade de inovar em produtos ou processos (Dosi *et al.*, 2010), o aprofundamento da atividade exportadora (Serti e Tomasi, 2008), o esforço de investimento (Syverson, 2011) e o adensamento setorial (Graham *et al.*, 2010).

A motivação para o uso de regressão quantílica se centra no fato de que o estimador fornece uma solução para cada quantil da distribuição de produtividade, gerando informações específicas acerca de como cada uma das variáveis explicativas afetam as divisões da indústria na sua posição na distribuição de produtividade. Isto permite entender a heterogeneidade existente nesta distribuição, sendo, por outro lado, um resultado robusto na presença de observações discrepantes da variável dependente.

Os resultados mostram que a parametrização da distribuição de produtividade revela uma heterogeneidade maior entre os setores menos produtivos e poucos setores que se encontram na fronteira da eficiência em termos de produtividade. Por sua vez, a magnitude de influência das variáveis explicativas sobre os deciles da distribuição condicional de produtividade são significativamente diferentes.

O trabalho se estrutura em três seções, além desta introdução. Na seção 2 são apresentados os dados utilizados e as fontes assim como a estratégia metodológica seguida para melhor aproveitar o potencial dos dados. A seção 3 descreve o contexto econômico do período analisado. A seção 4 apresenta os resultados das estimações realizadas usando o método de regressão quantílica para o painel de dados, considerando efeitos fixos. Conclui-se com as considerações finais.

2. Descrição dos dados e estratégia metodológica

2.1 Dados e estatísticas descritivas

A base de dados foi construída a partir do cruzamento de dados da Pesquisa Industrial Anual-Empresa (PIA) do IBGE, da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) do IBGE e da Alice Web da SECEX. As 102 divisões da indústria de transformação consideradas são as determinadas pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas 1.0 (CNAE). A Tabela 1 resume as estatísticas descritivas das variáveis utilizadas, que foram tiradas das seguintes fontes:

- a) PIA Empresa (IBGE): dados de Valor de Transformação Industrial (VTI), Valor Bruto de Produção Industrial e Pessoal Ocupado (PO). Os dados de investimento líquido são obtidos desta mesma base, considerando a diferença entre aquisições e baixas de ativos imobilizados. Os dados para o último ano da amostra, 2008, não foram disponibilizados de acordo com a classificação CNAE 1.0, desse modo, foi necessário compatibilizar estes dados classificados pela CNAE 2, por meio da correspondência entre estas duas classificações¹. Cabe destacar que o montante de investimentos cobertos pela PIA equivale aos valores levantados pelo BNDES (Britto *et al.*, 2009)
- b) PINTEC (IBGE): fonte de dados de inovação de produto e processo dos diferentes setores estudados. Uma limitação desta base é que o período de abrangência é de 2000 a 2008 o que restringe a análise temporalmente². Além desta restrição, os dados são liberados para a classificação a dois dígitos da CNAE, o que impõe a hipótese de igual percentual de inovação entre as diferentes divisões a três dígitos dentro das classes.
- c) Alice Web (Secex): dados de exportação por setores segundo a Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). Os dados foram convertidos à classificação CNAE utilizando em primeiro lugar a classificação de produtos (PRODLIST) e depois, fazendo a correspondência com a CNAE³.

Tabela 1 – Estatísticas descritivas

Variável	Observações	Média	Desvio Padrão
Produtividade do trabalho	376	R\$ 74681,81	R\$ 8139,36
Inovação (produto-processo)	376	39,59%	0,5645%
Exportação por trabalhador	376	R\$ 17821,80	R\$ 1811,78
Investimento por trabalhador	376	R\$ 9531,15	R\$ 1445,24
Pessoal Ocupado	376	62039,57	3855,17
Densidade industrial	376	0,4408	0,0053
Taxa de Câmbio Real (índice)	4	97,09	1,52

Fonte: Elaboração dos autores.

¹ A correlação entre estas classificações esta disponível em www.ibge.gov.br

² Uma nova edição da PINTEC tem previsão de saída em outubro de 2013, referida ao período 2008-2010.

³ Disponível em: <http://www.desenvolvimento.gov.br/sitio/interna/interna.php?area=5&menu=2290>

A partir das informações levantadas, pode ser destacado que as empresas inovadoras se concentram mais nas divisões de móveis, plásticos, automobilística e suas partes e setor têxtil. Constata-se um crescimento menor nas divisões de eletrônica de consumo, equipamentos de telecomunicações, caminhões e máquinas agrícolas.

A escolha da produtividade do trabalho como medida de desempenho das divisões da indústria brasileira, em contraposição à produtividade total dos fatores (TFP), obedece ao critério de que o uso da TFP é inconsistente com o referencial teórico estruturalista-evolucionário utilizado. Existe um amplo debate em relação a este ponto que pode ser consultado em Felipe e McCombie (2007).

Os dados foram deflacionados utilizando o deflator do Sistema de Contas Nacionais para a indústria de transformação (IBGE) e o deflator para exportações de bens manufaturados (IPEA, séries históricas)⁴. A seguir, comenta-se a estratégia metodológica utilizada neste trabalho.

2.2 Estratégia metodológica: Densidade de Kernel e Regressão Quantílica com efeitos fixos para painel de dados.

A estratégia empírica está baseada em dois métodos. Em primeiro lugar, é feita a observação da distribuição da produtividade setorial. A análise exploratória dos dados, em especial como se apresenta sua distribuição segundo estimadores não paramétricos, ajuda a fazer um diagnóstico da situação antes da estimação propriamente dita.

A avaliação dos padrões de dinâmica intradistribuição como, por exemplo, a possível evidência de persistência e mobilidade, e a forma da densidade que apresenta a distribuição condicional, *i.e.* polaridade ou multi-modalidade é de extrema importância se a mesma implica uma melhora ou piora em termos de produtividade das diferentes divisões da indústria. Em termos teóricos, o estimador de densidade de Kernel, introduzido por Rosenblatt (1956) generaliza o histograma usando uma função alternativa de pesos⁵. A densidade de Kernel é estimada através da divisão de dados em intervalos, e a cada intervalo é associado o número de observações encontrada na base de dados.

Este exercício foi realizado para os dois anos polares da amostra e tem como objetivo responder a questão de como a distribuição condicional de produtividade é modificada quando a produtividade média de cada uma das divisões da indústria de transformação se altera.

Deve-se destacar que os dados tiveram uma transformação logarítmica. A transformação logarítmica simplifica a estrutura dos dados removendo distorções e *outliers* (Bianchi, 1997).

Em segundo lugar, é realizada a parametrização da distribuição de produtividade. Definir o melhor instrumento para explicar a relação entre produtividade do trabalho e as variáveis explicativas requer previamente realizar testes econométricos com o intuito de identificar problemas que gerassem estimativas tendenciosas e inconsistentes dos

⁴ Disponível em www.ipeadata.gov.br

⁵ Esta função é dada por: $\hat{f}(x_0) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{x_i - x_0}{h}\right)$, onde o parâmetro h é o parâmetro de alisamento ou suavidade (*smoothing parameter*) chamado de amplitude. O K é o tipo de função de Kernel utilizada (Epanechnikov, Uniforme, Gaussiano, Quartic)

parâmetros. Dentro dos possíveis problemas é importante testar a presença de multicolinearidade, utilizando o Fator de Inflação de Variância, e heterocedasticidade, testando a hipótese nula de homocedasticidade utilizando o teste de Breusch-Pagan.

Posteriormente, três métodos de regressão foram aplicados neste trabalho. Em primeiro lugar, métodos de estimação da média condicional, o método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) e painel de efeitos fixos. Deve ser ressaltado que estes métodos só capturam os efeitos das variáveis explicativas para a média da distribuição condicional, dando um panorama incompleto da relação existente entre os diferentes quantiles de produtividade e as variáveis explicativas.

Para melhor entender a dinâmica da distribuição de produtividade, aplicou-se, finalmente, a técnica de regressão quantílica, apresentada inicialmente no trabalho de Koenker e Basset (1978). Com esta técnica, além de não se necessitar da suposição básica de mínimos quadrados de erros homocedásticos (ou gaussianos), a informação é maior, pois permite estimar toda a distribuição condicional da variável dependente, através dos quantis da distribuição. Desta forma, podemos obter uma regressão para cada quantil de interesse em contrapartida a MQO ou efeitos fixos, que nos fornece apenas a média da distribuição.

O objetivo da regressão quantílica no contexto deste estudo é mostrar como os diferentes quantis da distribuição de produtividade nos setores reagem às variáveis associadas a investimento, densidade industrial, exportações e inovação:

$$Q_{y_{it}}(\tau|x_{it}) = \alpha_i + \beta_1(\tau)exp_{it} + \beta_2(\tau)inov_{it} + \beta_3(\tau)invest_{it} + \beta_4(\tau)dens_{it} + \beta_5(\tau)câmbio_{it} + \beta_2(\tau)po_{it}$$

Em que τ é um quantil, y_{it} é a produtividade do setor i no período t . Os regressores considerados são, a exportação por trabalhador (exp), percentual de inovação ($inov$), investimento por trabalhador ($invest$), densidade de cada setor considerado ($dens$), taxa de câmbio ($câmbio$) e tamanho do setor em termos de pessoal ocupado (po). α_i é o efeito fixo de cada setor da indústria de transformação que capta características que não são observáveis, mas que têm impacto no nível de produtividade. Salientamos que o termo de efeito fixo é independente dos quantis, ou seja, $\alpha_i(\tau) = \alpha_i$. Esta hipótese é adotada porque o número de observações para cada setor $T=4$, é muito pequeno, não sendo viável estimar a mudança distribucional de α para cada setor da indústria que seja dependente de determinado quantil τ (Koenker, 2004).

Algumas vantagens inerentes à regressão quantílica sobre os MQO e o estimador de efeitos fixos são:

- a. A técnica de regressão quantílica permite caracterizar toda distribuição condicional de uma variável resposta a partir de um conjunto de regressores;
- b. A regressão quantílica pode ser usada quando a distribuição não é normal, e como os erros não possuem uma distribuição normal, os estimadores provenientes da regressão quantílica podem ser mais eficientes que os estimadores por meio de MQO;
- c. A regressão quantílica usa a totalidade dos dados para estimar os coeficientes angulares dos quantis, ou seja, não há subamostras do conjunto de dados;
- d. A regressão quantílica é robusta a *outliers*;

Dado qualquer valor real da variável aleatória, Y , esta pode ser caracterizada pela sua função de distribuição, dada por:

$$F(x) = P(Y \leq y) \quad (1)$$

onde para qualquer $0 < \tau < 1$ temos a função quantil:

$$F^{-1}(\tau) = Q(\tau) = \inf\{y : F(y) \geq \tau\} \quad (2)$$

em que τ é chamado de o τ -ésimo quantil de X .

Os parâmetros estimados por regressão quantílica são obtidos da solução de um problema de minimização. O problema consiste em encontrar \hat{y} que minimize o erro esperado, onde definimos a perda ou erro pela seguinte função linear:

$$\rho_{\tau}(u) = u(\tau - I(u < 0)) \quad (3)$$

A t -ésima função quantil condicional pode ser representada como $Q_y(\tau/x) = x' \beta(\tau)$, e o vetor de parâmetros $\hat{\beta}(\tau)$ pode ser obtido resolvendo:

$$\min_{\beta \in \mathbb{R}^p} \sum_{i=1}^n \rho_{\tau}(y_i - x_i' \beta) \quad (4)$$

a função ρ_{τ} multiplica os resíduos por $(\tau - 1)$ se eles forem negativos e por τ caso contrário, possibilitando que eles sejam tratados assimetricamente.

3. Heterogeneidade setorial da produtividade: considerações teóricas e empíricas.

O interesse deste trabalho recai em explicar a dinâmica setorial em relação à produtividade no Brasil, assim como analisar os determinantes desta dinâmica. A descoberta de diferenças nos níveis de produtividade entre os diferentes países, e dentro deles, entre os diferentes setores econômicos, gerou um campo fértil para a pesquisa econômica em diferentes direções (Syverson, 2011). Nesta seção, destacam-se alguns pontos da literatura que procura associar o esforço inovativo, o investimento em capital, o comércio exterior e o adensamento das cadeias produtivas com o aumento do nível e da taxa de crescimento da produtividade.

Uma análise preliminar à explicação das variáveis que determinam a produtividade é explorar em que medida os ganhos de produtividade são concentrados em determinados setores industriais ou são generalizados, afetando toda a estrutura produtiva. Harberger (1998) propôs um método para analisar o padrão de mudança estrutural, enfatizando a importância de analisar as diferentes fontes do crescimento separadamente. Em particular, o investimento (mais do que a poupança), a força de trabalho qualificada, os canais pelos quais as economias de escala operam, entre outros.

Na literatura de comércio exterior, o padrão de produtividade com alta dispersão é explicado a partir de modelos teóricos que consideram firmas heterogêneas. Melitz (2003) e Melitz e Ottaviano (2005), desenvolveram um modelo de comércio internacional com firmas multiprodutos heterogêneas e *markups* endógenos para estudar o efeito das mudanças no ambiente do comércio mundial sobre um conjunto de medidas de resultados industriais como produtividade, preços, tamanho e *markup*. Os resultados do modelo mostram que o tamanho do mercado influi grandemente nos resultados da indústria: mercados maiores exibem uma competição mais vigorosa resultando em *markup* menores e maior produtividade agregada.

O trabalho de Bernard, Redding e Schott (2007) avança na literatura introduzindo um fator e uma indústria adicional e analisando as interações – mais complexas – daí decorrentes, à luz do modelo de vantagens comparativas. O comércio não só gera ganhos no bem-estar agregado como terá implicações diferenciadas na distribuição da renda entre fatores. Os aumentos da produtividade gerados pelo comércio provocam uma diminuição dos preços dos bens e beneficiam ambos os fatores de produção. Os ganhos de produtividade induzidos pelo comportamento das firmas heterogêneas amortecem a queda do salário real relativo do fator escasso em relação à diminuição nos modelos neoclássicos.

Diversos estudos empíricos apontam a maior eficiência de firmas que exportam em relação àquelas que se orientam ao mercado interno. Por que existem diferenciais de produtividade tanto no que se refere à dispersão quanto ao crescimento das firmas exportadoras se comparadas com aquelas que só vendem no mercado interno? Bernard e Jensen (1999) apresentam duas hipóteses alternativas (porém não mutuamente excludentes) que ilustram porque se espera que as firmas exportadoras tenham características mais desejáveis que redundariam em melhores resultados.

O trabalho de *The International Study Group on Export and Productivity* (2007), apresenta evidência acerca do prêmio de produtividade das firmas exportadoras *ex-ante* e *ex-post*, para 14 países desenvolvidos e em desenvolvimento. As firmas exportadoras se mostram mais produtivas que as não exportadoras, quando a heterogeneidade (observada e não observada) é controlada. O prêmio de produtividade aumenta quando a percentagem de exportações nas vendas totais aumenta. Quando a hipótese de *self-selection* é testada, encontra-se forte evidência a seu favor para os países menos desenvolvidos da amostra e para a maioria dos países da União Européia. Enquanto a hipótese de *learning-by-exporting*, só é verificada na Itália. Os resultados de Serti e Tommasi (2008) para a Itália corroboram este resultado encontrando que a eficiência aumenta depois da entrada na exportação, porém encontram heterogeneidade nos efeitos depois da entrada determinada por certas características como localização geográfica, tamanho e setor.

Para o Brasil, Silva *et al.* (2012) encontram uma relação bidirecional e positiva entre exportações e produtividade. Porém quando o aumento das exportações obedece a uma desvalorização cambial, isto gera uma queda da produtividade da indústria de transformação.

Estudando nove países em desenvolvimento, Montobbio e Rampa (2005) mostraram que, em geral, o grupo de países da América do Sul, e em especial o Brasil, tendeu a concentrar as atividades inovativas em indústrias estagnadas acompanhando a tendência de participação destes países no comércio mundial.

A relação entre investimento e crescimento econômico é bastante explorada na literatura macroeconômica e a existência desta relação também é documentada no âmbito setorial e da firma, mostrando a relação entre ajustes no nível de ativos imobilizados e crescimento de produtividade (Shima, 2010, Nilsen *et al.*, 2009). Grazzi *et al.* (2013) estudaram como os picos de investimento impactam na performance das firmas e setores industriais italianos e franceses no curto e médio prazos. Os resultados mostraram que firmas que mais eficientes e com maior crescimento tem probabilidade maior de investir (*ex-ante*) e o investimento é associado *ex post* a maiores níveis de produtividade.

A inovação de produto e processo são também variáveis críticas no desempenho das firmas e setores, através de um aumento na quantidade de bens produzidos ou uma diminuição dos custos ou um novo produto para o mercado. Lavopa (2011) e Fagerberg *et al.* (2009) mostraram como o processo de inovação é diferenciado e requer capacidades diferentes em países em desenvolvimento. Em geral, em países em desenvolvimento,

uma maior quantidade de setores industriais operam com baixos níveis de sofisticação tecnológica e longe da fronteira tecnológica mundial.

Uma última característica considerada que pode afetar a produtividade é o tecido industrial e em especial, a sua densidade. A Nova Geografia Econômica assinala a importância da densidade industrial como determinante de salários e produtividade (Rosenthal e Strange, 2004). No Brasil, a literatura destaca que as articulações interindustriais desempenham um papel fundamental na dinâmica industrial (Britto *et al.* 2009).

Finalmente, uma discussão que permeia os estudos referidos ao setor industrial e que ganhou destaque no Brasil recentemente é a questão do câmbio apreciado (veja-se, por exemplo, Gala, 2008; Bresser-Pereira e Marconi, 2008; Gala e Libânio, 2008). O câmbio desestimula a atividade exportadora dos setores industriais, favorecendo aqueles bens comercializáveis baseados em recursos naturais, levando a um aumento da especialização da estrutura produtiva.

3 O contexto econômico e a indústria manufatureira na década de 2000

O período 2000-2008 é caracterizado, no Brasil, por um melhor desempenho da economia quando comparado com as duas décadas anteriores. Além de apresentar um aumento da taxa de crescimento do produto, especialmente no período 2003-2008, começa a aparecer uma reversão da desigualdade de renda das famílias, que a literatura associa a uma melhor distribuição da educação, expansão da seguridade social e transferências governamentais condicionadas (Barros *et al.* 2010, Ferreira *et al.*, 2010).

Neste contexto, uma primeira avaliação da indústria de transformação mostra que a participação deste setor no PIB caiu. Depois de atingir um máximo de 30% de participação no PIB no período 1972-1980 (média), esse percentual passou a 23% em 2008. A indústria brasileira também perdeu participação no âmbito mundial. Segundo IEDI (2011), a participação da indústria brasileira na indústria de transformação mundial passou de 3% no início dos anos 1980 a 2,2% em 2007. Bonelli e Pessoa (2010) associam esta redução a uma tendência que começa na metade dos anos 1970 é que se concentra especialmente nos anos 1981 até 1992.

Como mostra a Tabela 2, no período analisado, o emprego no setor industrial aumenta, porém, mantendo a participação no emprego total da economia inalterado, em aproximadamente 12-13% (Aldrighi e Colistete, 2013).

O aumento do emprego contrasta com o pobre desempenho da produtividade, que apresenta uma trajetória de estagnação no período considerado, qualquer que seja a fonte considerada para medi-la (Aldrighi e Colistete, 2013; Canuto, *et al.*, 2013).

Neste período, o governo aplicou um grande conjunto de instrumentos para promover a atividade industrial, seja através da política industrial com a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), lançada em 2003 e com o Plano de Desenvolvimento Produtivo (PDP) em 2008, seja através dos recursos de financiamento reembolsáveis e não reembolsáveis do BNDES e do FINEP ou através do fomento à P&D dos Fundos Setoriais (FNDTC), sendo o país da América Latina que mais investe em P&D (aproximadamente 1,2% do PIB).

Tabela 2 - Indústria de Transformação: indicadores selecionados, 2000-2008.

Ano	Valor agregado (% crescimento)	Emprego (% crescimento)	Densidade Industrial	Gini de Produtividade	Produtividade (% crescimento)
2000	9.88	6.26	0.45	0.36	3.6
2001	6.59	2.61	0.44	0.35	4.0
2002	2.69	1.87	0.44	0.35	0.82
2003	3.74	7.48	0.43	0.39	- 3.74
2004	3.31	7.14	0.42	0.39	- 3.83
2005	-0.39	0.38	0.42	0.40	- 0.77
2006	2.62	5.24	0.43	0.41	- 2.62
2007	6.31	7.06	0.42	0.40	- 0.75
2008	8.70	8.09	0.43	0.39	0.61

Fonte: Elaboração dos autores com base em dados da PIA-Empresa (IBGE).

Evidências empíricas mostram que existe um impacto positivo no nível de firmas destes recursos direcionados pela política industrial (veja-se, por exemplo, Coelho e De Negri, 2010 e Araújo *et al.* 2012) Porém, analisando os dados agregados, um indicador que pode nos mostrar se este resultado positivo foi alcançado é o índice de Gini⁶, que nos diz se a desigualdade das divisões em termos de produtividade aumentou ou diminuiu ao longo deste período. Espera-se que um dos objetivos da política industrial seja homogeneizar o desempenho dos diferentes setores econômicos.

Notadamente, verifica-se uma piora da distribuição setorial da produtividade, especialmente a partir de 2003. Isto é consequência de: a) um aumento da produtividade do trabalho nos setores de produção relacionados a produtos primários e recursos naturais; b) uma maior dispersão entre os demais setores produtivos.

Este resultado é uma tendência que começa na década de 1980, já documentada em outros trabalhos como Lavopa (2011), que estima que no período 1973-2003 de 28 setores industriais considerados, os 10 mais dinâmicos responderam por mais de 80% dos ganhos de produtividade.

Um outro indicador utilizado na literatura para avaliar a performance da indústria é a densidade, medida pela razão entre o Valor de Transformação Industrial (VTI) e o Valor Bruto de Produção Industrial (VBPI), dado que esta razão expressa a capacidade da indústria em agregar valor à produção ao longo dos seus elos (Carneiro, 2008). Quanto mais próximo de um este indicador se encontra, mais intensiva em valor agregado é a indústria. Há uma queda desta razão no período, o que significa que a agregação de valor (adensamento) diminuiu. A perda de densidade produtiva significa perda de adensamento das cadeias produtivas e impacto negativo sobre a balança comercial do país, dado que os insumos, matérias primas e bens intermediários nacionais são substituídos por estrangeiros. Em suma, a década de 2000 apresenta no Brasil crescimento econômico, o governo aplicou recursos e utilizou instrumentos para estimular o crescimento e a homogeneidade industrial, mas este objetivo não foi alcançado em decorrência da combinação da moeda sobrevalorizada e das altas taxas de juros, especialmente na segunda metade da década.

⁶ O índice de Gini varia de 0 a 1 e mede quanto que cada divisão responde pela produtividade cumulativamente. Se o índice é igual a zero, existe uma situação de perfeita igualdade de distribuição da produtividade. No extremo oposto, se o índice de Gini é igual a 1, há desigualdade seria total, com uma única divisão respondendo por toda a produtividade.

Finalmente, existiu no período uma mudança na estrutura exportadora brasileira. (Canuto *et al.*, 2013) mostram que há uma clara redução na participação de bens industrializados, e particularmente com maior conteúdo tecnológico na pauta exportadora. Concomitantemente, aumentou a participação de produtos primários e baseados em recursos naturais. Em geral, o padrão de sofisticação dos bens exportados não teve ganhos ao longo da década de 2000 (Canuto *et al.*, 2013).

Na próxima seção são discutidas a tendência da produtividade e seus determinantes no nível setorial. A análise é baseada em 102 divisões da indústria de transformação brasileira.

4 Resultados

4.1 Distribuição de densidade de Kernel

Para avaliar a dinâmica intradistribuição e a evidência de polaridade ou multi-modalidade, emprega-se a análise não paramétrica de densidade de Kernel, estimador probabilístico introduzido por Rosenblatt (1956). A medida da produtividade utilizada⁷ é:

$$Produtividade_i(t) = VA_i/N_i$$

Onde VA é o valor agregado médio de todas as firmas da divisão i, N é o número de trabalhadores da mesma divisão e t é o ano considerado.

O Gráfico 1 apresenta a distribuição de Kernel da produtividade do trabalho para 101 divisões da indústria de transformação em dois anos, 2001 e 2008. Conforme exposto pelo gráfico, a distribuição sugere que existem descontinuidades e uma considerável dispersão entre os diferentes setores industriais em termos de produtividade, o que justifica a utilização de métodos discretos para analisar o comportamento desta variável. Comparando os gráficos dos dois anos (2000 e 2008), percebe-se que, além das diferentes divisões diferirem nas suas médias de produtividade consideravelmente, estes diferenciais são estáveis ao longo do tempo, com uma leve tendência de deslocamento para a média.

Além de notar a dispersão dentro desta distribuição, que mostra a heterogeneidade estrutural da indústria brasileira, podemos inferir o tamanho relativo da defasagem de produtividade em termos de setores atrasados em relação àqueles que apresentam um nível de produtividade comparável aos níveis de países desenvolvidos. Isto pode ser inferido comparando a cauda direita, composta por poucas divisões em relação ao pico esquerdo da distribuição. Os setores que apresentam maior produtividade são intensivos em capital humano, físico e conhecimento, como por exemplo os setores de petróleo, indústria automobilística, produtos farmacêuticos e siderurgia.

Por outro lado, as descontinuidades na forma da densidade de Kernel não se suavizam ao longo do período analisado, o que confirma que a heterogeneidade é uma propriedade persistente nos setores produtivos brasileiros.

Comparando com os trajetórias estilizadas da distribuição setorial de produtividade de Lavopa (2011)⁸, podemos notar que, no caso do Brasil, aumentou a polarização estrutural com a maior parte dos setores atrasados e poucos setores que conseguem *o catching-up*

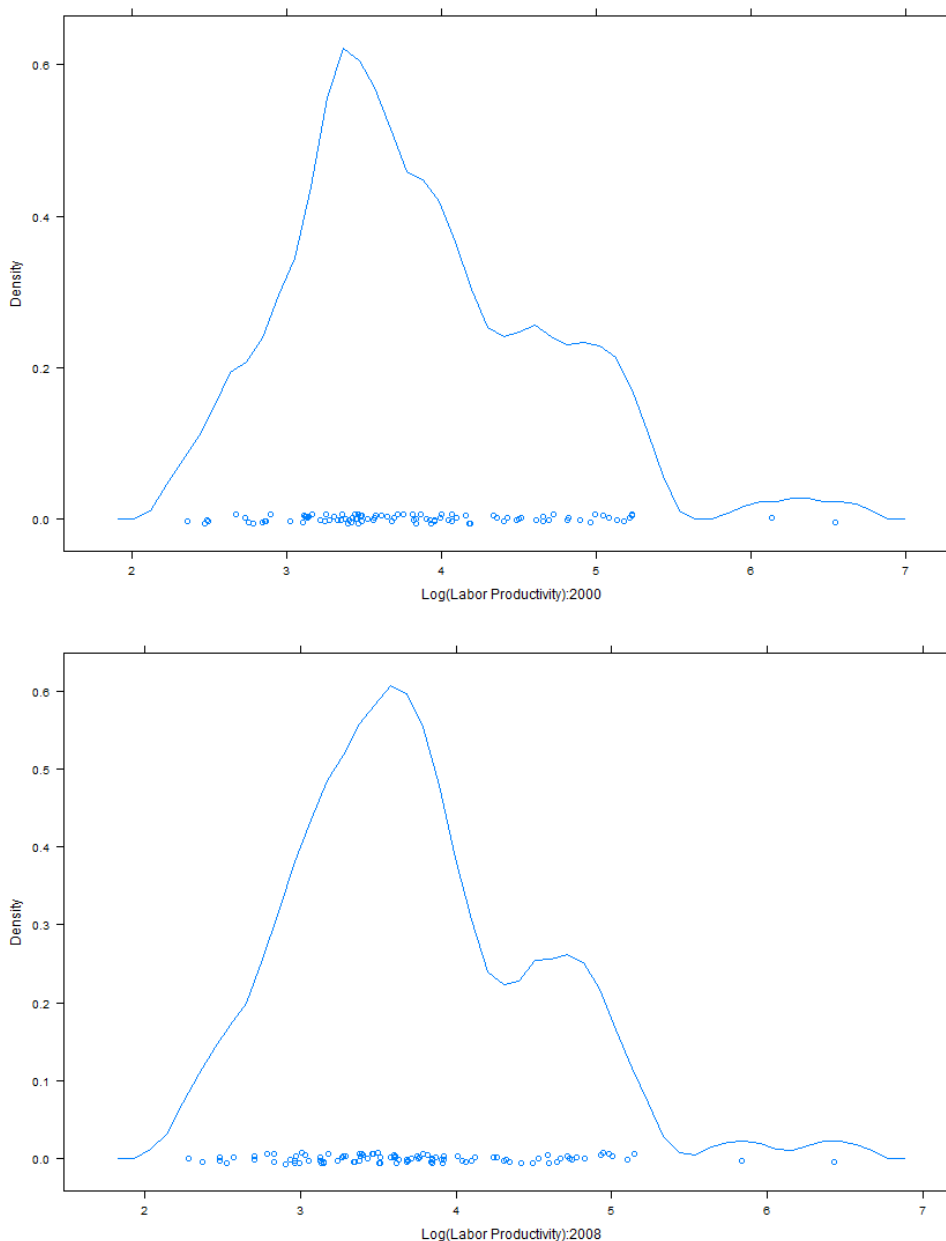
⁷ Veja-se Grazi e Dosi (2006) para uma discussão de utilização desta medida em comparação com a utilização de Produtividade total dos Fatores (PFT).

⁸ As possíveis trajetórias classificadas por Lavopa (2011) são: a) Catching-Up generalizado; b) Atraso generalizado; c) Catching-Up parcial com polarização estrutural.

produtivo, aumentando a bipolarização da distribuição. Na terminologia de Harberger (2009) a indústria seguiu uma trajetória “cogumelo”, com concentração dos ganhos de produtividade em poucas divisões da indústria.

A heterogeneidade setorial crescente caracteriza não só a indústria brasileira (Catela, Cimoli e Porcile, 2012), mas aparece também como característica estrutural de outros países da América Latina, com um pequeno número de setores fortemente produtivos que coexistem com atividades de baixa produtividade (ECLAC, 2007).

Gráfico 1 – Densidade empírica da produtividade do trabalho para 101 setores da indústria de transformação – 2000 e 2008



Fonte: Elaboração dos autores com base em dados da PIA-Empresa, IBGE.

Os resultados da estimação da densidade da distribuição de produtividade para os dois anos polares confirmam que existe multipolaridade, dispersão entre as diferentes divisões da indústria e um baixo dinamismo entre os anos analisados. A seguir, estima-se a partir de diferentes métodos a relação que existe entre a produtividade e variáveis relevantes.

4.2 Regressão de efeitos fixos, mínimos quadrados ordinários e regressão quantílica

Na Tabela 3 são apresentados os resultados do modelo estimado por mínimos quadrados ordinários e por efeitos fixos. Entre parênteses aparece o erro padrão da cada um dos parâmetros estimados.

Os resultados indicam uma relação positiva entre o nível de produtividade e a atividade exportadora exportações. Deve ser destacado que, no caso desta variável, pode existir problema de endogeneidade, dado que, como indicado por Serti e Tomassi (2008) há autoseleção de firmas mais produtivas para participar dos mercados externos.

A inovação exerce uma influência positiva e significativa em ambas as estimações, porém o coeficiente é o menos expressivo entre todas as variáveis analisadas.

No caso do investimento, este revelou ter efeito positivo sobre a produtividade setorial, mas o grau de significância difere de acordo com o método utilizado. No caso da estimação por efeitos fixos, um aumento de 1 ponto percentual teria efeito de 0,4% na produtividade das divisões da indústria brasileira.

A densidade industrial é importante porque mostra em que medida o adensamento de um determinado setor afeta a produtividade do trabalho. Neste caso, o impacto é positivo e amplo.

Por fim, importa saber o efeito da taxa de câmbio. Os resultados indicam que, à medida que a taxa de câmbio aumenta, isto é, que o real deprecia, a produtividade aumenta. Assim, o efeito da taxa de câmbio sobre a produtividade da indústria é direto e opera na direção esperada pela literatura (Bresser-Pereira e Marconi, 2008)

**Tabela 3 – Resultados da estimação MQO e de efeitos fixos
Painel de dados 2000-2008**

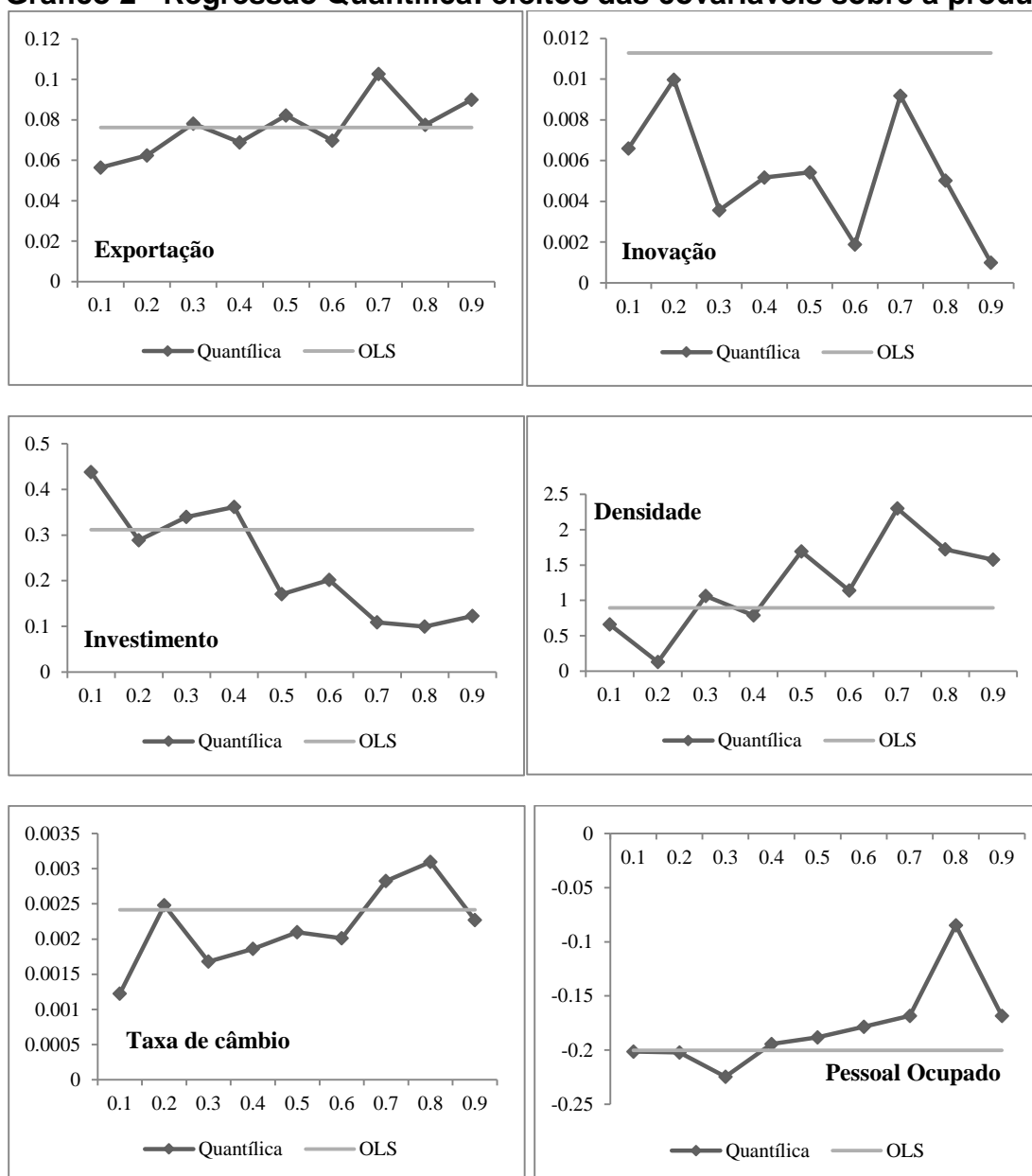
Variável	MQO	Efeitos Fixos
Constante	8.5156 (0.5165)	8.7707 (1.0775)
Exportação	0.7682 (0.1549)	0.0564 (0.0303)
Inovação	0.1128 (0.0029)	0.0024 (0.0002)
Investimento	0.3119 (0.2051)	0.0484 (0.0156)
Densidade	0.8934 (0.3077)	2.0577 (0.4029)
Taxa de Câmbio	0.0024 (0.0012)	0.0023 (0.0003)
Pessoal Ocupado	-0.2003 (0.0310)	-0.1526 (0.0724)
R ²		0.3434
Observações		376

Fonte: Elaboração dos autores com base em dados da PIA-Empresa, IBGE.

Os resultados apresentados mostram o efeito exercido por um conjunto de covariáveis sobre a média condicional da variável dependente. Porém, as covariáveis com frequência influenciam o conjunto da distribuição e não só o valor médio. Por exemplo, podemos perguntar-nos: a mudança em uma das covariáveis pode ter efeito oposto no maior e no menor decil da variável dependente? Para isto, é necessário considerar os resultados de uma regressão quantílica que além de considerar esta influencia diferenciada das covariáveis sobre cada decil, considere efeitos fixos, associados ao painel de dados utilizado.

O Gráfico 2 reporta os resultados dos efeitos das covariáveis sobre a produtividade das divisões da indústria de transformação brasileira, para o período 2000-2008. Cada uma das figuras apresenta o efeito associado da covariável escolhida nos diferentes deciles da distribuição condicional da produtividade. Nota-se que as figuras mostram uma tendência que não é detectada pela estimação MQO, representada pela linha reta em cada uma das figuras.

Gráfico 2 - Regressão Quantílica: efeitos das covariáveis sobre a produtividade



Fonte: Elaboração dos autores com base em dados da PIA-Empresa, IBGE.

Considerando a exportação, notadamente existe um aumento à medida que avançamos ao longo dos deciles da produtividade. Assim, a atividade exportadora é associada a um maior crescimento da produtividade, especialmente para as divisões mais produtivas da indústria. Este “prêmio da atividade exportadora” pode estar associado a duas hipóteses. No primeiro caso, existiria auto-seleção, quando empresas dentro de

setores mais produtivos exportam mais (Wagner, 2005; Van Bieserbroeck, 2006). No segundo caso, existiria um mecanismo de pós-entrada, segundo o qual empresas dentro de setores que exportam mais obtêm um “prêmio de produtividade” (Serti e Tomasi, 2008; De Loecker, 2007).

A inovação de produtos e processos não apresenta uma tendência clara ao longo dos deciles, exibindo um aumento da influência positiva entre os deciles 0,30-0,50 e uma queda da influência positiva para os últimos dois deciles da distribuição de produtividade. No caso do investimento, a tendência é de queda da influência positiva ao longo da distribuição de produtividade. Isso significa que as divisões da indústria de transformação de menor produtividade relativa se beneficiam mais amplamente de aumentos do investimento por trabalhador.

Em relação ao investimento, o efeito é positivo, significativo e diminui à medida que avançamos sobre os deciles da distribuição de produtividade. Assim, o investimento exerce uma influência maior sobre as divisões menos produtivas, através de um aumento do capital tangível.

A densidade industrial também apresenta uma tendência clara: à medida que avançamos ao longo dos deciles, maior é a influência positiva do adensamento das divisões da indústria.

As variáveis de controle apresentam os sinais esperados. Em relação à taxa de câmbio, vários fatores operam. Em primeiro lugar, espera-se que, à medida que a moeda estrangeira fica mais cara, os custos relacionados à mão de obra diminuam. Este resultado parece predominar sobre o custo de insumos importados no caso do Brasil. Isto porque os custos laborais ajustados pela taxa de câmbio aumentam fortemente, especialmente depois de 2003, como resultado da apreciação do câmbio e do estancamento da produtividade (Aldrighi e Colistete, 2013). Em segundo lugar, à medida que o Brasil apresenta apreciação da taxa de câmbio, os bens manufaturados perdem competitividade no mercado doméstico, concorrendo com os bens importados e, no exterior, concorrendo como exportação. Verifica-se, ainda, que o efeito é maior à medida que avançamos para deciles de maior produtividade.

O pessoal ocupado em cada setor industrial opera negativamente, dado que em um período caracterizado pelo estancamento do crescimento do valor agregado, o incremento do número de trabalhadores gera uma influência negativa sobre a produtividade.

5 Conclusões

A década de 2000 foi caracterizada pelo crescimento econômico, mas certas variáveis contribuíram para que a indústria não apresentasse um desempenho positivo em termos de produtividade. O avanço das exportações de *commodities* e do setor agroindustrial, alavancados pela demanda externa, a apreciação do Real e uma taxa de juros relativamente alta configuraram um cenário negativo que a política industrial do período não conseguiu reverter.

Os indicadores da indústria mostram que a produtividade permanece praticamente inalterada entre 2000 e 2008. Isto significa que diminui o adensamento das cadeias produtivas brasileiras, o que além de indicar uma queda do valor agregado pelas divisões industriais, implica uma deteriorização da balança comercial, dado que, à medida que atividades antes realizadas domesticamente são perdidas, aumentam as importações de insumos e bens intermediários.

A dinâmica da distribuição condicional de produtividade evidencia a persistência da dispersão entre as divisões na indústria, o que confirma a ampla heterogeneidade que prevalece no período.

As evidências do modelo empírico estimado sugerem que, na última década, os efeitos associados às variáveis que estimulam a melhora do desempenho são distribuídos de forma desigual entre as diferentes divisões da indústria. Em particular, este resultado é claro no caso da atividade exportadora, a densidade industrial e o investimento em ativos imobilizados.

Futuras pesquisas devem ser feitas com dados no nível das firmas para ampliar a análise e escopo da heterogeneidade intrasetorial.

Referência Bibliográfica

Araújo, B. Pianto, D.; De Negri, F.; Cavalcante, L.; Alves, P. (2012) Impactos dos fundos setoriais nas empresas. *Revista Brasileira de Inovação*, Vol. 11, p.85-112.

Barros, R.; Carvalho, M.; Franco, S.; Mendonça, M. (2010) *Markets, the State and the Dynamics of Inequality: The Case of Brazil*. New York: United Nations Development Programme.

Bonelli, Regis, and Samuel de Abreu Pessôa (2010) Desindustrialização no Brasil: Um resumo da Evidência." *Texto para Discussão 7*, IBRE-FGV.

Bresser-Pereira, L.C; Marconi, N. (2008). Existe doença holandesa no Brasil?". Anais do IV Fórum de Economia de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas: São Paulo.

Canuto, O.; Cavallari, M.; Reis, J. G. (2013) Brazilian Exports. Climbing Down a Competitiveness Cliff. Policy Research Working Paper 6302. World Bank.

Carneiro, R. (2008) Impasses do desenvolvimento brasileiro: a questão produtiva. Textos para Discussão, Campinas: IE/UNICAMP, n. 153, nov. 2008.

Catela, E.; Cimoli, M.; Porcile, G. (2012) Productivity and structural heterogeneity in the Brazilian manufacturing sector: trends and determinants. LEM Papers Series 2012/20. Laboratory of Economics and Management (LEM). Sant'Anna School of Advanced Studies.

Coelho, D. De Negri, A. (2010) Impacto do Financiamento do BNDES sobre a produtividade das empresas: uma aplicação do efeito quantílico de tratamento. Encontro ANPEC 2010.

De Loecker, J. (2007). Do Exports Generate Higher Productivity? Evidence from Slovenia. *Journal of International Economics* 73 (1): 69–98.

Dosi, G. and Grazzi, M. (2006). Technologies as problem-solving procedures and technologies as input–output relations: some perspectives on the theory of production, *Industrial and Corporate Change* 15(1): 173–202.

Dosi, G.; Grazzi, M.; Tomassi, C.; Zeli, A. (2010) Turbulence underneath the big calm? Exploring the micro-evidence behind the flat trend of manufacturing productivity in Italy. LEM Working Paper Series 2010/03.

ECLAC (2007). Progreso Técnico y Cambio Estructural en América Latina, Division of Production, Productivity and Management, Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), Santiago.

Fagerberg, J.; Srholec, M.; Verspagen, B. (2010) Innovation and Economic Development. In Hall, B.H; Rosenberg, N. (eds) *Handbook of the Economics of Innovation*, Vol 2, p. 833-872.

Felipe, J.; McCombie, S. (2007) Is A Theory of Total Factor Productivity Really Needed?, *Metroeconomica*, Vol. 58(1), p. 195-229.

Ferreira, Francisco, Phillippe Leite, and Martin Ravallion (2010) Poverty Reduction Without Economic Growth? Explaining Brazil's Poverty Dynamics, 1985–2004.” *Journal of Development Economics*. 93: 20-36.

Gala, P. (2008). Real Exchange Rate Levels and Economic Development: theoretical analysis and econometric evidence. *Cambridge Journal of Economics*, 13, 395-412.

Gala, P.; LIBÂNIO, G. (2008). Efeitos da apreciação cambial nos salários, lucros, consumo, investimento, poupança e produtividade: uma perspectiva de curto e longo prazo. Salvador: Anais do XXXVI Encontro Nacional de Economia da ANPEC.

Geraci, M.; Bottai, M. (2013) Linear quantile mixed models. *Statistics and Computing* online.

Grazzi, M.; Jacoby, N. Treibich, T. (2013) Dynamics of Investment and Firm Performance: comparative evidence from manufacturing industries. LEM Working Paper 2013/06.

Harberger, A. (1998) A Vision of the Growth Process, *American Economic Review*, American Economic Association, 88(1), p. 1-32, March.

Koenker, R.; Bassett, G. (1978) Regression Quantiles. *Econometrica*, Vol 46, N.1, pp. 33-49.

Koenker, R (2004) Quantile regression for longitudinal data. *Journal of multivariate Analysis*, Vol 91, pp.74-89.

Melitz. M. (2003) The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity” *Econometrica*. n.71 (6). pp. 1695-1725.

Melitz. M.; Ottaviano. G. (2008) Market Size. Trade. and Productivity. *Review of Economic Studies*. vol.75. n.1. pp 295-316. 2008.

Montobbio, F.; Rampa, F. (2005) The impact of Technology and Structural Change on Export Performance in Nine Developing Countries. *World Development*, v.33, n.4, p.527-547.

Nilsen, O. A., Raknerud, A., Rybalka, M.; Skjerpen, T. (2009). Lumpy investments, factor adjustments, and labour productivity, *Oxford Economic Papers* 61(1): 104–127.

Rosenblatt, M. (1956) Remarks on some nonparametric estimates of a density function. *Annals of Mathematical Statistics*, v. 27, p. 832-837.

Serti, F. and Tomasi, C. (2008). Self-selection and post-entry effects of exports: Evidence from Italian manufacturing firms, *Review of World Economics (Weltwirtschaftliches Archiv)*144(4): 660–694.

Shima, K. (2010). Lumpy capital adjustment and technical efficiency, *Economics Bulletin* 30: 2817–2824.

Silva, I.; Lima, R.; Bezerra, J. (2012) As Exportações Promovem a Produtividade? Evidência Empírica para Indústria de Transformação do Brasil Utilizando Vetores Autorregressivos com Correção de Erro (VEC). *Revista EconomiA*, Vol. 13(1), p.67-91.

Van Biesebroeck, J. (2006). Exporting Raises Productivity in Sub-Saharan African Manufacturing Plants. *Journal of International Economics* 67 (2): 373–391.