

55

## Heterogeneidade estrutural na produtividade das firmas brasileiras

*Eva Yamila da Silva Catela*  
*Gabriel Porcile*



NAÇÕES UNIDAS

CEPAL

ipea



© Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe – CEPAL, 2013

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2013

Tiragem: 250 exemplares

Catela, Eva Yamila da Silva

Heterogeneidade estrutural na produtividade das firmas brasileiras/Eva Yamila da Silva Catela/Gabriel Porcile. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2013. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 55).

38p.

ISSN: 2179-5495

1. Heterogeneidade estrutural - Brasil 2. Produtividade 3. Firms brasileiras  
I. Porcile, Gabriel II. Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe. CEPAL  
III. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. IPEA III. Título

CDD: 338.09

Este trabalho foi realizado no âmbito do Acordo CEPAL-IPEA.

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e de inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da CEPAL e do IPEA.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte.

A presente publicação encontra-se disponível para download em <http://www.cepal.org/brasil>

# Sumário

APRESENTAÇÃO	
INTRODUÇÃO .....	7
1 HETEROGENEIDADE ESTRUTURAL .....	9
1.1 HETEROGENEIDADE ESTRUTURAL E PROGRESSO TÉCNICO.....	9
1.2 EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS PARA PAÍSES DA AMÉRICA LATINA.....	12
2 METODOLOGIA E DADOS .....	14
2.1 DADOS .....	14
2.2 <i>CLUSTER K-MEANS</i> .....	17
2.3 MODELO <i>PROBIT</i> ORDENADO .....	19
3 RESULTADOS: AGRUPAMENTO DAS FIRMAS E MODELO <i>PROBIT</i> .....	21
3.1 AGRUPAMENTO DAS FIRMAS .....	21
3.2 RESULTADOS DO MODELO <i>PROBIT</i> : TODAS AS FIRMAS .....	24
3.3 RESULTADOS DO MODELO <i>PROBIT</i> : SETORES POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA.....	26
CONCLUSÃO .....	32
REFERÊNCIA.....	34
ANEXO .....	37



# APRESENTAÇÃO

A Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal) e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) mantêm atividades conjuntas desde 1971, abrangendo vários aspectos do estudo do desenvolvimento econômico e social do Brasil, da América Latina e do Caribe. A partir de 2010, os Textos para Discussão Cepal–Ipea passaram a constituir instrumento de divulgação dos trabalhos realizados entre as duas instituições.

Os textos divulgados por meio desta série são parte do Programa de Trabalho acordado anualmente entre a Cepal e o Ipea. Foram publicados aqui os trabalhos considerados, após análise pelas diretorias de ambas as instituições, de maior relevância e qualidade, cujos resultados merecem divulgação mais ampla.

O Escritório da Cepal no Brasil e o Ipea acreditam que, ao difundir os resultados de suas atividades conjuntas, estão contribuindo para socializar o conhecimento nas diversas áreas cobertas por seus respectivos mandatos. Os textos publicados foram produzidos por técnicos das instituições, autores convidados e consultores externos, cujas recomendações de política não refletem necessariamente as posições institucionais da Cepal ou do Ipea.



# HETEROGENEIDADE ESTRUTURAL NA PRODUTIVIDADE DAS FIRMAS BRASILEIRAS

Eva Yamila da Silva Catela

Gabriel Porcile

## INTRODUÇÃO

O conceito de heterogeneidade estrutural (HE) foi formulado originalmente pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (Cepal) e se relaciona com o reconhecimento de que as estruturas econômicas de países do centro e da periferia diferem consideravelmente. Em geral, a estrutura econômica dos países desenvolvidos é diversificada e homogênea do ponto de vista dos níveis de produtividade, enquanto a estrutura de produção dos países em desenvolvimento é especializada (em poucos setores, principalmente *commodities* de exportação)<sup>1</sup> e heterogênea (existem diferenças muito marcadas nos níveis de produtividade do trabalho). Isso se explica porque o progresso técnico se difunde de forma lenta e desigual não apenas entre países, mas especialmente no interior das economias periféricas. É verdade que as diferenças de produtividade entre firmas e setores são inerentes à concorrência capitalista e às trajetórias tecnológicas dos diversos setores (DOSI et al., 2010), mas essas diferenças são muito mais marcadas nos países da periferia. O progresso técnico se concentra em poucos setores e dentro deles, em poucas firmas, contribuindo para a desigualdade, uma característica marcante dos países da América Latina em geral e do Brasil em particular.

O objetivo deste trabalho é analisar uma das dimensões da heterogeneidade produtiva, estudando a distribuição das firmas entre diferentes estratos de produtividade na indústria de transformação, assim como a dinâmica de transição destas firmas dentro e entre estes estratos. Com esse objetivo, identificam-se, em

---

1 O padrão de especialização mostra fortes diferenças dentro da região. O Brasil alcançou uma diversificação exportadora importante, mas em geral os setores intensivos em tecnologia são fortemente deficitários, enquanto os intensivos em recursos naturais são superavitários. Ainda no caso de México, onde as exportações de setores classificados como de alta tecnologia são elevadas, estas, na verdade, são originadas na maquila, que usa principalmente mão de obra barata, com baixa incorporação de conhecimento ao processo produtivo.



primeiro lugar, grupos ou estratos em que a produtividade é marcadamente diferente, a partir de instrumental de *cluster k-means*. Posteriormente, por meio de um modelo *probit* ordenado, estuda-se a probabilidade de permanência das firmas nos diferentes estratos de produtividade, determinada por variáveis associadas ao progresso técnico, participação no comércio exterior, difusão e absorção de tecnologia e políticas públicas. Esta análise se faz em duas partes: em primeiro lugar para o total das empresas e incluindo os efeitos marginais para cada um dos *clusters* encontrados. Em segundo lugar, separando as firmas em quatro grupos, definidos pela intensidade tecnológica do processo produtivo. O estudo abrange o período 2000-2008, com uma base de dados de mais de 14.000 firmas brasileiras com 30 ou mais trabalhadores.

O objetivo do trabalho é testar em que medida a heterogeneidade produtiva é um fenômeno persistente no tempo, em que medida ela tende a aumentar ou diminuir e em que medida é possível esperar um processo de transição entre estratos ou grupos no qual os grupos de mais alta produtividade elevam seu peso no total. A probabilidade de transição entre grupos é uma função de certas variáveis. Algumas dessas variáveis são identificadas neste trabalho, a partir do cruzamento de informações contidas em três bases de dados: Pesquisa Industrial Anual (PIA), Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec) e Relação Anual de Informações Sociais (Rais). O método consiste em mensurar o impacto dessas variáveis sobre a probabilidade de transição entre estratos de produtividade. Diversas conclusões são obtidas a partir da análise, mas vale a pena destacar que a exportação e as políticas de apoio à inovação e ao aprendizado parecem efetivamente desempenhar papel favorável no movimento para os estratos de maior produtividade. Dessa forma, a pesquisa procura identificar mecanismos capazes de reduzir a desigualdade no âmbito do processo produtivo. Sem dúvida, a transformação da estrutura produtiva poderia representar uma força importante de redução dos elevados níveis de desigualdade que caracterizam a economia brasileira (INFANTE; SUNKEL, 2009).

O trabalho inclui três seções além da introdução e das conclusões. Na seção 1 discute-se o conceito de heterogeneidade produtiva e a sua relação com o progresso técnico. Também se apresenta breve revisão de algumas evidências empíricas encontradas para América Latina. Na seção 2 são analisadas as fontes e a metodologia empregada: o método de *cluster k-means*, e o modelo *probit* ordenado. A seção 3 discute os resultados obtidos com os diferentes modelos estimados.

# 1

## HETEROGENEIDADE ESTRUTURAL

### 1.1

#### HETEROGENEIDADE ESTRUTURAL E PROGRESSO TÉCNICO

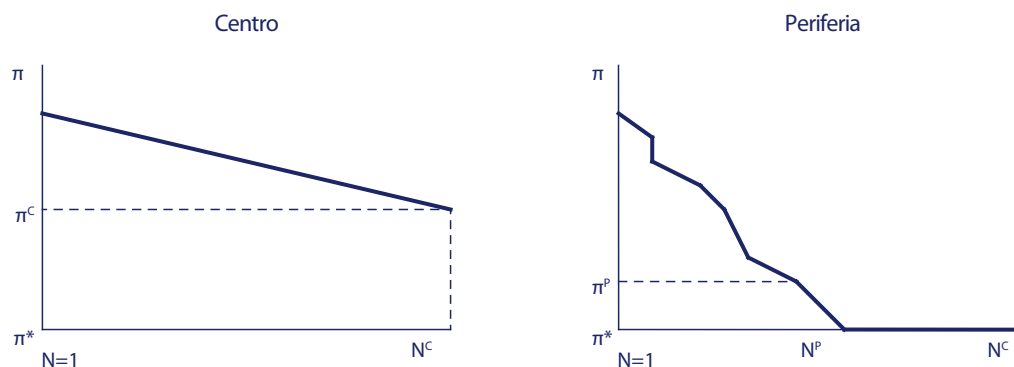
O conceito de heterogeneidade estrutural (HE) foi formulado originalmente pela Cepal e se relaciona com o reconhecimento de uma característica das estruturas produtivas dos países em desenvolvimento (PINTO, 1970, 1976; RODRÍGUEZ, 2007). Como mencionado, a estrutura econômica dos países industrializados é diversificada e homogênea: diversificada porque existe um conjunto amplo de setores fortemente inter-relacionados e homogênea porque as diferenças na produtividade do trabalho são relativamente pequenas. A estrutura de produção dos países em desenvolvimento é especializada em poucos setores (particularmente relacionados com as exportações de *commodities*) e heterogênea, já que as diferenças de produtividade do trabalho são muito elevadas.

Diferentes dimensões da HE foram estudadas ao longo do tempo: desequilíbrios na estrutura de produção (PREBISCH, 1952, 1980); diferenças na penetração do capital e do progresso técnico (SUNKEL, 1978); desequilíbrios nos fatores de produção, especialmente a existência de um superávit no trabalho (FURTADO, 1969), diferenças inter e intrassetoriais na produtividade (PINTO, 1969, 1976).

O desenvolvimento, na visão estruturalista, é concebido como processo impulsionado pelo progresso técnico e marcado por desequilíbrios que redefinem a estrutura produtiva. Mas este processo é assimétrico, ocorre de forma desigual entre regiões e setores, concentrando a inovação em partes localizadas do sistema. Na periferia, o progresso técnico não se difunde de forma homogênea, sendo absorvido somente em certas atividades, principalmente nas vinculadas à exportação, permanecendo inalterada a estrutura produtiva restante. Durante o chamado período de industrialização por substituição de importações, a estrutura periférica alcança certo nível de diversificação, porém limitado, sem que as novas atividades tenham conseguido alterar significativamente a dependência das exportações de bens intensivos em recursos naturais ou mão de obra barata.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> É necessário salientar que, nas economias que mais avançaram na industrialização, como o Brasil, há evidências de que exportações mais intensivas em tecnologia estavam aumentando seu peso, logrando uma presença competitiva crescente no mercado mundial. Tal processo estagnou-se, no entanto, a partir da crise da dívida.

Figura 1: Produtividade do trabalho e estrutura produtiva no centro e na periferia



$\pi$  = produtividade do trabalho.

$N$  = número de setores da economia ordenados de forma decrescente segundo a sua produtividade.

$N^C$  = total de setores no centro.

$N^P$  = total de setores na periferia.

$\pi^*$  = produtividade do trabalho do setor de subsistência da periferia.

$\pi^P$  = produtividade do trabalho do setor  $N^P$  na periferia.

Fonte: elaboração dos autores.

A figura 1 ilustra de forma estilizada as diferenças entre as estruturas produtivas do centro e da periferia. No eixo das abscissas, tem-se uma seqüência de números  $N = 1, 2, 3 \dots N_i$ , que correspondem aos setores da economia ordenados de forma decrescente segundo a produtividade do trabalho, de modo que o setor 1 é o de mais alta produtividade e o último setor, denotado como  $N^C$  ou  $N^P$  (onde C e P indicam centro e periferia) é o de menor produtividade. Assume-se que o centro tem uma estrutura mais diversificada, então o número total de setores é maior do que na periferia ( $N^C > N^P$ ). Dado que cada número corresponde a um setor em um *ranking* decrescente de produtividade, eles não necessariamente representam o mesmo setor no centro e na periferia. O setor  $N=1$ , de maior produtividade na periferia, é possivelmente intensivo em recursos naturais; já no centro, o setor  $N=1$  é provavelmente um setor intensivo em tecnologia ou capital.

Nas ordenadas da figura 1, representa-se a produtividade do trabalho em cada setor ( $\pi$ , cujo valor no ponto de origem é  $\pi^*$ ). Pela forma em que foram ordenados os setores, a curva de produtividade do trabalho é negativamente inclinada. Por simplicidade, assume-se que no centro a curva declina a uma taxa constante à medida que se passa de um setor a outro, sem “pulos” dentro do setor moderno. Porém, o argumento em nada se modificaria supondo que as mudanças na produtividade são abruptas ou descontínuas quando  $N$  aumenta, refletindo uma relação não linear no comportamento da produtividade entre os setores. Na periferia, assume-se que a produtividade cai com forte inclinação e marcados degraus entre sectores (CIMOLI; PORCILE, 2011a).

Assim, existem duas dimensões na análise do hiato tecnológico e da produtividade. Em primeiro lugar, tem-se o atraso relativo, ou brecha externa, que reflete as assimetrias nas capacidades tecnológicas da região periférica em relação à fronteira internacional. A segunda dimensão relaciona-se com os diferenciais de produtividade que existem entre os diferentes setores e dentro de cada um deles, assim como entre as empresas do país.

A visão cepalina do desenvolvimento coincide em certos pontos com a visão schumpeteriana, explicando o processo de desenvolvimento como impulsionado pela inovação e a difusão de tecnologia. Mais ainda, o complemento mais adequado à visão macro do estruturalismo é a microeconomia do aprendizado e da construção de capacidades da teoria evolucionária. Alguns aspectos dessa visão são os seguintes:

- (I) A empresa acumula capacidades tecnológicas por meio de distintos tipos de aprendizado (*learning by doing, learning by using, learning by interacting, learning by exporting*). Existe cumulatividade nesse processo, o que faz que a empresa inovadora tenha maior probabilidade de continuar a inovar no próximo período (ver, entre outros, DOSI, 1988).
- (II) Fenômenos de *path-dependence* e histerese são importantes no aprendizado, na inovação e na especialização, de forma que podem surgir armadilhas de baixo crescimento. Essas armadilhas somente podem ser superadas por meio de políticas ativas que afastem o sistema do círculo vicioso do atraso produtivo (o denominado *falling behind*). Fenômenos de *path-dependence* e histerese são importantes no aprendizado, na inovação e na especialização, de forma que podem surgir armadilhas de baixo crescimento. Essas armadilhas somente podem ser superadas por meio de políticas ativas que afastem o sistema do círculo vicioso do atraso produtivo – o denominado *falling behind*.
- (III) Um dos fatores importantes para difusão de tecnologia é o capital humano e a construção de um ambiente institucional adequado ao aprendizado, com papel importante para as políticas industrial e tecnológica (FREEMAN, 1995; METCALFE, 2001). A importância do capital humano tem sido também destacada pelos modelos de crescimento endógeno (GROSSMAN; HELPMAN, 1991; AGHION; HOWITT, 1997), em que a existência de pesquisadores ligados à pesquisa e desenvolvimento (P&D) é chave para a explicação dos aumentos de produtividade na firma.

Em resumo, os pontos anteriores indicam que a heterogeneidade é uma característica dos países periféricos que requer o desenho de políticas específicas para superar os processos de *path-dependence* e *lock in*. Do ponto de vista empírico, surgem perguntas de grande importância a serem respondidas:

- a) Como identificar grupos de produtividade endogenamente para determinar o grau de heterogeneidade existente na indústria brasileira? Em outras palavras, é necessário determinar a declividade da curva de produtividade e os degraus de produtividade ilustrados na figura 1, com instrumentos adequados de análise estatística, que permitam separar os diversos estratos.

- b) Como o processo inovador e difusor de tecnologia determina a permanência das empresas em cada um destes grupos? Assim, interessa saber não apenas o formato da curva de produtividade, mas como ela evolui no tempo.
- c) Em que sentido as políticas públicas podem definir ou mudar esse processo de permanência/transição entre os diferentes grupos de produtividade?

Os três temas supramencionados serão analisados no restante do trabalho, com foco na identificação dos estratos, na sua evolução e na probabilidade de que as firmas nos estratos mais baixos possam escapar da armadilha de baixa produtividade e alcançar os estratos superiores. A análise dos determinantes do movimento entre estratos foca em fatores tecnológicos e de aprendizado, de forma consistente com o marco teórico estruturalista e schumpeteriano supradiscutido.

## 1.2

### EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS PARA PAÍSES DA AMÉRICA LATINA

Nos últimos anos, um conjunto de estudos, vinculados à Cepal, procurou mensurar a importância da heterogeneidade. Nesta seção serão brevemente apresentados alguns resultados desses estudos.

Infante e Sunkel (2009) explicam o crescimento econômico com desigualdade social crescente no Chile nas últimas duas décadas a partir das características da estrutura produtiva desse país. Os autores mostram que o excepcional crescimento do produto do Chile (5,5% médio anual no período 1990 a 2007) foi acompanhado por uma taxa de desemprego alta, uma deterioração da participação dos trabalhadores no produto e na pobreza relativa,<sup>3</sup> causa que afeta  $\frac{1}{3}$  da população. Esse crescimento com desigualdade estaria associado à heterogeneidade produtiva do Chile, que se materializa nos diferenciais de produtividade entre os nove setores considerados<sup>4</sup> e dentro deles, segundo o tamanho das firmas.

Capdevielle (2005) parte do reconhecimento do caráter não virtuoso da especialização produtiva e comercial que sustentou o crescimento mexicano nos últimos 25 anos. A falta de vantagens competitivas dinâmicas e de capacidades produtivas e tecnológicas endógenas seria consequência de limitações estruturais no seu desenvolvimento, assim como da forte inserção do México nas cadeias globais de produção a partir dos anos 1990.<sup>5</sup> A nova composição da estrutura produtiva obedece à liderança das atividades produtivas globais, que operam com alto grau de especialização em um reduzido número de rubricas.

3 O conceito de pobreza relativa leva em consideração normas sociais e padrões de consumo que mudam à medida que evolui a renda média das famílias.

4 Os autores agrupam esses setores segundo a produtividade, sendo: a) produtividade baixa: agricultura, serviços comunais, comércio; b) produtividade média: construção, transporte-comércio, manufatura; e c) produtividade alta: estabelecimentos financeiros, eletricidade, gás e água, mineração.

5 No México, essas atividades produtivas globais estão associadas a regimes arancelários específicos da indústria “maquiladora” de exportação e ao Programa de Importação Temporal para Produzir Artigos de Exportação (Pitex).

Kupfer e Rocha (2005) analisam a heterogeneidade na indústria brasileira no final da década de 1990. Os autores propõem uma tipologia que classifica os setores em líderes, estancados e atrasados, segundo seu desempenho, como a produtividade do trabalho e a taxa de variação dessa produtividade. A partir desta tipologia, os autores examinam a contribuição dos efeitos diretos, de composição, de adaptação, o grau de concentração, os retornos de escala e o investimento à variação da produtividade. As evidências indicam que o tamanho das empresas explica melhor a evolução da produtividade que o setor de atividade. Isto significa, para os autores, que a modernização da indústria brasileira caracterizou-se por um marcado aumento da heterogeneidade estrutural, principalmente de índole intrassetorial.

Infante (2010) examina o caráter heterogêneo da estrutura produtiva da América Latina no período 1960-2007. A análise do autor determina que o estrato de alta produtividade concentre uma parte significativa do aumento do produto e da produtividade, mas este aumento não gera aumentos significativos de postos de trabalho. A força de trabalho passa a ser absorvida pelos setores de baixa produtividade, ampliando a heterogeneidade. Esta assimetria resulta em maior desigualdade da renda e problemas de empregabilidade.

Em geral, as pesquisas mencionadas não incorporam algumas das técnicas hoje disponíveis que permitem identificar endogenamente o número de setores de produtividade e/ou renda que existem na economia, nem o movimento desses estratos, nem as probabilidades de transição entre eles. Essas são perguntas da maior importância porque elas ajudam a determinar com mais precisão o tamanho da heterogeneidade e em que medida ela tende a permanecer, aumentar ou diminuir com o tempo. A seguir se sugere uma metodologia a partir da qual seria possível uma análise mais rigorosa da estrutura e dinâmica da heterogeneidade.

## 2

# METODOLOGIA E DADOS

O objetivo empírico da pesquisa pode ser dividido em duas partes. Em primeiro lugar, agrupam-se as unidades de estudo (firmas) de acordo com o nível de produtividade. Em segundo lugar, encontra-se qual a probabilidade de que uma firma se encontre em diferentes estratos de produtividade de acordo as características que ela apresenta.

Visando a esse objetivo, são utilizados o método de *cluster* para selecionar as diferentes categorias ou estratos de produtividade e, em seguida, o modelo *probit* ordenado. Apresentam-se a seguir os dados utilizados, assim como os métodos.

### 2.1

#### DADOS

Os dados utilizados referem-se ao período 2000-2009 e resultam do cruzamento de quatro bases de dados:

- a) Relação Anual de Informações Sociais (Rais) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).
- b) Base de dados de comércio exterior da Secretaria do Comércio Exterior (Secex) do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.
- c) Pesquisa Industrial Anual (PIA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- d) Pesquisa de Intensidade Tecnológica (Pintec) do IBGE.

Estamos interessados em acompanhar as firmas ao longo do período 2000-2009 que tenham 30 ou mais trabalhadores a partir do ano 2000. Dada essa restrição, nossa análise acompanha aproximadamente 14.000 firmas. Não são acompanhadas firmas menores (que apresentam menos de 30 empregados) dado que a participação deste tipo de firmas na base de dados é resultado de amostragem aleatória, não censitária. Para o deflacionamento da variável produtividade foram utilizados os deflatores do produto interno bruto (PIB) por setor da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (Cnae) a três dígitos do IBGE (Contas Nacionais).

As variáveis explicativas utilizadas relacionam-se às fontes de aumentos da produtividade, como explicado na seção 1:

- Efeitos de ganhos de escala: utiliza-se como *proxies* para medir o efeito da escala sobre a produtividade: a) pessoal ocupado em 31/12 (Rais); b) participação do emprego e da receita da empresa em relação ao número total de emprego e receita do setor respectivo (*share/share* receita). Esta última variável tenta controlar a escala em termos relativos, dado que certos setores podem ser oligopolizados, gerando lucros que podem ser utilizados para desenvolver novas inovações, iniciando um ciclo de ganhos de produtividade e aumento da concentração.

**Tabela 1: Divisões da seção C, Classificação Nacional de Atividades Econômicas (Cnae) 2.0**

Indústria de transformação	Número de firmas
Divisão 10 – Fabricação de produtos alimentícios	1.251
Divisão 11 – Fabricação de bebidas	179
Divisão 12 – Fabricação de produtos do fumo	16
Divisão 13 – Fabricação de produtos têxteis	565
Divisão 14 – Confeção de artigos do vestuário e acessórios	898
Divisão 15 – Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados	513
Divisão 16 – Fabricação de produtos de madeira	246
Divisão 17 – Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	272
Divisão 18 – Impressão e reprodução de gravações	127
Divisão 19 – Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis	85
Divisão 20 – Fabricação de produtos químicos	606
Divisão 21 – Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	159
Divisão 22 – Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	896
Divisão 23 – Fabricação de produtos de minerais não metálicos	869
Divisão 24 – Metalurgia	334
Divisão 25 – Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	886
Divisão 26 – Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e óticos	228
Divisão 27 – Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	323
Divisão 28 – Fabricação de máquinas e equipamentos	770
Divisão 29 – Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias	483
Divisão 30 – Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores	64
Divisão 31 – Fabricação de móveis	491
Divisão 32 – Fabricação de produtos diversos	270
Divisão 33 – Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos.	39

Fonte: Resoluções Concla (2007).



- Efeitos do progresso tecnológico: rotatividade do investimento (novos investimentos em relação ao estoque de capital), que controla a introdução de novas tecnologias incorporadas aos bens de capital (máquinas e equipamentos). A melhora qualitativa do capital utilizado influenciaria positivamente a produtividade da empresa.
- O impacto do comércio externo sobre a produtividade das empresas industriais brasileiras captado por meio de três variáveis: a) importações (Secex), exportações (Secex), participação de insumos internacionais no valor produzido (PIA). As evidências sugerem que as indústrias que oferecem oportunidades tecnológicas altas – aquelas que lideram a mudança tecnológica no mundo – e maior produtividade apresentam as maiores taxas de crescimento nas exportações (MONTORBIO; RAMPA, 2005). O movimento na direção de exportações com alta elasticidade-renda é importante para sustentar o crescimento com equilíbrio externo (AGOSIN et al., 2011; RODRIK, 2008; THIRLWALL, 1997).
- A introdução de novas tecnologias, assim como seu desenvolvimento, é de mensuração difícil na empresa. Optou-se por duas medidas para controlar a inovação da empresa: a) o número de pedidos de patentes verificado no Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi); e b) a inovação da empresa para o mercado (inovação de produto).
- A produtividade da economia é positivamente afetada pelo capital humano, que eleva a capacidade de aprender e inovar. As variáveis de controle relacionadas à influência do capital humano na produtividade da empresa são: a) escolaridade (anos de estudo médio dos trabalhadores); b) experiência (tempo total de emprego do trabalhador em anos); c) tempo de emprego (anos de emprego do trabalhador na empresa). Estas duas últimas variáveis controlam a formação de conhecimento tácito na empresa. Todas estas variáveis são da base Rais (2005). Para captar a influência do capital humano específico sobre a capacidade de P&D&I da empresa, optou-se por introduzir uma variável construída a partir de dados da Rais, que considera a presença de mão de obra inovadora (PO\_tec).
- O processo de inovação é sistêmico e existem fatores institucionais que permitem a construção de condições para a empresa inovar. A construção do modelo determina a necessidade de incluir variáveis que controlem estes fatores. Para tanto, foram utilizadas no modelo variáveis da Pintec: a) fontes de financiamento público; e b) apoio do governo, cooperação e educação para a pesquisa agregadas por setor.

Na tabela 2, a seguir, apresenta-se uma síntese das variáveis utilizadas no trabalho.

**Tabela 2: Síntese das variáveis utilizadas**

Variável	Definição	Fonte
contrato	Pessoal ocupado em 31/12.	Rais
share_rec	Participação da receita da empresa em relação ao total de receita do setor respectivo.	PIA
exporta	Variável <i>dummy</i> exporta=1, não exporta=0.	Secex
inova	Variável <i>dummy</i> inova em produto=1, não inova em produto=0.	Pintec
po_tec	Presença de mão de obra inovadora.	Pintec
tempo_es	Tempo de estudo médio da mão de obra da empresa.	Rais
tempo_emp	Tempo médio do trabalhador na empresa.	Rais
tempo_exp	Tempo médio de experiência do trabalhador.	Rais
apoio_gov	Apoio do governo na forma de cooperação e educação para a pesquisa agregadas por setor.	Pintec
finan_pub	Presença de fontes de financiamento público.	Pintec

Fonte: Pesquisa de Inovação Tecnológica (Pintec), Relação Anual de Informações Sociais (Rais), Pesquisa Industrial Anual (PIA) e Secretaria do Comércio Exterior (Secex).

A seguir, apresenta-se a metodologia utilizada na pesquisa, dividida em *cluster* e modelo *probit* ordenado.

## 2.2

### CLUSTER K-MEANS

A análise de *cluster* visa a identificar algumas características específicas dos componentes homogêneos dentro de uma população com componentes heterogêneos, por meio do agrupamento, considerando dados univariados ou multivariados. O objetivo da utilização de *cluster* neste trabalho responde à necessidade de determinar:

- O número de estratos de produtividade que encontramos entre as firmas brasileiras, sem ter que realizar uma divisão arbitrária entre estes estratos ou regimes.
- As médias e os desvios-padrão destes estratos, assim como o número de firmas que os compõem.
- A evolução temporal dos estratos (média e desvio-padrão) e dos seus componentes (mudanças das firmas entre os diferentes estratos).

O método *k-means* é uma técnica não hierárquica que tem como intuito agrupar elementos por meio de um processo flexível, por meio da realocação dos itens durante o processo de *clusterização*. Assim, dado um conjunto de  $n$  pontos no espaço real  $d$ -dimensional  $R^d$  e um número inteiro  $k$ , definir os  $k$

conjuntos de pontos em  $R^d$  que minimizem a distância média quadrada de cada ponto ao centroide do conjunto mais próximo.

O método consiste em: 1) divisão dos elementos (firmas) em  $k$  conglomerados ou grupos iniciais; b) alocação de cada componente no grupo cujo centroide está mais próximo e recálculo do centroide do grupo que recebeu o elemento e do conglomerado que perdeu o elemento; e c) repetição do segundo passo até que o arranjo alcançado seja ótimo, no sentido de que nenhum rearranjo de componentes seja factível.

Nos procedimentos não hierárquicos, é necessário especificar o número de grupos previamente para depois escolher o número ótimo por meio de algum critério. Para selecionar o número mais adequado de grupos ( $k$ ) dentro da técnica de *k-means*, os autores propõem um índice, chamado de Índice CH:

$$CH = \frac{B^* (n - k)}{W^* (k - 1)}$$

em que  $n$  é o número de pontos,  $k$  é o número de grupos. As matrizes  $B$  e  $W$  são dadas pelas seguintes formulas:

$$W = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^{n_i} (X_{ij} - \bar{X}_i)^2$$

O valor de  $W$  é o somatório dos quadrados das distâncias dos pontos para o centro do grupo a que pertence, onde  $X_{ij}$  é o  $j$ -ésimo ponto do grupo  $i$ ,  $\bar{X}_i$  é o centro do grupo (média dos pontos ao centro do grupo), e  $n_i$  é a quantidade de pontos que estão no grupo  $i$ .

$$T = \sum_{i=1}^K \sum_{j=1}^n (X_{ij} - \bar{X})^2$$

$T$  é o somatório dos quadrados das diferenças de cada ponto de toda a base de dados e o centro de toda a base, representado por  $\bar{X}$ .

$$B = T - W \sum_{i=1}^K n_i (\bar{X}_i - \bar{X})^2$$

O valor de  $B$  pode ser obtido pela diferença entre  $T$  e  $W$ , que é o somatório dos produtos entre o número de pontos de toda a base e os quadrados das diferenças entre o centro de toda a base e o centro de cada grupo.

O modelo de seleção heurística de Calinski e Harabasz seleciona o número ótimo de grupos, a partir dos seguintes passos:

- 1) Para diferentes soluções de *cluster* entre as que se deseja escolher, determinar o valor do índice CH.
- 2) Selecionar a solução com o maior índice CH, como número ótimo de grupos dentro de uma população heterogênea.

## 2.3

### MODELO *PROBIT* ORDENADO

O modelo *probit* ordenado visa a encontrar a probabilidade de que as firmas se encontrem em determinados estratos de produtividade, considerando que a variável dependente é categórica, isto é, cai em diferentes categorias mutuamente excludentes (níveis de produtividade), e estas categorias encontram-se ordenadas (de menor a maior produtividade). O modelo *probit* ordenado capta com maior precisão a realidade das empresas brasileiras que apresentam marcados diferenciais de produtividade.

O *probit* ordenado é modelado para que os resultados apareçam considerando que a variável latente cruza limiares de produtividade progressivamente superiores. Para a firma individual  $i$ , temos:

$$y_i^* = x_i' \beta + u_i$$

A variável latente  $y_i^*$  é ordenada por níveis de produtividade, selecionados a partir do modelo *cluster*. Para um modelo ordenado de  $m$  alternativas, define-se:

$$y_i = j \text{ se } \alpha_{j-1} < y_i^* \leq \alpha_j, j=1, \dots, m$$

Logo,

$$Pr(y_i = j) = Pr(\alpha_{j-1} < y_i^* \leq \alpha_j)$$

$$= Pr(\alpha_{j-1} < x_i' \beta + u_i \leq \alpha_j)$$

$$= Pr(\alpha_{j-1} - x_i' \beta < u_i \leq \alpha_j - x_i' \beta)$$

$$= F(\alpha_j - x_i' \beta) - F(\alpha_{j-1} - x_i' \beta)$$

onde  $F$  é a função de distribuição cumulativa de  $u_i$ . Os parâmetros da regressão  $\beta$  e os  $m-1$  parâmetros *threshold* são obtidos maximizando o logaritmo da função de verossimilhança com  $p_{ij} = Pr(y_i = j)$  como

definido anteriormente. As propriedades dos estimadores de máxima verossimilhança do modelo são consistentes, assintoticamente normais e assintoticamente eficientes.

Para o modelo *probit* ordenado,  $u$  é distribuído logisticamente com  $F(z) = \frac{e^z}{1 + e^z}$  e é distribuído normalmente com  $F(\cdot) = \Phi(\cdot)$ , a função de distribuição de cumulatividade normal.

### 3

## RESULTADOS: AGRUPAMENTOS DAS FIRMAS E MODELO *PROBIT*

Apresentam-se a seguir as estimações realizadas. Em primeiro lugar, há os resultados dos agrupamentos em *clusters* de produtividade das firmas. A seguir, têm-se os resultados dos modelos *probit*, para todas as empresas e para os grupos por intensidade tecnológica.

### 3.1

#### AGRUPAMENTO DAS FIRMAS

Foram realizados dois agrupamentos. Em primeiro lugar, apresentam-se os resultados da conformação dos grupos para todas as empresas. Em segundo lugar, mostram-se os resultados das estimações quando consideradas as empresas separadas por intensidade tecnológica da produção.

Tabela 3: Agrupamento das firmas por *cluster*

Ano	Cluster	Percentual (%)	Produtividade média (R\$)
2000	1	12,53	10.038
2000	2	26,32	34.966
2000	3	30,95	94.524
2000	4	22,50	254.104
2000	5	7,70	988.901
2004	1	15,50	9.314
2004	2	24,98	29.979
2004	3	28,69	95.121
2004	4	23,11	274.057
2004	5	7,73	1.185.529
2008	1	14,59	9.424
2008	2	25,54	30.374
2008	3	26,69	89.760
2008	4	24,45	251.687
2008	5	8,73	1.031.258

Fonte: elaboração com base em dados da Pintec.

As estimações do *cluster k-menos* indicam a conformação de cinco grupos em cada um dos anos analisados quando consideramos todas as empresas, de todos os setores em forma conjunta. Na tabela 3, apresentam-se os resultados para os anos 2000, 2004 e 2008.

Em relação aos componentes de cada grupo, comparando o primeiro e último ano analisado, percebe-se um aumento do número de firmas nos grupos 1 (produtividade baixíssima), 4 (produtividade média-alta) e 5 (produtividade alta). Os grupos dois (produtividade baixa) e três (produtividade alta) têm uma queda no percentual de firmas. O aumento do número de firmas nos grupos polares indica um acirramento da heterogeneidade em termos de produtividade e não convergência entre as firmas da indústria de transformação brasileira.

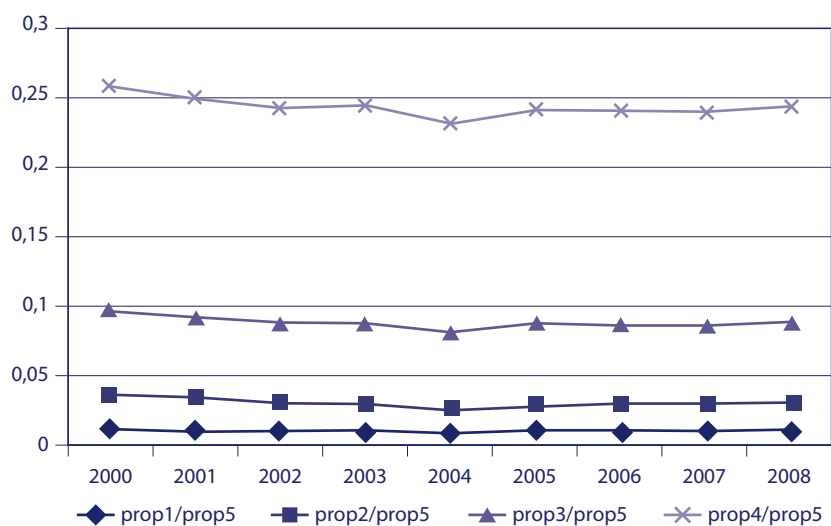
Analisando as médias de produtividade por grupos, nota-se que:

- Quando comparamos o primeiro ano da pesquisa (2000) com o ano intermediário (2004), nota-se uma queda da produtividade dos grupos 1 e 2, uma manutenção do nível médio de produtividade do grupo 3 e um aumento para os grupos de maior produtividade (4 e 5).
- Comparando o primeiro e último ano (2008), percebe-se que a produtividade média de todos os *clusters* diminui, com exceção do grupo 4 que manteve a média (mas diminui a produtividade quando comparado 2008 com 2004).
- Considerando o percentual de empresas que se posicionam em cada grupo, nota-se uma relativa estabilidade ao longo do período analisado. Comparando o primeiro e último ano, nota-se um incremento dos percentuais dos grupos polares, dado que o grupo de menor produtividade aumenta a sua participação no total em dois pontos percentuais, indo de 12,50% para 14,60%, assim como o grupo de maior produtividade, que tem a sua participação aumentada em menor proporção, indo de 7,70% para 8,70%. Este resultado estaria confirmando a não convergência das empresas em termos de produtividade, o que exigiria: a) diminuição do número de grupos; ou b) diminuição da participação das firmas nos grupos polares.
- Um aspecto a destacar é o aumento do percentual das firmas que se encontram nos grupos de maior produtividade. Os grupos 4 e 5 considerados em forma conjunta passam de uma participação de 30,20% em 2000, para 33,20% em 2008. Isto é positivo, dado que seria desejável que o processo de convergência das empresas acontecesse a partir de uma homogeneização para cima, nos níveis de maior produtividade.
- Sumarizando, percebe-se que o grau de heterogeneidade depende de dois aspectos: a) amplo diferencial de produtividade que existe entre os diferentes cinco estratos estimados; e b) pequeno percentual de empresas muito produtivas, que ocupam uma fração reduzida dos trabalhadores.

A partir destes resultados, pode-se concluir que existiu uma tendência à permanência do *status quo*, na medida em que as diferenças de produtividade entre os grupos de mais alta (grupo 5) e mais baixas produtividades (grupos 1 a 4) tendem a permanecer no período.

Isto aparece claramente no gráfico 1, que mostra as produtividades relativas dos grupos de menor produtividade (1 a 4) em relação ao grupo 5. Percebe-se uma total uniformidade na relação no período analisado e isto acontece por uma variação similar e baixa das médias de todos os grupos.

**Gráfico 1: Produtividade relativa dos grupos 1-4 em relação ao grupo 5 (2000-2008)**



Fonte: elaboração com base em dados da Pintec e da PIA.

Nota-se que no período analisado não existe uma convergência entre os diferentes estratos produtivos, pelo contrário, a situação de desigualdade prevalece, mostrando forte diferenciação do grupo de maior produtividade em relação aos outros grupos. A convergência requereria aumento da produtividade de todos os grupos (com incremento maior para os grupos relativamente menos produtivos), ou aumento da produtividade dos grupos menos produtivos com manutenção do nível de produtividade do grupo mais produtivo.

Dados das Contas Nacionais de 2000 até 2008 confirmam essa situação, especialmente no que se refere ao estancamento do aumento da produtividade para a indústria de transformação nesse período. A indústria de transformação apresentou queda da produtividade do trabalho de 4,5% no período mencionado. A queda acontece principalmente no ano 2005, com um estancamento posterior nos anos 2006-2008.

A queda da produtividade está associada, na maior parte dos casos, a um aumento do pessoal ocupado, acompanhado por um aumento menor do valor agregado do setor correspondente. Encontramos esta



situação em quase todos os setores, com destaque para os seguintes: máquinas, aparelhos e materiais elétricos, tintas, vernizes, esmaltes e lacas, produtos e preparados químicos, alimentos e bebidas, produtos de madeira e móveis. Outros setores apresentam queda do valor agregado, como, por exemplo: material eletrônico e equipamentos de comunicação. Dois setores destacam-se por apresentar forte aumento do pessoal ocupado com aumento maior do valor agregado, tendo por resultado final aumento da produtividade: máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos e automóveis, camionetas e utilitários.

## 3.2

### RESULTADOS DO MODELO *PROBIT*: TODAS AS FIRMAS

O primeiro modelo implementado tem como variável dependente o estrato de produtividade ao qual a firma pertence, que assume valores ordenados de um até cinco, representando níveis ascendentes de produtividade.

Na tabela 4, apresentam-se os resultados para esse modelo, o resultado geral na primeira coluna e os efeitos marginais para cada um dos cinco grupos de produtividade, da segunda à sexta coluna. As probabilidades marginais foram calculadas para a empresa média da amostra, o que significa que dizem respeito às empresas que apresentam as variáveis explicativas em um valor referente à média da amostra para cada um dos grupos.

Abaixo de cada variável, apresentam-se os erros-padrão associados a cada uma delas. Ressalta-se que das variáveis explicativas só uma, *turnover*, não apresentou significância estatística, a um nível de significância de 10%. Todas as demais variáveis apresentaram significância e os sinais esperados, o que reforça a influência de variáveis associadas à inovação e ao aprendizado dentro das empresas para o incremento da produtividade e a passagem a estratos superiores de produtividade.

Destacam-se os seguintes efeitos:

- Verifica-se que a escala, representada pelas variáveis contratos e *share*-receita, influencia positivamente a probabilidade das empresas se posicionarem em estratos superiores de produtividade. O efeito marginal negativo nos três primeiros grupos implica que um aumento de 1% no *share*-receita diminui a probabilidade de permanecer nos três primeiros grupos em 15%, 39% e 33%, respectivamente. O efeito marginal passa a ser positivo nos grupos de maior produtividade e, quando aumenta em 1% o *share*-receita, a probabilidade de permanecer nesses grupos aumenta em 51% (grupo 4) e 36% (grupo 5).
- Em relação à participação no comércio exterior, exportar significa para as empresas maior probabilidade de se posicionar em estratos de produtividade maiores. Os maiores efeitos marginais, positivos, acontecem nos dois estratos superiores de produtividade. Este resultado já foi encontrado por Araújo (2006) para a indústria brasileira, mostrando uma relação direta entre produtividade e exportações.

- As variáveis associadas à inovação (inova e po\_tec) são positivas e significativas para permanecer nos grupos superiores de produtividade em relação ao estrato de menor produtividade. Em especial, inovar em produtos para o mercado diminui a probabilidade de ficar nos três primeiros estratos em 2% (grupo 1), 5% (grupo 2) e 4% (grupo 3). Já inovar nos estratos superiores fortalece a permanência das firmas no estrato quatro (6,60%) e no grupo 5 (5%).

**Tabela 4: Resultado modelo *probit* (geral) e efeitos marginais (EMg) por grupo (clu1-clu5)**

Variável	Geral	EMg clu1	EMg clu2	EMg clu3	EMg clu4	EMg clu5
Contrato	0,0001	-0,0001	-0,0001	-0,0001	0,0001	0,0001
	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)	(0,0000)
share_rec	21,9692	-1,5222	-3,8992	-3,3379	5,1642	3,5951
	(1,9166)	(0,1378)	(0,3432)	(0,2970)	(0,4562)	(0,3158)
Exporta	0,5902	-0,0389	-0,1002	-0,0930	0,1284	0,1036
	(0,0144)	(0,0013)	(0,0026)	(0,0027)	(0,0033)	(0,0029)
Inova	0,2821	-0,0198	-0,0500	-0,0422	0,0660	0,0461
	(0,0246)	(0,0018)	(0,0044)	(0,0037)	(0,0058)	(0,0041)
po_tec	0,0018	-0,0001	-0,0003	-0,0003	0,0004	0,0003
	(0,0004)	(0,0000)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0000)
tempo_es	0,3389	-0,0234	-0,0602	-0,0515	0,0797	0,0555
	(0,0051)	(0,0006)	(0,0012)	(0,0012)	0,0016	(0,0011)
tempo_emp	0,0052	-0,0004	-0,0010	-0,0008	0,0012	0,0009
	(0,0003)	(0,0000)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)	(0,0001)
tempo_exp	0,0607	-0,0042	-0,0108	-0,0092	0,0143	0,0099
	(0,0022)	(0,0002)	(0,0004)	(0,0004)	(0,0006)	(0,0004)
apoio_gov	0,0708	-0,0050	-0,0126	-0,0106	0,0167	0,0115
	(0,0243)	(0,0017)	(0,0044)	(0,0036)	(0,0058)	(0,0039)
finan_pub	-0,0608	0,0049	0,0122	0,0098	-0,0163	-0,0107
	(0,0313)	(0,0024)	(0,0058)	(0,0043)	(0,0077)	(0,0048)
Observações	26619	8,08%	13,28%	35,01%	34,54%	9,09%
LR chi²	11997,94					

Fonte: elaboração com base em dados da Pintec, da PIA, da Secex e da Rais.

- A análise dos indicadores que captam as características dos trabalhadores em termos de tempo de estudo do trabalhador, o tempo de emprego na empresa e os anos de experiência do trabalhador mostra que todos eles se manifestam positivos e significativos, em especial o que se relaciona ao tempo de estudo do trabalhador. Um ano a mais de estudo implica uma diminuição da probabilidade de permanência nos estratos um (2%), dois (6%) e três (5%) e gera efeitos positivos na probabilidade de as empresas permanecerem nos estratos quatro (8%) e cinco (5,50%).

- No caso do apoio governamental, este gera efeitos positivos na probabilidade de as empresas estarem em estratos superiores de produtividade, uma vez que a existência de apoio governamental na empresa acarreta um incremento de 1,70% na probabilidade de a empresa ficar no estrato de produtividade média-alta e de 1,15% de permanecer no estrato de produtividade alta. O contrário acontece para os estratos inferiores, quando a variável influencia negativamente a permanência nesses estratos.
- O financiamento público se mostrou significativo, porém influencia negativamente a probabilidade de permanecer em estratos superiores de produtividade e positivamente nos três primeiros estratos. Isto significa que, para as empresas de menor produtividade, o financiamento público constitui uma variável que influencia a permanência das firmas nesses estratos. Já no caso de empresas de maior produtividade, o fato de aceder a financiamento público aumenta a probabilidade de migrar para outros estratos. Este resultado não é o esperado, dado que firmas menos competitivas tendem a ser menores e com menor capacidade de autofinanciar o investimento e a mudança tecnológica. Para estas firmas, espera-se que o financiamento público auxilie este processo, resultado que não foi encontrado nesse exercício.

### 3.3

#### RESULTADO DO MODELO *PROBIT*: SETORES POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA

O segundo modelo *probit* ordenado considera a variável dependente produtividade separando as empresas por intensidade tecnológica. Os setores foram separados segundo a classificação da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE).

Na tabela 5, mostram-se os diferentes setores Cnae a 3 dígitos, assim como o número de empresas, referidos a cada uma das categorias de intensidade tecnológica. No anexo, apresentam-se os diferentes setores incluídos dentro de cada um dos grupos por intensidade tecnológica.

O grupo de alta intensidade tecnológica é considerado difusor de progresso técnico e gerador de novas tecnologias (DOSI et al., 1990; NELSON, 1996) e inclui setores voltados à produção de bens de capital, material elétrico e aeronaves.

O grupo de média-alta intensidade tecnológica exhibe a presença de produtores de bens de capital de menor intensidade tecnológica, bens de consumo duráveis e de bens intermediários e inclui setores intensivos em recursos naturais, economias de escala e conhecimento (como, por exemplo, os setores das indústrias fármaco-química).

No grupo de média-baixa intensidade tecnológica, encontram-se outros setores de bens intermediários com proporção de gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) baixa, o setor de refino de petróleo,<sup>6</sup> cimento e beneficiamento de metais.

**Tabela 5: Setores Cnae por intensidade tecnológica**

Intensidade tecnológica	Nº empresas	Setores Cnae a 3 dígitos
Baixa	28625	151 a 160, 171 a 177, 181, 182, 191 a 193, 201, 202, 211 a 214, 221 a 223, 361, 369, 371, 372.
Média-baixa	13589	231 a 234, 251, 252, 261 a 264, 269, 271 a 275, 281 a 284, 288, 289, 351.
Média-alta	10378	241 a 249, 291 a 299, 311 a 316, 318, 319, 341 a 345, 352, 359.
Alta	1543	301, 302, 321 a 323, 329, 331 a 335, 339, 353.

Fonte: elaboração com base em dados da Pintec.

Finalmente, a categoria de baixa intensidade tecnológica reúne setores tradicionais que se caracterizam por inovar a partir da incorporação de tecnologia desenvolvida por outros setores. Incluem-se setor têxtil, beneficiamento de madeiras, papel e setores agroindustriais.

É claro o predomínio de empresas em atividades de baixa densidade tecnológica, o que complica o processo de aproveitamento de externalidades associadas à inovação e à difusão de tecnologia dentro dos setores e entre setores produtivos.

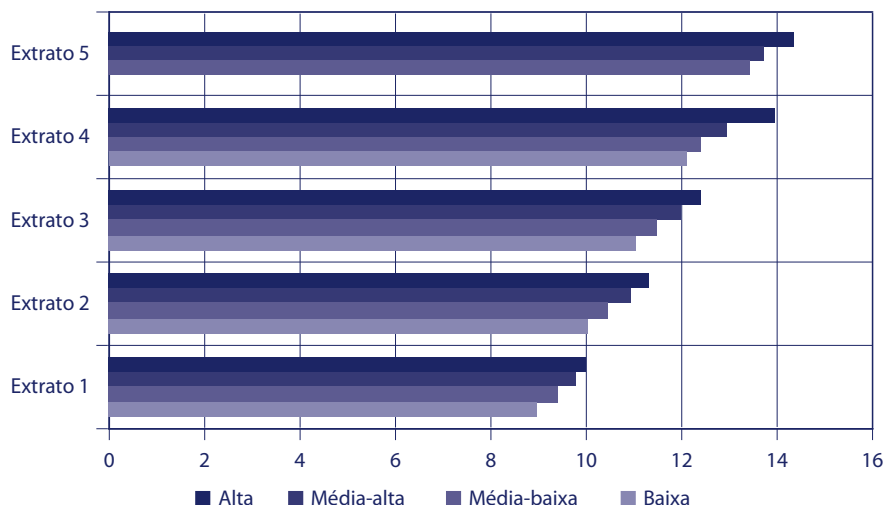
Para cada um destes grupos, foram estimados, por sua vez, estratos de produtividade ótimos. Os resultados mais importantes indicam que:

- Os primeiros três grupos (intensidade tecnológica baixa, média-baixa, média-alta) apresentaram cinco estratos de produtividade com número ótimo. Já o grupo de intensidade tecnológica alta apresentou quatro estratos de produtividade, mostrando-se mais homogêneo que os outros, em termos de estratos de produtividade.
- É clara a conformação de estratos com médias similares dentro de cada um dos grupos por intensidade tecnológica. Como pode ser visto no gráfico 2, quanto maior a intensidade tecnológica, maior a média de produtividade de cada um dos estratos, mas as divergências para cada um dos estratos são pequenas. Isto reforça uma das ideias principais da heterogeneidade estrutural em países em desenvolvimento: encontramos heterogeneidade não só dentro do grupo de menor intensidade tecnológica, mas também nos grupos de alta tecnologia, que apresentam empresas com alta produtividade e outras com baixa produtividade.

<sup>6</sup> No Brasil o setor de petróleo apresenta uma dinâmica própria e diferenciada dos outros países. O setor tem uma taxa de investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) de aproximadamente 1% do faturamento, segundo dados da PIA. Dadas as características das reservas em mares profundos, as empresas necessitam investir em P&D para aprimorar os métodos de extração.

- Os resultados mostram claramente a existência de fortes assimetrias na capacidade de gerar, entender e aproveitar o conhecimento para aumentar a produtividade, mesmo dentro de setores com intensidades tecnológicas similares. As assimetrias na captação de tecnologia são intrínsecas.

**Gráfico 2: Média por estrato para cada grupo de intensidade tecnológica (2008)**



Fonte: elaboração com base em dados da Pintec e da PIA.

Os dados das Contas Nacionais confirmam os dados obtidos a partir da amostra de empresas estudadas. Na tabela 6, apresentam-se os dados de valor agregado por setores agrupados por intensidade tecnológica.

**Tabela 6: Valor agregado por intensidade tecnológica (2000-2008)**

Ano	Valor agregado			
	Alta tecnologia	Média-alta tecnologia	Média-baixa tecnologia	Baixa tecnologia
2000	29.868	78.098	93.842	138.123
2001	27.622	77.181	94.955	140.203
2002	28.917	79.452	93.918	144.932
2003	28.932	84.007	96.373	143.672
2004	31.156	96.173	105.439	152.825
2005	33.298	97.226	105.204	154.471
2006	34.909	98.768	105.249	156.142
2007	36.802	109.322	111.256	159.804
2008	40.450	112.826	115.322	160.465

Fonte: elaboração do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) com base em dados de Contas Nacionais brasileiras.

Percebe-se que o grupo que apresentou maior crescimento no valor agregado foi o de média intensidade tecnológica, que teve aumento no período de 30%. Em segundo lugar, o grupo de alta tecnologia, com 26%. Os grupos de menor tecnologia tiveram aumento menor do valor agregado, 18% para o grupo de média-baixa intensidade e 13% para baixa intensidade tecnológica.

A tabela 7 resume os resultados obtidos para os diferentes grupos de intensidade tecnológica. Ressalta-se que, das variáveis explicativas, só uma não apresentou resultados estatisticamente significativos. Trata-se da variável *turnover*, que representa a influência do progresso técnico inserido nos novos investimentos sobre a produtividade das empresas. Este resultado pode estar mostrando que existe escassa capacidade de captar efeitos positivos da difusão tecnológica, em termos de aumento da produtividade, a partir de novos investimentos em bens de capital.

Verifica-se que:

- A variável *share-receita*, que capta os efeitos de escala em relação ao total do setor sobre a produtividade, influencia positivamente a probabilidade de pertencer a grupos de maior produtividade. Para as firmas dentro do grupo de intensidade tecnológica baixa, o efeito é o maior e vai diminuindo à medida que avançamos para maior intensidade tecnológica. Este resultado valida o argumento de autores schumpeterianos que encontram nas assimetrias de tamanho das firmas a fonte da dinâmica do sistema produtivo, em uma causalção circular dada por: tamanho, diferenças tecnológicas, diferenças nos indicadores de desempenho – produtividade, margens, taxa de lucro (DOSI et al., 1990).
- A existência de pessoal ocupado relacionado às áreas tecnológicas aumenta a probabilidade de a empresa se posicionar em grupos de maior produtividade. O efeito da “classe criativa” é mais forte para o grupo de empresas de processo produtivo de menor intensidade tecnológica. O efeito é não significativo para o grupo posicionado em intensidade tecnológica alta. Dessa forma, aumentar a parcela de trabalhadores qualificados para a mudança tecnológica (seja por meio da inovação, seja por meio da imitação) aumenta a produtividade das firmas, além de aumentar as rendas dos trabalhadores das empresas. Assim, o incentivo ao aumento da qualificação dos trabalhadores (por meio de políticas públicas de educação) se transformará em um canal para melhor distribuição da renda, unido a aumentos da produtividade.
- As variáveis associadas ao aprendizado são significativas e positivas quando explicam a produtividade das empresas. Em especial, o tempo de estudo tem forte influência para a empresa aumentar a probabilidade de permanecer em grupos de maior produtividade. Os anos de estudo da mão de obra aumentam a influência positiva à medida que avançamos na intensidade tecnológica do processo produtivo. O mesmo comportamento apresenta a variável tempo experiência da mão de obra, mas a sua influência positiva, significativa e crescente acontece até o grupo de média-alta intensidade tecnológica. Este resultado estaria indicando que as capacidades formais são mais necessárias para

manter ou aumentar a produtividade nos grupos de alta produtividade e as capacidades não formais, dentro das quais o treinamento e a experiência são necessárias para que as firmas dentro dos grupos de baixa e média produtividade migrem para estratos superiores.

**Tabela 7: Resultado modelo *probit* por intensidade tecnológica**

Variável	intec_baixa	intec_med_baixa	intec_med_alt	intec_alta
Contrato	-0,0001 (0,0000)	0,0002 (0,0000)	-0,0001 (0,0000)	0,0002 (0,0000)
share_receita	105,2329 (8,3836)	52,9737 (7,5410)	29,1569 (4,1338)	10,3245 (5,0103)
Exporta	0,5745 (0,0209)	0,6681 (0,0316)	0,5085 (0,0316)	0,3804 (0,0743)
Inova	0,1231 (0,0385)	0,0024* (0,0495)	0,2280 (0,0387)	0,0397* (0,0826)
po_tec	0,0140 (0,0021)	0,0029 (0,0018)	0,0020 (0,0005)	0,0013* (0,0016)
tempo_es	0,2448 (0,0077)	0,3350 (0,0112)	0,4488 (0,0123)	0,4883 (0,0343)
tempo_emp	0,0074 (0,0004)	0,0040 (0,0006)	0,0055 (0,0006)	0,0007* (0,0016)
tempo_exp	0,0490 (0,0034)	0,0542 (0,0049)	0,0539 (0,0049)	0,0152* (0,0119)
apoio_gov	-0,1783 (0,0207)	-0,1360 (0,0299)	0,1105 (0,0308)	0,0822 (0,0072)
financ_pub	0,2155 (0,0367)	-0,0914 (0,0533)	-0,0616 (0,0485)	0,0007* (0,1194)
Obs.	12704	6285	6008	1087
Lrchi <sup>2</sup>	4208,56	2837,86	3300,40	442,99

Fonte: elaboração com base em dados da Pintec, PIA, Secex e Rais.

Nota: \*não significativa ao nível de 5%.

- A exportação pela firma constitui outro elemento positivo para explicar a probabilidade de se posicionar em estratos mais produtivos em todos os modelos analisados. A influência é maior para os dois grupos de firmas de menor intensidade tecnológica. Isto significa que empresas que estão dentro de setores de baixa e média-baixa intensidade tecnológica e exportam têm maior probabilidade de ficar em estratos mais produtivos, quando comparadas às firmas dentro de setores de média-alta e alta intensidade tecnológica.
- A inovação se mostrou positiva para todos os grupos, mas só foi significativa para o grupo de intensidade tecnológica baixa e intensidade média-alta.
- Dentro das variáveis que se relacionam a incentivos público, o apoio governamental à inovação se mostrou positivo para aumentar a probabilidade de as empresas serem mais produtivas nos grupos de maior intensidade tecnológica. Já para os dois primeiros grupos – de menor intensidade

tecnológica –, o efeito é negativo. Fica evidente a importância da interação e da articulação do capital social entre as empresas e as instituições públicas.

- Já o financiamento público tem influência negativa para os dois grupos intermediários e positiva para os grupos polares. Isto significa que, para os grupos de menor e maior intensidade tecnológica, o financiamento público é instrumento que auxilia na migração das empresas para estratos de maior produtividade. Isto não acontece nos grupos de empresas de intensidade tecnológica média.
- Estes dois últimos resultados deixam em aberto a questão do alcance e do tipo de política pública necessária para o melhor aproveitamento do conhecimento tecnológico para o aprimoramento da produtividade. Fica clara a necessidade de insumos internos à empresa e externos a ela, seja para a geração, seja para o aproveitamento de tecnologia, mas é necessário melhor entendimento dos caminhos mais eficazes da intervenção pública.



## CONCLUSÃO

No decorrer deste artigo, buscou-se traçar uma linha das principais dimensões da heterogeneidade estrutural em termos de produtividade, associando-as a indicadores de inovação, qualificação e aprendizado de trabalhadores, comércio exterior, escala de produção e apoio público.

A metodologia utilizada procurou captar a riqueza de resultados associados à elevada heterogeneidade que encontramos dentro da indústria de transformação brasileira. Os resultados confirmam a existência de forte heterogeneidade intersetorial, dado que, dentro da indústria de transformação, encontramos cinco estratos de produtividade com amplas divergências em termos de médias e não existência de convergência ao longo do tempo. Também existe forte heterogeneidade intrassetorial, dado que empresas que apresentam processos produtivos semelhantes, em termos de intensidade tecnológica, não podem ser consideradas homogêneas, uma vez que foram encontrados cinco estratos para os grupos de empresas de intensidade tecnológica baixa, média-baixa e média-alta e quatro dentro do grupo de firmas com processo produtivos de alta intensidade tecnológica.

Com base na análise exploratória desenvolvida a partir do modelo *probit*, foi possível identificar como diferentes variáveis influenciam o desempenho em termos de produtividade das empresas da amostra. Cabe destacar que a análise desenvolvida com base nos modelos apresentados deve ser tomada só como indicativo da influência destas variáveis sobre a produtividade, não sendo possível tomar estes resultados como conclusões definitivas.

Da análise por intensidade tecnológica, um primeiro fato a ser destacado é a escassa de proporção de firmas dentro do setor de alta intensidade tecnológica. Isto gera uma debilidade no processo de acumulação de capacidades tecnológicas que possibilitem uma mudança da estrutura produtiva capaz de reduzir a forte heterogeneidade estrutural presente na indústria de transformação. Por sua vez, a taxa de crescimento de demanda por trabalhadores capacitados se vê debilitada e cresce a taxa inferior que a oferta de trabalho.

Em relação às exportações, os resultados não deixam dúvidas de que existe uma relação direta entre o comércio exterior e a produtividade, mas o sentido desta relação de causalidade não pode ser inferido a partir dos resultados apresentados. O fato de os grupos de menor intensidade tecnológica apresentarem coeficientes maiores introduz novamente a questão da importância da política pública de promoção de exportações e outras políticas associadas indiretamente, para os setores de maior intensidade tecnológica.

A inovação tecnológica e o aprendizado dentro e fora de firma apresentaram resultados positivos e significativos na análise geral e para todos os estratos de produtividade. Isto deveria balizar as políticas públicas, valorizando políticas educacionais e de treinamento como forma de distribuir socialmente as aptidões tecnológicas e o aprendizado e, conseqüentemente, a renda.

As duas variáveis relacionadas diretamente a políticas públicas, financiamento público e apoio governamental à inovação tecnológica, apresentaram sinais positivos e negativos, segundo o grupo analisado. Para o total das empresas da amostra, o apoio governamental se mostrou positivo e o financiamento público negativo. Já quando considerados os grupos por intensidade tecnológica, vemos que, para os grupos de maior intensidade tecnológica, o apoio governamental foi positivo e para os grupos intermediários o financiamento público também foi. Isto levanta a necessidade de uma melhor análise acerca de quais deveriam ser as empresas beneficiárias (setor, tamanho, tipo de capital) de cada uma destas políticas para aumentar a eficácia deste tipo de políticas.

Para finalizar, a heterogeneidade de resultados, conseqüência da própria disparidade em termos de produtividade e capacidades das firmas da indústria de transformação, mostra a importância desse tipo de análise para melhor conhecer os dispositivos de políticas mais eficientes para fomentar o aprendizado, a inovação, a competitividade e, como conseqüência, os ganhos de produtividade que auxiliem no aumento da homogeneidade das firmas no Brasil.

## REFERÊNCIA

AGHION, P.; HOWITT, P. *Endogenous growth theory*, MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

AGOSIN, M.; ALVAREZ, R.; BRAVO-ORTEGA, C. *Determinants of Export Diversification Around the World: 1962-2000*. Central Bank of Chile, 2011. (Working Paper n. 605).

CALINSKI, T.; HARABASZ, J. A Dendrite Method for Cluster Analysis. *Communications in Statistics*, v. 1, n. 3, p. 1-27, 1974.

CAPDEVIELLE, M. Globalización, especialización y heterogeneidad estructural em México. In: CIMOLI, Mario. *Heterogeneidad estructural, asimetrías y crecimiento en América Latina*. Santiago de Chile: Cepal/BID, 2005.

CARDOSO, F.; FALETTO, E. *Dependência e desenvolvimento na América Latina: ensaio de interpretação sociológica*. Rio de Janeiro: Zahar, 1970. (Biblioteca de Ciências Sociais).

CEPAL. *La hora de la igualdad, brechas por cerrar, caminos por abrir*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2010.

CIMOLI, M.; PORCILE, G. Technology, Structural Change and BOP Constrained Growth: A Structuralist Toolbox. Textos para Discussão, n. 10. *Boletim Economia & Tecnologia*, UFPR, 2011a.

\_\_\_\_\_. Learning, Technological Capabilities and Structural Dynamics. In: OCAMPO, J. A.; ROS, J. *The Oxford Handbook of Latin American Economics*. Oxford: Oxford University Press, 2011b.

DOSI, G. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. *Journal of Economic Literature* 26(3), p. 1120-1171, 1988.

DOSI, G.; LECHEVALIER, A. Secchi. Introduction: Interfirm heterogeneity? Nature, sources and consequences for industrial dynamics. *Industrial And Corporate Change*, 19(6), p. 1867-1890, 2010.

DOSI, G.; PAVITT, K.; SOETE, L. *The economics of technical change and international trade*. London: Harvester-Wheatsheaf, 1990.

INFANTE, R. *Indicadores de heterogeneidad estructural*. Documento de Trabajo 13, Proyecto “Desarrollo Inclusivo”, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), Santiago, marzo 2010.

INFANTE, R.; SUNKEL, O. Chile: hacia un desarrollo inclusivo. *Revista Cepal*, n. 97, 2009.

FAJNZYLBBER, F. *Industrialization in Latin America: From the “black box” to the empty box*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), ago. 1990. (Cuadernos de la Cepal n. 60)

FREEMAN, R. The National System of Innovation in Historical Perspective., *Cambridge Journal of Economics*, 19, p. 5-24, 1995.

FURTADO, C. *Teoría y política del desarrollo económico*. México, 1969.

GROSSMAN, G.; HELPMAN, E. *Innovation and Growth in the Global Economy*. Cambridge: MIT Press, 1991.

KAPLAN, D. An Overview of Markov Chain Methods for the Study of Stage-Sequential Developmental Processes. *Developmental Psychology*, v. 44 (2), p. 457-467, 2008.

KALBFLEISCH, J. D.; LAWLESS, J. F. The Analysis of Panel Data Under a Markov Assumption. *Journal of the American Statistical Association*, n. 80, p. 863-871, 1985.

KUPFER, D.; ROCHA, F. Productividad y heterogeneidad estructural en la industria brasileña. In: CIMOLI, Mario (Ed.). *Heterogeneidad estructural, asimetrías y crecimiento en América Latina*. Santiago de Chile: Cepal/BID, 2005.

LEWIS, W. A. *The Theory of Economic Growth*. London: Allen and Unwin, 1955.

METCALFE, M. Institutions and Progress. *Industrial and Corporate Change*, Oxford University Press, 10(3), p. 561-86, 2001.

MONTOBBIO, F.; RAMPA, F. The impact of technology and structural change on export performance in nine developing countries. *World Development*, Elsevier, v. 33(4), p. 527-547, 2005.

NELSON, R. *As fontes do crescimento econômico*. Campinas: Editora da Unicamp, 1996.

NOHLEN, D.; STURM, R. La heterogeneidad estructural como concepto básico de la teoría de desarrollo. *Revista de Estudios Políticos*, n. 28, p. 45-74, 1982.

PINTO, A. Concentración del progreso técnico y de sus frutos en el desarrollo latinoamericano. In: BIANCHI, Adrián (Ed.). *América Latina. Ensayos de interpretación económica*. Santiago, 1969.

\_\_\_\_\_. Heterogeneidad estructural y modelo de desarrollo reciente de la América Latina. *Inflación: raíces estructurales*. México, D. F.: Fondo de Cultura Económica, 1970.

\_\_\_\_\_. Naturaleza e implicaciones de la heterogeneidad estructural de la América Latina. *El Trimestre Económico*, v. 37(1), 1976.

PREBISCH, R. *The Economic Development of Latin America and Its Principal Problems*. New York: United Nations, 1950.

\_\_\_\_\_. *Problemas teóricos y prácticos del crecimiento económico*. New York: Cepal-UN, 1952.

\_\_\_\_\_. *Capitalismo Periférico: Crisis y Transformación*. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1980.

PUGNO, M. A Kaldorian Model of Economic Growth with Labor Shortage and Major Technical Changes. *Structural Change and Economic Dynamics*, 7, p. 429-446, 1996.

RODRÍGUEZ, O. *El Estructuralismo Latinoamericano*. México: Siglo XXI, 2007.

RODRIK, D. The Real Exchange Rate and Economic Growth: Theory and Evidence. *Brookings Papers on Economic Activity*, p. 365-412, 2008.

SUNKEL, O. La dependencia y la heterogeneidad estructural. *Trimestre Económico*, v. 45 (1), p. 3-20, 1978.

THIRLWALL, A. Reflections on the concept of balance-of-payments-constrained growth. *Journal of Post Keynesian Economics*, 19(3), 1997.

## ANEXO : SETORES CNAE A 3 DÍGITOS POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA

Intensidade tecnológica	Indústria de transformação	Grupo Cnae
Alta	Produtos farmacêuticos	245
Alta	Máquinas para escritório e equipamentos de informática	301+302
Alta	Material eletrônico e equipamentos de comunicações	321+322+323+329
Alta	Aparelhos/instrumentos médico-hospitalar, medida e óptico	331+332+333+334+335+339
Alta	Outros equipamentos de transporte	351+352+353+359
Média-alta	Produtos químicos	241+242
Média-alta	Fabricação de resina e elastômeros	243+244
Média-alta	Defensivos agrícolas	246
Média-alta	Perfumaria, higiene e limpeza	247
Média-alta	Tintas, vernizes, esmaltes e lacas	248
Média-alta	Produtos e preparados químicos diversos	249
Média-alta	Máquinas e equipamentos, inclusive manutenção e reparos	291+292+293+294+295+296+297+299
Média-alta	Eletrodomésticos	298
Média-alta	Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	311+312+313+314+315+316+318+319
Média-alta	Automóveis, camionetas e utilitários	341
Média-alta	Caminhões e ônibus	342
Média-alta	Peças e acessórios para veículos automotores	343+344+345
Média-baixa	Refino de petróleo e coque	231+232+233
Média-baixa	Álcool	234
Média-baixa	Artigos de borracha e plástico	251+252
Média-baixa	Cimento	262
Média-baixa	Outros produtos de minerais não metálicos	261+263+264+269
Média-baixa	Fabricação de aço e derivados	271+272+273
Média-baixa	Metalurgia de metais não ferrosos	274+275
Média-baixa	Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	281+282+283+284+288+289
Baixa	Alimentos e bebidas	151+152+153+154+155+156+157+158+159
Baixa	Produtos do fumo	160
Baixa	Têxteis	171+172+173+174+175+176+177
Baixa	Artigos do vestuário e acessórios	181+182
Baixa	Artefatos de couro e calçados	191+192+193
Baixa	Produtos de madeira – exclusive móveis	201+202
Baixa	Celulose e produtos de papel	211+212+213+214
Baixa	Jornais, revistas, discos	221+222+223
Baixa	Móveis e produtos das indústrias diversas	361+369+371+372

Fonte: elaboração dos autores.









NAÇÕES UNIDAS

CEPAL

ipea