



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JÚLIO DE MESQUITA FILHO
FACULDADE DE CIÊNCIAS E LETRAS
CAMPUS ARARAQUARA - SP

ESTEVÃO ÁQUILA DE MELO GOMES

**ESFORÇO INOVATIVO E PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA (2008 – 2017)**

ARARAQUARA – SP

2020

ESTEVÃO ÁQUILA DE MELO GOMES

**ESFORÇO INOVATIVO E PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA (2008 – 2017)**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Estadual Paulista (Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara) como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Linha de pesquisa: Economia Industrial

Orientador (a): Prof^a. Dra. Tatiana Massaroli de Melo

ARARAQUARA-SP

2020

G633e

Gomes, Estevão Áquila de Melo

Esforço inovativo e produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira (2008 – 2017) / Estevão Áquila de Melo Gomes. -- Araraquara, 2020

111 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Letras, Araraquara

Orientadora: Tatiana Massaroli De Melo

1. Inovação. 2. produtividade do trabalho. 3. indústria de transformação. 4. Brasil. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Letras, Araraquara. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ESTEVÃO ÁQUILA DE MELO GOMES

**ESFORÇO INOVATIVO E PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DE
TRANSFORMAÇÃO BRASILEIRA (2008 – 2017)**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Estadual Paulista (Faculdade de Ciências e Letras de Araraquara), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia.

Linha de pesquisa: Economia Industrial

Orientador (a): Prof.^a Dra. Tatiana Massaroli de Melo

Data da defesa: 18/12/2020

MEMBROS COMPONENTES DA BANCA EXAMINADORA:

Presidente e Orientador: Prof.^a Dra. Tatiana Massaroli de Melo

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Membro Titular: Prof. Dr. André Luiz Corrêa

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Membro Titular: Prof. Dr. Reili Amon-Há Vieira dos Santos

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais.

Aos nordestinos.

AGRADECIMENTOS

A Deus que por sua infinita graça e amor me sustentou firme.

Aos meus pais, Severino Gomes e Missinéias Gomes e aos meus irmãos Eudes Gomes e Carlos Vaz.

A toda minha família.

A minha orientadora Dra. Tatiana Massaroli de Melo pelo apoio durante toda essa longa trajetória.

Ao meu grande conselheiro e amigo Professor Dr. André Martins.

Aos meus amigos e companheiros Átila Melo, Ângelo de Angelis, Marco Goulart e família, Lucas Silva, Eduardo Marques, Daniel Santos, Rafael Duregger, Álvaro Martins, Rodrigo Constantino, João Sena, Gabriel (Slow), Celine e Carlos Henrique.

Ao companheirismo e amor de Stefany Montagner.

Aos professores Dr. André Corrêa, Dr. Paulo César Morceiro e Dr. Rogério Gomes por suas contribuições nas discussões metodológicas e teóricas.

Aos colegas de classe e professores do Programa de Pós.

A todos que direta e indiretamente contribuíram para essa jornada.

“O coração do homem planeja o se caminho, mas o Senhor lhe dirige os passos” (Provérbios 16:9)

RESUMO

A análise de relação entre esforço inovativo e produtividade do trabalho na indústria de transformação tem produzido discussões interessantes na Economia, tanto empírica quanto teoricamente. Há diversos estudos (Wakelin (2001), Lööf et al. (2001), Hall (2011), Huergo e Jaumandreu (2003), Mairesse e Mohnen (2005), Parisi et al. (2005), Chudnovsky et al. (2005), Conte e Vivarelli (2005) e etc.) que apontam a correlação entre o maior esforço inovativo e a produtividade em diversos setores econômicos, tanto em âmbito internacional como no Brasil. Desta forma, essa dissertação tem como objetivo principal; investigar a existência de uma relação de causalidade entre esforço inovativo e produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira entre 2008-2017. A partir desse objetivo de pesquisa, a hipótese principal é que o esforço inovativo causa impacto positivo e significativo na produtividade do trabalho. Para alcançar o objetivo proposto, a pesquisa foi desenvolvida utilizando um modelo de dados em painel a partir do método de Mínimos Quadrados Ponderados, considerando 29 setores para o período de 2008-2017. Os resultados do modelo estimado apontaram que tanto a variável P&D interno por pessoal ocupado, quanto gastos com aquisições de Máquinas e Equipamentos por pessoal ocupado causam impacto positivo na produtividade do trabalho. O modelo também considerou o impacto de barreira a entrada, expresso pela variável Receita Líquida por número de empresas que apresentou impacto positivo sobre a produtividade do trabalho. Todas as variáveis apresentaram significância estatística a 1%.

Palavras-chave: Inovação, produtividade do trabalho, indústria de transformação, Brasil.

ABSTRACT

The analysis of the relationship between innovative effort and labor productivity in the manufacturing industry has produced interesting discussions in economics, both empirically and theoretically. There are several studies (Wakelin (2001), Lööf et al. (2001), Hall (2011), Huergo and Jaumandreu (2003), Mairesse and Mohnen (2005), Parisi et al. (2005), Chudnovsky et al. (2005), Conte and Vivarelli (2005) and etc.) that point out the correlation between the greatest innovative effort and productivity in several economic sectors, both internationally and in Brazil. In this way, this dissertation has as main objective; to investigate the existence of a causal relationship between innovative effort and labor productivity in the Brazilian manufacturing industry between 2008-2017. Based on this research objective, the main hypothesis is that the innovative effort has a positive and significant impact on labor productivity. To achieve the proposed objective, the research was developed using a panel data model using the Weighted Least Squares method, considering 29 sectors for the period 2008-2017. The results of the estimated model showed that both the variable internal R&D per employed person and expenses with the acquisition of machinery and equipment by employed persons have a positive impact on labor productivity. The model also considered the impact of barrier to entry, expressed by the variable Net Revenue by number of companies that had a positive impact on labor productivity. All variables showed statistical significance at 1%.

Keywords: innovation, Labor productivity, manufacturing industry, Brazil.

LISTA DE SIGLAS

CNAE - Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNPJ - Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica
COI - Custo das Operações Industriais
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MET - Ministério de Trabalho e Emprego
MDIC - Ministério do Desenvolvimento, e da Indústria e Comércio Exterior
OCDE - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PIA - Pesquisa Industrial Anual
PINTEC - Pesquisa de Inovação
PO - Pessoal Ocupado
PTF - Produtividade Total dos Fatores
P&D – Pesquisa e Desenvolvimento
RAIS - Relação Anual de Informações Sociais
SECEX - Secretaria de Comércio Exterior
TIC - Tecnologias da Informação e Comunicação
UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas
VTI - Valor da Transformação Industrial
VBPI - Valor bruto da Produção Industrial

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Produtividade Média Agregada por Intensidade Tecnológica no Brasil - com outlier – (2008-2017)	67
Tabela 2: Produtividade Média Agregada por Intensidade Tecnológica no Brasil - sem outlier – (2008- 2011 – 2014 - 2017).....	69
Tabela 3: Valor dos dispêndios com atividades inovativas (mil reais) por trabalhador no Brasil agregado por intensidade tecnológica- (OCDE) – (2008- 2011 – 2014 - 2017).....	71
Tabela 4: Aquisição de máquinas e equipamentos (mil reais) por trabalhador no Brasil por classificação de intensidade tecnológica (OCDE) – (2008 – 2011 – 2014 – 2017)	75
Tabela 5: Valor dos dispêndios com atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (mil reais) por trabalhador no Brasil agregado por intensidade tecnológica (OCDE) – (2008 – 2011 – 2014 – 2017).....	76
Tabela 6: Receita Líquida de vendas pelo Número de empresas por intensidade tecnológica no Brasil (2008 – 2011 – 2014 – 2017)	79
Tabela 7: Pessoal ocupado em setores em proporção ao total do pessoal ocupado por intensidade tecnológica no Brasil (2008 – 2011 – 2014 – 2017)	80
Tabela 8: Modelo em Painel (Mínimos Quadrados Ordinários)	90
Tabela 9: Modelo em Painel (Efeitos Fixos)	91
Tabela 10: Modelo em Painel (Mínimos Quadrados Ponderados).....	93

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Comparativo entre a evolução da Produtividade do Trabalho, Valor da Transformação Industrial e do Pessoal Ocupado para Indústria de Transformação no Brasil - (2008-2017)	64
Gráfico 2: Produtividade Média do Trabalho por Intensidade Tecnológico (vti/po) no Brasil – com outlier - (2008- 2011 – 2014 - 2017)	68
Gráfico 3: Produtividade Média do Trabalho por Intensidade Tecnológico (vti/po) no Brasil – sem outlier - (2008- 2011 – 2014 - 2017).....	70
Gráfico 4: Valor dos dispêndios com atividades inovativas (mil reais) por trabalhador no Brasil agregado por intensidade tecnológica- (OCDE) – (2008- 2011 – 2014 - 2017).....	72
Gráfico 5: Aquisição de máquinas e equipamentos (mil reais) no Brasil por classificação de intensidade tecnológica (OCDE) – (2008 – 2011 – 2014 – 2017)	75
Gráfico 6: Valor dos dispêndios com atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (mil reais) no Brasil por classificação de intensidade tecnológica (OCDE) – (2008 – 2011 – 2014 – 2017).....	77
Gráfico 7: Valor dos dispêndios com atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) por trabalhador e Máquinas e Equipamentos (MeQ) - (mil reais) por trabalhador no Brasil por classificação de intensidade tecnológica (OCDE) – (2008 – 2011 – 2014 – 2017)	78
Gráfico 8: Receita Líquida de Vendas pelo Número de empresas por intensidade tecnológica no Brasil (2008 – 2011 – 2014 – 2017)	80
Gráfico 9: Pessoal ocupado em setores em proporção ao total do pessoal ocupado por intensidade tecnológica no Brasil (2008 – 2011 – 2014 – 2017)	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Variáveis utilizadas no modelo econométrico (2008-2017)	85
Quadro 2: Resumo dos resultados.....	96

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
1. ESFORÇO INOVATIVO E PRODUTIVIDADE	17
1.1. Introdução.....	17
1.2 Inovação e produtividade	22
1.2.1. A inovação a partir da visão Shumpeteriana.....	22
1.2.2. A medida desconhecida: O aumento da renda per capita não depende apenas do aumento unitário de Capital e Trabalho, mas também do progresso tecnológico.....	27
1.2.3. Processo inovativo a partir da visão neoschumpeteriana	29
1.2.4 Padrões setoriais.....	35
1.3. Estudo empíricos	41
1.4. Considerações parciais	52
2. FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA E APRESENTAÇÃO DOS DADOS	53
2.1. Introdução	53
2.2. Inovação e Produtividade: Formas de mensuração	53
2.2.1 Inovação	53
2.2.2 Medidas de Produtividade.....	56
2.3. Apresentação da base de dados e variáveis.....	59
2.3.1. Pesquisa Industrial Anual – Empresa (PIA-EMPRESA).....	59
2.3.2. Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC)	61
2.4 Análise descritiva para a base de dados	63
2.5. Conclusões Parciais.....	82
3. ESFORÇO INOVATIVO E PRODUTIVIDADE DO TRABALHO: Uma análise do caso brasileiro a partir de um modelo de dados em painel.....	84
3.1. Introdução	84
3.2. Descrição das variáveis	84
3.3. Modelo de Dados em Painel	86
3.4. Abordagem Metodológica: Modelo de Regressão com Dados em Painel	90
3.5. Modelo e resultados.....	92
3.6. Considerações Parciais	96
CONCLUSÕES	98
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	102
ANEXOS	107

INTRODUÇÃO

A relação entre esforço inovativo e produtividade é amplamente debatida na literatura (e.g. Hirsh Zvi Griliches, Wakelin (2001), Lööf et al. (2001), Huergo e Jaumandreu (2003), Mairesse e Mohnen (2005), Parisi et al. (2005), Ortega-Argilés e Vivarelli (2010)). Embora a importância da inovação tenha origem no pensamento de Schumpeter (1911;1942), cada vez mais outros autores perceberam a importância dessa variável para os ganhos de produtividade, como os autores da corrente neoschumpeteriana.

Ao passo que Schumpeter (1911;1942) coloca a inovação como o motor do desenvolvimento econômico, os autores neoschumpeterianos (e.g. Nelson e Winter (1982), Dosi (1982, 1988, 2006) e Perez (1985), trazem luz ao processo inovativo. Para esses, a inovação acontece dentro da empresa e é fruto de um processo contínuo de aprendizados e incertezas. Os inovadores não conseguem garantir que o processo de busca tecnológica produzirá os resultados esperados, mas sabem que ao seguir determinadas regras de comportamento ou heurísticas já consolidadas, é possível produzir algo novo.

Nesse contexto, Cavalcante, Jacinto e De Negri (2015) destacam que o esforço inovativo é uma variável que está sob o controle dos inovadores. Um dirigente de uma empresa ou governo pode definir, por exemplo, o quanto da receita líquida ou do produto interno será empregado em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D). Portanto, verificar a relação entre esforço inovativo e produtividade é um caminho para compreender o papel da inovação para o desenvolvimento dos setores industriais.

No geral, há um consenso na literatura que o esforço inovativo pode gerar inovação, e a inovação gera ganho de produtividade. Entretanto, Créspon, Duguet e Mairesse (1998) argumentam que se deve medir, num primeiro momento, a relação entre esforço inovativo e inovação, para então, medir o quanto da inovação foi relevante para a produtividade (conhecido como modelo CDM). Cavalcante, Jacinto e De Negri (2015), analisam uma série de trabalhos que buscam captar os efeitos do esforço inovativo sobre a produtividade e concluem que todos os modelos investigados apresentam resultados semelhantes, seja os modelos do tipo CDM ou outros que se propõem a realizar esta análise de forma direta. Para a maioria, a relação esforço inovativo e produtividade é positiva. Isso acontece para diferentes países, setores e subsetores.

Embora haja uma ampla literatura sobre o tema no que se refere a relação entre esforço inovativo e produtividade do trabalho, quando se trata de países em desenvolvimento,

sobretudo no caso da indústria de transformação brasileira, há poucos trabalhos desenvolvidos. Soma-se a isso, o fato de que a publicação da PINTEC de 2017, restringe ainda mais essa amostra literária.

Nesse sentido, o desenvolvimento de novos trabalhos que contribuam com essa análise mais específica, de modo setorial e direcionada a países em desenvolvimento, é de suma importância, sobretudo, quando feita a partir de dados atualizados permitindo uma continuidade dos estudos já desenvolvidos anteriormente.

Com base nesta evidência, a análise empírica proposta nesta dissertação é realizada utilizando um modelo de dados em painel que capta o efeito do esforço inovativo diretamente sobre a produtividade do trabalho.

Para a indústria de transformação brasileira no período de 2008 a 2012, os dados mostram que os gastos com atividades inovativas declinaram ao longo do período. Quando considerado a agregação por grupos de intensidade tecnológica (conforme classificação da OCDE) os gastos em atividades inovativas entre 2014 e 2017 declinaram para os setores de baixa, média-baixa, média alta e alta.

No mesmo sentido, os dados de produtividade do trabalho apresentaram um baixo desempenho ao longo deste período, registrando crescimento médio próximo de zero. Destaca-se o fato de que um aumento ou queda no gasto em atividade inovativa não é traduzido em ganho ou perda de produtividade instantaneamente. Dessa forma, a queda do esforço inovativo que vem ocorrendo no último triênio de publicação da PINTEC, pode ser fator preponderante para a perda de competitividade da indústria de transformação atual.

Nesse contexto, o problema de pesquisa dessa dissertação é “há correlação entre esforço inovativo e produtividade do Trabalho na indústria de transformação brasileira?”. Tendo como hipótese principal a teoria de que existe uma correlação significativa e positiva entre esforço inovativo e produtividade do trabalho.

Assim, o objetivo geral desse trabalho é analisar o esforço inovativo da indústria de transformação no Brasil e impactos na produtividade do trabalho entre 2008-2017. Como objetivos específicos, destaca-se: primeiro, fazer uma revisão bibliográfica que apresenta a relação entre esforço inovativo e produtividade; segundo, verificar a partir da base de dados estudada o comportamento do esforço inovativo e da produtividade do trabalho ao longo do período de 2008 a 2017; terceiro, verificar se há correlação positiva e significativa entre o esforço inovativo e a produtividade do trabalho na indústria de transformação do Brasil no período de 2008-2017.

Quanto aos aspectos metodológicos, essa pesquisa é de caráter bibliográfica, descritiva e explicativa de natureza qualitativa e quantitativa. Buscou-se utilizar os dados da Pesquisa Industrial Anual – Empresa (PIA-EMPRESA), da Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) e do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), que são as bases mais utilizadas para objetivo proposto.

Para alcançar o objetivo geral desta pesquisa foi estimado, um modelo econométrico para dados em Painel através do método de Mínimos Quadrados Ponderados. O modelo foi construído a partir de 96 observações, sendo 24 unidades de corte transversal observadas durante 4 anos. Onde os cortes transversais representam os subsetores da indústria de transformação do Brasil e o período são os últimos anos de publicação da PINTEC (mais precisamente, 2008, 2011, 2014 e 2017).

Dessa forma, esse trabalho está dividido em três capítulos, a saber, o primeiro trata de uma revisão bibliográfica que busca apresentar a relação entre o esforço inovativo e a produtividade agregando elementos que explicam possíveis diferenças setoriais; o segundo trata de uma análise descritiva que busca investigar o comportamento dos gastos inovativos e da produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira, organizado conforme a classificação por intensidade tecnológica da OCDE; o terceiro e último, trata-se de um modelo econométrico de dados em painel (Mínimos Quadrados Ponderados) para 23 setores entre 2008-2017.

No primeiro capítulo, os resultados da pesquisa bibliográfica indicaram que a inovação é variável fundamental para impulsionar os ganhos de produtividade para diferentes países e setores ao redor do mundo. Griliches e Mairesse (1984), para economia norte americana, Hirsh Zvi Griliches, Wakelin (2001) encontram resultados parecidos para o Reino Unido, Lööf et al. (2001) analisam os países da OCDE, Mairesse e Mohnen (2005) para França, De Negri e Salerno (2005), Arbache (2005), Goedhuys (2007) e outros para o Brasil.

O segundo capítulo apresenta resultados que corroboram com a literatura discutida no capítulo indicando que os setores que mais gastam em atividades inovativas são também os setores mais produtivos. Além desse resultado, o segundo capítulo indicou uma queda nos gastos em Máquinas e Equipamentos e um aumento dos gastos em Pesquisa e Desenvolvimento Interno na indústria de transformação do Brasil no último triênio analisado (2014-2017). Quando considerado o total de gastos com atividades inovativas, também há uma queda no último triênio.

O terceiro capítulo, mostrou que a atividade inovativa (expressas no modelo como gasto em pesquisa e desenvolvimento interno por pessoal ocupado e gasto em Máquinas e

Equipamentos por pessoal ocupado) é importante para impulsionar a produtividade do trabalho na indústria de transformação do Brasil. Máquinas e Equipamentos apresentou um coeficiente maior, portanto, um impacto maior sob a produtividade que a Pesquisa e Desenvolvimento Interno. Além dessas variáveis, o modelo considerou a Receita Líquida por Empresa como um indicador de barreiras a entrada e a Pessoal Ocupada em uma tentativa de modelar os fatores importantes para a produtividade do trabalho no Brasil.

A variável Receita Líquida sobre número de empresas apresentou um coeficiente positivo, indicando que barreira a entrada é um fator preponderante para impulsionar de modo positivo a produtividade do trabalho. De modo contrário, o Pessoal Ocupado apresentou um coeficiente negativo indicando que o incremento da mão-de-obra, tudo ou mais constante, impacta negativamente a produtividade do trabalho. Todas as variáveis apresentaram significância estatística a 1%. O modelo apresentou heteroscedasticidade que foi corrigida com aplicação do método de MQP, e por fim, as variáveis utilizadas não apresentaram multicolinearidade.

1. ESFORÇO INOVATIVO E PRODUTIVIDADE

1.1. Introdução

As discussões sobre o crescimento econômico e ganhos de produtividade são de longa data em Economia, apontadas desde os clássicos da literatura, como, Adam Smith, David Ricardo e Karl Marx. Todavia, é a partir das obras de Schumpeter, das quais, neste trabalho, destacam-se duas: “Teoria do Desenvolvimento Econômico” e “Capitalismo, socialismo e democracia”, publicadas em 1911 e 1942, respectivamente, que a inovação assume o papel de protagonista nesse debate.

As proposições de Schumpeter (1997)¹, expõem a insuficiência da teoria proposta pela escola clássica onde a economia é regida através do fluxo circular, isto é, baseada em pressupostos de equilíbrio geral e de previsibilidade de eventos futuros, dado seu estado estacionário. Neste sentido, Schumpeter (1997) propõe um modelo dinâmico capaz de explicar o processo pelo qual uma economia alcança o dito desenvolvimento econômico.

Segundo Schumpeter (1997), na teoria do fluxo circular admite-se a possibilidade de crescimento econômico, que pode acontecer com um mero crescimento populacional ou com a riqueza de uma nação seguindo um padrão continuado de acumulação, mas apenas com o advento da inovação é possível alcançar rupturas significativas capazes de gerar desenvolvimento econômico.

[...] crescimento da economia, demonstrado pelo crescimento da população e da riqueza. Por isso não suscita nenhum fenômeno qualitativamente novo, mas apenas processos de adaptação da mesma espécie que as mudanças nos dados naturais... O desenvolvimento, no sentido em que o tomamos, é um fenômeno distinto, inteiramente estranho ao que pode ser observado no fluxo circular ou na tendência para o equilíbrio. É uma mudança espontânea e descontínua nos canais do fluxo, perturbação do equilíbrio, que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio previamente existente. Nossa teoria do desenvolvimento não é nada mais que um modo de tratar esse fenômeno e os processos a ele inerentes. (SCHUMPETER, 1997, p. 74-75).

¹ Trata-se de uma tradução do livro “Teoria do Desenvolvimento Econômico” em português pela Editora Nova Cultura Ltda na edição “Os Economistas”, publicada em 1997. A versão traduzida foi feita a partir do texto em língua inglesa “*The Theory of Economic Development*”, traduzido por Redvers Opie, com autorização especial de *The President and Fellows of Harvard College*, Cambridge, USA.

Conforme Schumpeter (1942), toda dinâmica movida pela inovação que resulta no desenvolvimento econômico, acontece a partir dos ciclos incessantes de booms e resseções, definidos como “destruição criadora”. O autor explica que a inovação gera a destruição dos processos e produtos já existentes impulsionando uma readequação da economia. Essa primeira etapa (*boom*) conta com a mudança das plantas de produção das empresas e aumento da demanda por mão de obra. No segundo momento (depressão), quando a capacidade de produzir a inovação já é difundida pelo sistema, há uma reversão da primeira etapa, até que outra inovação recomece um novo ciclo.

A importância da inovação e o pressuposto de que ela é o motor do desenvolvimento econômico se propagou depois das obras de Schumpeter. Alguns autores neoclássicos no decorrer da década de 1950 ao estudar o crescimento econômico, percebem que os ganhos do produto per capita de uma economia não dependem apenas do crescimento dos fatores trabalho e capital.

Dentre esses estudos, os mais citados na literatura são os trabalhos de Abramovitz (1956) e Solow (1956, 1957). Segundo esses autores havia uma “medida desconhecida” obtida através do resíduo da equação que explicava grande parte dos ganhos per capita. Em Solow (1957) essa “medida desconhecida” ganha o nome de progresso técnico e é apontada como o motor do crescimento econômico.

O direcionamento desses estudos para explicar qual a parcela de cooperação de cada fator de produção para o crescimento econômico de modo empírico, foram relevantes para o avanço do entendimento acerca da relação entre esforço inovativo e produtividade. É nesses autores onde as primeiras correlações entre essas variáveis são apontadas em um modelo estatístico.

A equação proposta por Solow (1957), onde o progresso técnico (resíduo da equação) pode ser considerado como uma medida de produtividade, resulta em uma das metodologias mais usadas para o cálculo da produtividade na literatura econômica atual: a Produtividade Total dos Fatores, doravante, PTF. Todavia, Sampaio, Porcile e Curado (2005) salientam três pontos importantes:

1. A PTF é uma medida válida de progresso técnico apenas quando ele é exógeno, neutro no sentido de Hicks e desincorporado (ou seja, não está embutido nas vintage de bens de capital), o que nunca, ou muito raramente, ocorre na realidade
2. Ela não permite incluir a remuneração do esforço de pesquisa; e
3. Ela exige o uso de medidas agregadas do estoque capital, o que gera problemas de agregação e definição de unidades, como documentado no quase esquecido, mas ainda insepulto,

debate de Cambridge sobre o capital. (SAMPAIO, PORCILE E CURADO, 2005, p. 92).

Segundo Nelson e Winter (1982) a teoria neoclássica também apresenta pontos fortes no tocante aos estudos sobre o crescimento econômico. Suas limitações se dão quando seus autores tentam explicar o progresso técnico no nível da firma, a partir das concepções basilares de maximização do lucro e racionalidade plena. Nessa fragilidade, os neoschumpeterianos enxergam a necessidade de desenvolver uma teoria cujas bases não se apliquem. Um modelo com maior capacidade de explicar a dinâmica real da economia.

Os pontos fortes da abordagem neoclássica da economia crescimento são consideráveis. A teoria neoclássica forneceu uma maneira de pensar sobre os fatores por trás do crescimento econômico de longo prazo em setores individuais e na economia como um todo. A estrutura teórica chamou a atenção para as mudanças históricas nas proporções dos fatores e focou a análise nessa relação entre essas mudanças e os preços dos fatores. Esses insights importantes, a linguagem e formalismo associado a eles tem servido efetivamente para orientar e para dar coerência à pesquisa que tem sido feita por muitos economistas espalhados pelo globo. A fraqueza da estrutura teórica é que ela fornece um veículo totalmente inadequado para a análise das mudanças técnicas. Em particular, a formulação ortodoxa não oferece possibilidade de conciliar análises de crescimento realizadas em o nível da economia ou do setor com o que se sabe sobre os processos de mudança técnica no nível microeconômico. (NELSON E WINTER, 1982, p. 206).

Nelson e Winter (1982), Dosi (1982, 1988, 2006) e Perez (1985), foram os principais autores da escola neoschumpeteriana. Seus *insights* modelaram uma teoria complexa que trouxe clareza a todo processo inovativo no nível da firma.

Para esses autores, o desenvolvimento de uma inovação busca resolver um problema específico da economia. Esse problema, relaciona-se com o comportamento social, com o desenvolvimento da ciência e com a viabilidade econômica de produção e venda. A escolha de “qual problema a inovação resolverá” não é algo aleatório, mas determinado por um padrão que define: método de fabricação, materiais utilizados, design, e as vezes até a finalidade do produto ou processo (e.g. Dosi (1988) apresenta o carro como um padrão com finalidade específica: transporte de cargas e ou pessoas).

Em Dosi (1988), esse padrão imposto ao processo inovativo é definido como paradigma tecnológico. Paralelo feito com paradigma científico, desenvolvido por Kuhn

(1963). O Paradigma tecnológico pode ser entendido como um agrupamento de métodos e conhecimento específico acumulado direcionados a resolução de determinados *trade-offs* econômicos e tecnológicos.

Para esse mesmo autor, conforme os avanços tecnológicos vão resolvendo os *trade-offs* impostos pelo paradigma a que correspondem, diferentes trajetórias tecnológicas surgem. As trajetórias são fruto da construção de uma base de conhecimento anterior somado ao desenvolvimento da ciência e as necessidades atuais, mas limitadas aos padrões gerais do paradigma. Trata-se de um aprimoramento da tecnologia já desenvolvida, ao passo que diferentes trajetórias convivem com diferentes níveis tecnológicos. O nível tecnológico mais elevado de uma trajetória, constitui-se como a fronteira tecnológica.

Cada trajetória, assim como cada setor/ firma (dentro de uma trajetória) possui diferentes níveis de cumulatividade e apropriabilidade que possibilitam maiores ou menores oportunidades tecnológicas, e consequente ganho. Ao longo do processo seletivo de sobrevivência das firmas, à lá Nelson e Winter (1982), sobrevivem aquelas que possuem uma maior capacidade de acumular o conhecimento, salvaguardá-lo e transformá-lo em uma nova tecnologia no futuro. Em outras palavras, a capacidade de gerar inovação a partir de um esforço inovativo de uma firma, depende tanto da sua capacidade de cumulatividade e apropriabilidade, quanto da capacidade do setor que ela faz parte.

Pavitt (1984) estudou os padrões setoriais de inovação mostrando que alguns setores investem mais em esforço inovativo que outros. Isso acontece, porque possuem uma maior capacidade de transformá-los em inovação. A taxonomia desenvolvida por Pavitt indica que os setores baseados em ciência, são os que apresentam maiores oportunidades tecnológicas, consequentemente os que mais investem em P&D e por fim, os que mais inovam. Em linhas gerais, setores mais intensivos em tecnologia apresentam uma capacidade mais elevada em transformar esforço inovativo em inovação.

Esse argumento abre espaço para um outro questionamento a respeito da produtividade setorial. Se a capacidade de absorver o esforço inovativo e transformá-lo em inovação é setor específico, então, pode ser que a capacidade de transformar inovação em produtividade também o seja. Em certo ponto, setores com menor capacidade de transformar esforço inovativo em inovação, também devem ser os setores com menor possibilidade de alcançar ganhos de produtividade.

Nesse sentido, esse trabalho propõe um paralelo com algumas das obras de Baumol (1967, 1985, 2012). Esse autor, argumenta que a mercadoria produzida por alguns setores demanda um detalhamento ou especificidade da mão de obra muito elevada. Ou seja, algumas

mercadorias são altamente artesanais, e isso, impede que haja uma escalabilidade da produção reduzindo a capacidade de gerar ganhos de escala e conseqüentemente ganho de produtividade.

Segundo esse mesmo autor, existem os setores progressivos ou escaláveis e os não progressivos. O primeiro, são aqueles que permitem ganhos de escala: que não demandam elevada quantidade de trabalho específico, ou que não apresentam uma parcela muito artesanal na produção da sua mercadoria, por exemplo as manufaturas. O segundo, no geral, são setores com menor capacidade de gerar ganhos de produtividade, dentre eles, alguns setores de serviço (saúde, militar etc.).

O que Baumol (1967) aponta, é que os setores cujo trabalho é uma atividade fim (serviços), possuem uma capacidade de absorção da inovação reduzida e conseqüentemente uma baixa produtividade. Em contraste, os setores cujo trabalho é uma atividade meio (manufatura), no geral, permitem uma melhor absorção da inovação e, portanto, maiores ganhos de produtividade.

Baumol (2012), desagrega o setor de serviços em sofisticado (complexos) e não sofisticado (não complexos). A primeira categoria, trata dos serviços que não permitem a introjeção de uma determinada inovação; a segunda, trata-se de uma categoria que apresenta ganhos de escala e alta produtividade por conseguir absorver uma inovação.

Em suma, o que Baumol apresenta é que setores intensivos em tecnologia permitem um ganho de produtividade mais elevado que aqueles mais intensivos em trabalho.

A luz dessas fundamentações teóricas buscou-se na literatura, um dossiê de trabalhos empíricos que averiguassem a relação entre esforço inovativo e produtividade. Nas últimas décadas, esse tema tem sido amplamente estudado dentro da literatura econômica (Wakelin (2001), Löf et al. (2001), Hall (2011), Huergo e Jaumandreu (2003), Mairesse e Mohnen (2005), Parisi et al. (2005), Chudnovsky et al. (2005), Conte e Vivarelli (2005) e etc.) aprimorando os métodos e resultados, bem como ampliando os estudos de casos e a validação das afirmações teóricas. Alguns desses estudos serão discutidos no final deste capítulo contribuindo para robustez argumentativa deste trabalho.

Dessa forma, pretende-se apresentar a seguir a relação entre esforço inovativo e produtividade do ponto de vista teórico e metodológico. Para tal, este capítulo será dividido em quatro seções além dessa; a segunda seção constrói o nexos relacional entre esforço inovativo e produtividade. Discute-se como a inovação passou a ser o “motor do desenvolvimento econômico”, posteriormente como os estudos empíricos da escola clássica cooperaram para esse tema, em seguida entende-se o processo inovativo, e por fim, faz-se um paralelo entre

padrão setorial de inovação e padrão setorial de produtividade; a terceira seção, apresenta um dossiê de estudos empíricos que discutem o tema, a partir de diferentes metodologias e base de dados; a quarta e última seção, trata das considerações parciais.

1.2 Inovação e produtividade

1.2.1. A inovação a partir da visão Shumpeteriana

Antes de desenvolver sua teoria, Schumpeter (1997 [1969], p. 28) expõe alguns pontos que fragilizam a teoria clássica, aceita até então para explicar o desenvolvimento econômico. O autor admite que na economia do fluxo-circular, pode ocorrer mudanças correspondentes a fatores externos ao sistema. A dinâmica gerada por essas mudanças implica em pequenas modificações, que no limite não são capazes de gerar desenvolvimento. O sistema se ajusta a essas variações sem rupturas expressivas não sendo capaz por si só de gerar impulsos que promovam mudanças estruturais e descontinuadas.

Os dados podem mudar e todos agirão de acordo com essa mudança, logo que for percebida. Mas todos se apegarão o mais firmemente possível aos métodos econômicos habituais e somente se submeterão à pressão das circunstâncias se for necessário. Assim, o sistema econômico não se modificará arbitrariamente por iniciativa própria, mas estará sempre vinculado ao estado precedente dos negócios. (SCHUMPETER, 1997, p. 28).

Para Schumpeter (1997), os modelos baseado numa economia estacionária são inválidos para uma análise real. Para um maior detalhamento desse debate sobre os modelos estacionários indica-se: cf. [Schumpeter, 1997, capítulo I e II; Szmrecsányi, 2006, p. 104; Oliveira, 2014, 106; Costa, 2016, 289].

Tendo sido considerado o modelo estático, Schumpeter (1997) dedica-se à criação de uma teoria do desenvolvimento econômico dinâmica e voltada para uma perspectiva endógena, a fim de responder os questionamentos: i) quanto ao caráter simplificado e inadequado à realidade desse fluxo circular, ii) quanto a diminuição da importância dos fatores endógenos para todo o sistema, iii) quanto a falta de dinamismo apresentada pelos modelos, que apenas se ajustam à fatores externos. É a partir da TDE (Teoria do Desenvolvimento Econômico) que a inovação se torna endógena e elemento indutor do desenvolvimento econômico.

Na visão de Schumpeter (1997), as mudanças que provocam desequilíbrio no fluxo circular são resultado do surgimento de novas mercadorias e de novas formas de produzir, usar ou comercializar mercadorias já existentes. Essas mudanças, só são possíveis através da criação de uma nova combinação dos meios de produção disponíveis².

As novas combinações, Schumpeter (1997) chamou de inovação, em outras palavras, as inovações são responsáveis pela ruptura do estado de equilíbrio da economia dirigida pelo fluxo circular.

Schumpeter (1997) apresenta pelo menos cinco tipos de inovações, quais sejam: (i) a introdução de uma nova mercadoria ou de uma nova qualidade da mercadoria (ii) a introdução de um novo método de produção e/ou distribuição, que não necessariamente está atrelado a uma descoberta científica; (iii) a abertura e/ou exploração de um novo mercado nunca antes disponível; (iv) a conquista de uma nova fonte de matéria-prima e insumos produtivos (no geral), independentemente dessa fonte já existir ou não; e o (v) estabelecimento de uma nova dinâmica econômica onde há a perda ou o ganho de uma posição de monopólio, no geral, por tempo determinado.

As inovações são pensadas e executadas pela figura do empresário³, que para Schumpeter (1997) não se trata de uma classe social ou profissão, mas, de uma condição temporária do indivíduo inovador. O empresário nada mais é que o agente capaz de enxergar novas formas de inovar, porém só o é, durante o período que estiver inovando.

Schumpeter (1997) salienta que para executar a atividade inovativa o empresário demanda poder de compra, que deve ser financiado via crédito (*ex-ante*). Em contraste com a teoria econômica convencional. O poder de compra, por sua vez, é criado pelo banqueiro capitalista com a finalidade específica de atender a demanda do empresário, sem que seja necessária uma poupança prévia.

Schumpeter (1997) mostra que a liquidação do crédito (*ex-post*) ocorre com o lucro oriundo da atividade inovativa, que se constitui como uma recompensa paga pela sociedade aos empresários, por tornar disponível um novo bem ou serviço. Tecnicamente, Oliveira (2014) define o lucro:

² É válido lembrar que essas mudanças são modos totalmente novos, e não atualizações de modos já disponíveis.

³ Para Schumpeter o empresário não era motivado de acordo com os princípios do “homem econômico”, medindo de acordo com sua racionalidade o grau de utilidade das suas ações na tentativa de definir até que ponto seria vantajoso inovar, nem também respaldada em princípios hedonistas. Antes, a motivação do empresário estava baseada na felicidade da criação, de gerar novas coisas, de exercitar coloca em prática sua capacidade criativa, engenhosidade e energia (OLIVEIRA, 2014, p. 111).

[...] se trata de um excedente sobre os custos de produção ou da diferença entre as receitas e despesas no negócio⁴; [...] se, no fluxo circular, considera que as receitas são suficientes para cobrir as despesas, não existindo excedente e, portanto lucro, no caso de uma economia onde há desenvolvimento, como as condições são mais vantajosas que as antigas, o lucro aparece na forma de excedente. (OLIVEIRA, 2014, p.113).

Segundo Oliveira (2014) quando o empresário obtém o financiamento para que seja possível inovar, se suas expectativas forem alcançadas, a inovação poderá gerar ganhos de produtividade que possivelmente levarão a uma diminuição dos custos unitários, garantindo um excedente sobre os custos. Quer seja uma inovação de processo, ou de produto, o empresário estará à frente de seus concorrentes, que, terão de reinventar-se até modelar-se a inovação. Enquanto a inovação não é difundida pelo sistema, o empresário garante o excedente (lucro empresarial).

Schumpeter (1997) demonstra que o juro é definido como uma parte do lucro empresarial, logo, não deve ser interpretado como um prêmio pois trata-se de uma espécie de imposto que incide sobre os ganhos empresariais.

Conforme Schumpeter (1942), o crédito, juros, lucro, empresário etc. fazem parte do processo do desenvolvimento econômico⁵, que se traduz em tempos de *boom* e depressão. Em outras palavras: a inserção da inovação na economia financiada pelo crédito, gera ao empresário lucros extraordinários, que por sua vez atraem imitadores. Na tentativa de copiar a inovação, se manifesta a necessidade de modificar a planta de produção, contratar mão-de-obra, e comprar matéria-prima, levando a um aumento do investimento e conseqüentemente ao *boom* na economia. É possível, que esse efeito, afete tanto o setor de onde provém a inovação, quanto outros periféricos e interligados.

No segundo momento, ou seja, na depressão, Schumpeter (1942) explica que o mercado já está adaptado a inovação e a concorrência já consegue desenvolver a nova mercadoria e/ou processo de produção, o que leva a um aumento da oferta, conseqüente queda nos preços e declínio dos lucros extraordinários.

⁴ Como custos, o autor considera pelo menos cinco itens, a saber: (i) despesas diretas e indiretas da produção, (ii) o salário para o trabalho do empresário, (iii) a renda da terra, caso esta concorra para o processo produtivo, (iv) um prêmio de risco e (v) o custo do investimento, ou o juro (OLIVEIRA, 2014, p.113).

⁵ Quando estas (combinações bem-sucedidas) ocorrem de modo gradual, é possível que haja crescimento econômico, entretanto, quando acontecem de modo descontinuado há a presença do desenvolvimento econômico (COSTA, 2006, p. 8).

A mudança provocada pela inovação no mercado, torna os processos e produtos antigos, obsoletos, causando o sucateamento das instalações de produção e dos postos de trabalho. Esses efeitos, assim como os do período de *boom*, também podem transbordar para outros setores. Uma fase de recuperação deverá dá início a um novo ciclo que repetirá a mesma lógica.

[...] i) no início do processo, a elevação dos preços dos meios de produção aumenta os custos das empresas antigas, que começam a enfrentar prejuízos, mesmo contando com o amortecedor da quase-renda, que, no entanto, só é efetivo temporariamente; ii) somente no final do processo, depois da renda ser difundida em quase todos os circuitos, os novos bens chegam ao mercado com preços mais elevados para compensar os prejuízos das que estão sofrendo, desde o início, com o aumento dos custos, enquanto o boom está em curso; iii) o aparecimento dos novos bens, em maior quantidade, produz uma queda dos preços, reduzindo os ganhos e o ímpeto do processo; iv) estes efeitos dos novos empreendimentos, que estão à frente dos antigos, conduz também a uma deflação creditícia, porque os empresários começam a pagar suas dívidas, ocasionando redução do poder de compra que foi criado para o financiamento das inovações, exatamente quando surge o complemento de bens que poderia ser produzido, à maneira do fluxo circular. (OLIVEIRA, 2014 p. 119).

Conforme Oliveira (2014), a diminuição dos preços desestimula os investimentos e, conseqüentemente a produção, o que naturalmente, leva à queda do lucro empresarial e dos juros. Uma vez afetada a produção de um determinado setor, o emprego também o é, levando a um ciclo contínuo até que se gere um evento em cadeia onde a queda da produção e diminuição do volume de emprego de um setor afeta outros setores conduzindo a economia a depressão em busca de uma nova posição de estabilidade.

Assim, Schumpeter (1942) deixa claro que o processo de desenvolvimento econômico se dá através da destruição criadora, isso é, a geração de uma inovação no sistema causa a movimentação de uma engrenagem que impulsiona a mudança da estrutura econômica vigente (os esforços das outras empresas modificando-se para adaptar-se à inovação), uma vez alterada essa estrutura, empresas que outrora operavam determinados modos e mercadorias são destruídas ou perdem espaço no mercado para as novas empresas inovadoras. Sendo assim, o sistema capitalista mostra-se dinâmico por natureza, e não poderá nunca ser estacionário.

Schumpeter (1942) elucida que a concorrência se dá na disputa pela primazia do desenvolvimento da inovação ou pela adaptação mais rápida a inovação desenvolvida com intuito de garantir a sobrevivência por mais tempo no mercado. As empresas que não inovam ou não se adaptam, não conseguem sobreviver e naturalmente são substituídas por outras.

Para Schumpeter (1942) se o empresário, nesse contexto, consegue postergar a difusão da inovação aos concorrentes, pode reter por mais tempo os lucros extraordinários⁶, podendo alcançar uma condição de monopólio temporária. Nessa condição, o lucro extraordinário constitui-se uma renda de monopólio. Caso o empresário consiga inibir por completo a possibilidade de imitação, constitui-se uma renda típica de monopólio. Nesse último caso, com propriedade permanente.

Conforme Szmrecsányi (2006), na fase do capitalismo trustificado, onde existem grandes empresas oligopolistas, a inovação deixa de ser dependente da formação de novas empresas ou de agentes individuais, e passa a acontecer dentro das grandes empresas.

Nesse novo contexto, o progresso técnico tende a ser incorporado pelas empresas já estabelecidas, com as inovações tornando-se independentes de lideranças pessoais e também da prévia obtenção de crédito, na medida em que se tornam financiáveis pela acumulação interna de reservas próprias das empresas, ou, se necessário, por um acesso direto das mesmas ao mercado de capitais através da bolsa de valores. (SZMRECSÁNYI, 2006, p. 118)

Sendo assim, Schumpeter (1997, 1942) defende que a concentração pode ser um mal necessário, uma vez que, a capacidade de inovar possui correlação positiva com o tamanho da empresa. Uma empresa com mais recursos pode financiar um esforço inovativo maior para o progresso técnico. Seja através da contratação de um corpo técnico científico, do desenvolvimento de um laboratório sofisticado ou de outras formas. As empresas pequenas acabam ficando à mercê da sua capacidade de copiar as líderes.

Em síntese, tanto na fase do capitalismo concorrencial quanto na fase do capitalismo trustificado a inovação impulsiona todo ciclo de desenvolvimento através do processo da destruição criativa sendo o motor do desenvolvimento econômico, mesmo que o agente inovador mude da figura do empresário para as grandes corporações com capacidade de financiar suas inovações, quer via crédito com banqueiros capitalistas, quer de modo autônomo a partir da acumulação de recursos.

⁶ Conforme supracitado, a difusão da inovação no mercado (no sentido de que o mercado já esteja adaptado a inovação) leva ao aumento da oferta, queda dos preços e consequente queda dos lucros extraordinários.

Após Schumpeter apontar a inovação como o motor do desenvolvimento econômico, uma série de outros passaram a estudar a importância da inovação. Duas escolas são as mais citadas na literatura, os neoclássicos e os neoschumpeterianos. Algumas das contribuições e fragilidades da primeira escola que são importantes para a construção do argumento proposto nesse trabalho serão tratadas a seguir.

1.2.2. A medida desconhecida: O aumento da renda per capita não depende apenas do aumento unitário de Capital e Trabalho, mas também do progresso tecnológico

Entre os principais autores da escola clássica que se dedicaram a explicar os fatores que levavam ao crescimento econômico, Solow e Abramovitz, aparecem como os percussores de uma discussão mais empírica, no sentido de propor um modelo ou uma função estatística que explicasse esse questionamento.

Abramovitz (1956) preocupou-se em responder três problemas; (i) qual o crescimento líquido da produção agregada per capita nos Estados Unidos no período de 1869 a 1953 e qual percentual de cada fator de produção para esse crescimento, (ii) há evidência de desaceleração ou aceleração do crescimento da produção per capita e (iii) As taxas de crescimento do produto apresentam flutuações que vão além das de curto prazo do ciclo de negócios.

Em seu primeiro questionamento, o autor busca responder qual a parcela cooperativa de cada fator de produção nos ganhos de produtividade da economia norte americana. Abramovitz (1956) estimou uma função de produção, onde considerou: a variação do capital, capital per capita, mão-de-obra, produto nacional e produto nacional líquido per capita (à preços de 1929), em relação ao crescimento líquido da produção per capita.

Segundo Abramovitz (1956) embora o aumento do fator trabalho e do capital per capita sejam importantes para os ganhos de produtividade, não são a principal fonte do aumento do produto líquido per capita. Pelo contrário, partindo da função desenvolvida foi possível constatar que o resíduo explicava grande parte do ganho de produtividade, isso indica que, havia uma medida desconhecida capaz de causar um efeito “melhorador” da capacidade de produção. A partir de então, essa parcela não explicada da função de produção ganha destaque nos estudos sobre o crescimento econômico, direcionando-os a explicar o que de fato, seria o resíduo.

Solow (1957) também contribuiu para explicar o resíduo quando analisou qual a parcela cooperativa de cada fator de produção para o crescimento do produto per capita americano. Segundo o autor, tal crescimento, deve-se ao aumento dos fatores capital e trabalho, mas

também pelo efeito do progresso tecnológico neutro, atualmente conhecido como “o resíduo de Solow”.

Esse mesmo autor, usou uma função de produção expressa na forma Cobb-Douglas (para maiores detalhes ver Jones, 2000, p 17-43) com retornos constantes de escala e insumos com retornos marginais decrescentes para demonstrar sua proposição. Oreiro (1999) descreve a estrutura básica do modelo de Solow na função (1), considerando que uma determinada economia produz um único bem Y , onde, K representa o capital, L o trabalho e A é um parâmetro que pode ser considerado como um “coeficiente melhorador” do desempenho do trabalho:

$$Y = K_t^a (A_t L_t)^b. \quad (1)$$

Segundo Oreiro (1999) o fato do coeficiente está em relação ao tempo indica que ele não é estático. Assim, o autor propõe a equação (2) para representar a evolução desta variável, onde g é uma taxa que representa o aumento da eficiência do trabalho ao longo do tempo ou “a taxa de crescimento da produtividade” (OREIRO, 1999, p. 48):

$$\frac{\partial A}{\partial t} = A_0 \exp(gt). \quad (2)$$

Assim, no modelo proposto a quantidade produzida pode aumentar em decorrência de um aumento da eficiência do fator trabalho ao longo do tempo. Nesse caso, a inclusão da tecnologia no modelo, é apresentada como “neutra no sentido de Harrod”, ou como dito, “aumentadora de trabalho”. Outras variações da função (1) são possíveis para elaboração de um modelo, por exemplo, a forma “Solow neutra” (aumentadora de capital) ou ainda “Hicks-neutra” onde a tecnologia multiplica tanto K quanto L .

Mais do que um simples aumentador do produto per capita, o progresso tecnológico é apresentado por Solow (1956, 1957) como o motor do crescimento econômico. É através dele que uma economia obtém ganhos de produtividade capazes de gerar crescimento econômico sustentável. O resíduo descrito como “medida desconhecida” adquire em Solow a denominação de progresso tecnológico.

As contribuições dos modelos clássicos de crescimento, sobretudo de Solow (1956, 1957) são fundamentais para estruturação de um debate posterior a respeito da relação entre esforço inovativo e produtividade, todavia, seu modelo foi alvo de críticas como expõe os trabalhos de Oreiro (1999), Carvalho (2000), Jones (2000), por exemplo. Dentre as principais

críticas, duas são mais citadas e discutidas; A primeira, trata do fato da explicação do crescimento está atrelado ao resíduo da função. Isso pode levar a uma superestimação do verdadeiro potencial do progresso tecnológico, já que, além da tecnologia o resíduo representa uma série de outros fatores. Isso foi amplamente discutido pela corrente da “contabilidade do crescimento” – ver Denison (1962), Denison (1974), que direcionaram seus esforços para deixar cada vez mais claro o que de fato é o resíduo da função; a segunda, trata da hipótese de que a tecnologia é uma variável exógena (Hidachi, 2006) apresenta uma linha temporal teórica que discute os esforços dos principais autores da escola clássica para endogenizar a tecnologia no modelo de Solow).

Além disso, Nelson e Winter (1982) apontam como principal problema o fato de que mesmo os modelos neoclássicos aparecem quando os modelos tentam explicar o processo inovativo no nível micro, pois baseiam-se em princípios de maximização do lucro e racionalidade plena que não se aplicam a realidade da economia.

Nesse sentido, os neoshumpeterianos enxergam a necessidade de desenvolver uma teoria que não considerasse concordasse com esses pressupostos, explicando o processo inovativo no nível da firma, de modo aplicável a realidade. Essa teoria, será apresentada a seguir.

1.2.3. Processo inovativo a partir da visão neoschumpeteriana

1.2.3.1 Paradigma e Trajetória tecnológica: Os trilhos do processo inovativo

Segundo Nelson e Winter (1982) os pressupostos de racionalidade plena e maximização do lucro, são incompatíveis com a visão schumpeteriana de progresso técnico como elemento indutor do crescimento econômico.

Para esses autores, e de acordo com o que propôs Schumpeter (1997) a racionalidade plena só é possível no mundo regido pelo fluxo-circular onde a economia é estacionária, e por isso, o comportamento dos agentes é previsível, já que se tratar de uma rotina padrão. No mundo dinâmico e real, a complexidade das decisões, rotinas e escolhas, geram reações inéditas e imprevisíveis.

Esse entendimento fragiliza não só o conceito de racionalidade plena, mas também, de maximização do lucro. Sem previsão, não há como considerar que a firma age baseada na melhor decisão possíveis para a maximização do lucro. Toda firma que decide inovar, assume um risco. A constatação se foi ou não um erro só acontece *ex post*. Nelson e Winter

(1982, p.45), acrescentam que, pode existir uma “busca pelo lucro” ou uma “luta motivada pelo lucro”, mas não uma maximização do lucro.

Para esses autores a busca pela inovação é motivada pela necessidade de sobrevivência das firmas no sistema econômico. Assim, firmas que não conseguem inovar ou absorver a inovação em tempo hábil, tornam-se obsoletas ao longo do tempo e perdem relevância no mercado. Isso justificaria a “busca pelo lucro” baseada numa racionalidade limitada e completamente condicionada a uma série de heurísticas, que serão tratadas a seguir. O que se conclui disso, é que no mundo real o processo inovativo é mais complexo e dinâmico do que o proposto pela escola neoclássica.

Dosi (1982, 1988a, 1988b) em consonância com Nelson e Winter (1982), Metcalfe (1988), Pavitt (1984) e Freeman (1982, 1993), observa a inovação resulta da capacidade da firma gerar uma base de conhecimento, armazená-lo, garantir que ele não seja difundido para a concorrência (pelo menos por um tempo) e finalmente transformá-lo em inovação. É um processo dinâmico, contínuo e direcionado por caminhos já trilhados anteriormente.

Dosi (1988, 2006) explica que tal como a ciência está para o paradigma científico⁷, a tecnologia está para o paradigma tecnológico.

Um paradigma tecnológico pode ser definido como um “padrão” de solução de problemas tecno-econômicos selecionados, baseado em princípios altamente selecionados derivados das ciências naturais, juntamente com regras específicas que buscam adquirir conhecimento novo e salvaguardá-lo, quando possível, da difusão rápida aos concorrentes [...] (cada um dos quais com suas características tecno-econômicas particulares) e uma série de heurísticas. (DOSI, 1988a, p. 7).

Em ampla analogia com a definição do “paradigma científico” de Kuhn, definiremos o “paradigma tecnológico” como um “modelo” e um “padrão” de solução de problemas tecnológicos selecionados, baseados em princípios selecionados, derivados das ciências naturais, e em tecnologias materiais selecionadas. (DOSI, 2006, p. 41).

Dosi (1988) argumenta que o paradigma tecnológico define as características mais amplas para o desenvolvimento da inovação, indicando: qual a base de conhecimento que deve ser usada, quais as técnicas, formato, materiais e por vezes define o uso, como é o caso do carro (produzido para o transporte de coisas e pessoas).

⁷ A definição de paradigma científico usada por Dosi refere-se ao termo proposto por Thomas Kuhn em “A Estrutura das Revoluções Científicas” publicado em 1962. Nessa obra, Kuhn (1962) demonstra que o desenvolvimento da ciência é condicionado por um núcleo duro constituído como um paradigma científico.

Diferentes caminhos podem ser trilhados dentro de um paradigma. Esses “caminhos”, o autor chamou de trajetórias tecnológicas. Assim, ao passo que o paradigma tecnológico aponta para um problema e dispõe de um determinado arcabouço científico e ferramental para sua resolução (criando um padrão geral), a trajetória tecnológica constitui-se como: “as atividades do processo tecnológico que ocorrem dentro de *trade-offs* econômicos e tecnológicos definidos por um paradigma” (DOSI, 1988, p. 9). Em linhas gerais, trata da evolução de uma determinada tecnologia definida pela natureza de seu paradigma.

Dosi (2006) expõe seis características relevantes da trajetória, a saber, a) algumas trajetórias possuem um peso (poder) maior que outras. Define-se isso, a partir da quantidade de tecnologias que foram excluídas em detrimento de sua aplicação; b) as tecnologias desenvolvidas, no geral, são um complemento de outras já desenvolvida. O autor acrescenta que, ao desenvolver (ou não desenvolver) determinada tecnologia, pode-se estimular (ou desestimular) o desenvolvimento de outra; c) o nível tecnológico e de relevância econômica mais alto alcançado dentro de um paradigma, constitui-se a fronteira tecnológica deste; d) é provável que a trajetória se desenvolva a partir do seu conhecimento já produzido; e) uma trajetória muito bem estabelecida (com muito “poder”) pode dificultar a transição para uma outra trajetória, o fato dela ter excluído muitas outras tecnologias pode impedir a mudança. Em contrapartida, uma trajetória com pouca mudança, pode apresentar uma fronteira tecnológica muito próxima, e em casas de mudança de paradigma, é preciso iniciar os estudos de um patamar muito primário; e) é preciso ter cautela quando se vai comparar hierarquia nas trajetórias. Primeiro, é preciso ter clareza que qualquer comparação só deve ser feita *ex post*. Segundo, as trajetórias podem apresentar aspectos “superiores” em determinadas dimensões e “inferiores” em outras.

Conforme Dosi (1988) a tecnologia desenvolvida dentro de uma trajetória não é resultante de um estoque de informações disponíveis para todas as firmas no mercado. Cada firma possui uma “função de produção” peculiar que envolve diferentes combinações técnicas (inclusive organizacionais) condicionada a base tecnológica já desenvolvida, aos seus canais de distribuição e ao mercado.

Embora exista uma parcela de conhecimento de domínio público, as inovações também possuem determinado grau de especificidade, como uma espécie de identidade respaldada na base de conhecimento da firma. Em outras palavras, a inovação é em maior ou

menor grau um produto tácito, e por este motivo a imitação de uma inovação não é algo tão simples, e sua difusão aos concorrentes nem sempre é possível ⁸.

A construção da base de conhecimento também está relacionada com a capacidade de desenvolver laboratórios de P&D cada vez mais sofisticados⁹ e capazes de fomentar um maior leque de oportunidades inovativas. Nesse ponto, cabe um adendo. Segundo Dosi (1988) quando os laboratórios de P&D são externos à firma, é possível que os custos de transação, à lá Williamson (1985), aumentem. Entre esses custos encontram-se a dificuldade de transferir a pesquisa para a produção, vazamento de informações confidenciais, eventuais riscos de contratos, problemas de monitoramento e comportamentos oportunistas. A internalização do laboratório mitiga grande parte desses problemas, já que garante uma melhor adequação da pesquisa a especificidade da firma.

Ao aprofundar a discussão quanto às especificidades inerentes ao processo inovativo da firma pode-se perceber que a capacidade inovativa da firma, como já argumentado anteriormente, depende da sua capacidade de cumulatividade, apropriabilidade e oportunidade tecnológica. Todas essas características estão diretamente condicionadas à base de conhecimento específica da firma e ao paradigma que lhe é imposto. A seguir, discute-se cada uma delas, ainda baseado na teoria neoschumpeteriana.

1.2.3.2 Cumulatividade, apropriabilidade e oportunidade tecnológica: Características do processo inovativo

A cumulatividade representa a capacidade da firma de absorver o conhecimento com base no seu histórico operacional, com o intuito de garantir maiores ganhos de desempenho a partir de seu aprimoramento tecnológico. Assim, o aprendizado pode ser acumulado mediante processos diferentes e não necessariamente excludentes.

Por exemplo, Queiroz (2006) destaca diferentes formas de aprendizado: a noção de *learning-by-using* (aprender usando) cunhada por Rosenberg (1982), sugere que a firma

⁸ Dosi (1988a) salienta que é perfeitamente possível que os funcionários migrem de uma firma para outra, e consigam replicar o conhecimento ou vendê-los aos concorrentes, entretanto, isso não inibe a verdade de que a tecnologia possui um conhecimento com características cumulativas peculiares à firma

⁹ Dosi (1988a) afirma que ao invés do empresário inovador (o agente individual) com a complexidade da economia contemporânea as instituições formais ganham espaço nas atividades inovativas, demanda-se cada vez mais laboratórios de P&D de grandes firmas, estatais ou universitários, com capacidades mais elevada. Entretanto, ainda sobre esse assunto, atualmente é comum que inovações sejam desenvolvidas por empresas menores com alcance global (possibilitado pelas novas tecnologias). Atendendo demandas descentralizadas. Após relativo sucesso, alguma grande multinacional compra a firma menor e não apenas o direito de uso da tecnologia (ex. Patente). Isso reforça a importância do conhecimento não codificado inserido na tecnologia (grifo nosso).

adquire aprendizado usando o produto, quer por um aprimoramento do projeto (aprendizado incorporado) como é o caso da indústria de aeronaves que aprimora um determinado “protótipo” através do uso, até acumular um determinado conhecimento específico capaz de gerar um produto final comercializável, ou pelo aprimoramento do modo de uso, sem que haja alterações no projeto (aprendizado desincorporado).

Ainda segundo Queiroz (2006), há também o conhecimento acumulado da firma, descrito por Arrow (1962). Lundvall (1988) também escreve sobre a existência do *learning-by-interacting* (aprender por interação), onde o aprendizado é fruto de uma interação entre quem produz a inovação e quem consome. O “aprendizado adaptativo” teorizado por Katz (1976), por sua vez, trata do acúmulo de conhecimento oriundo das adaptações de uma importação de tecnologia, e.g. as planas produtivas exportadas dos países desenvolvidos para os em desenvolvimento, que se adaptam a uma mercadoria menos complexa, a necessidade de variação da matéria-prima, ou variações de custo.

De todo modo, em um cenário econômico onde há concorrência por maior lucratividade, seja qual for o meio de acumular conhecimento, nenhum deles faria muito sentido se não pudesse em determinado grau, ser protegido¹⁰.

É com base neste raciocínio que é desenvolvido o conceito de apropriabilidade, isto é, a capacidade da firma de apropriar-se de um determinado conhecimento ou habilidade, impossibilitando (em certa medida) sua difusão e conseqüentemente, garantindo a manutenção dos ganhos oriundos da inovação, mesmo que por tempo determinado.

Dosi (1988) explica que a apropriabilidade do conhecimento gerado pela firma pode advir de diferentes fatores, entre eles, registro de patentes, comportamento e efeito da curva de aprendizado, valor do custo marginal unitário¹¹, existência de segredos (tais como, ingrediente de fórmulas, e etc.), tempo de transformação de um projeto em produto, esforços de serviços, dentre outros:

Denomina-se apropriabilidade à propriedade dos conhecimentos tecnológicos e dos artefatos técnicos, do mercado e do ambiente legal que viabilizam as inovações e as protegem, em graus variados, como ativos geradores de renda, das imitações dos concorrentes. (DOSI, 1988, p. 19).

¹⁰ Conforme discutido noutra parte deste trabalho, uma vez que a concorrência obtém o conhecimento e a capacidade de reproduzir a inovação os ganhos do agente inovador (auferidos exatamente pelo status de dominância) são diluídos.

¹¹ Custo de produzir uma unidade a mais.

Segundo Dosi (1988a), as indústrias e as tecnologias diferem em suas características de apropriabilidade. Isso acontece devido aos diferentes níveis de complexidade tecnológica das firmas e das suas trajetórias e paradigmas. Por exemplo, para produzir um avião demanda-se uma elevada complexidade produtiva, como processos organizacionais, dependência de uma tecnologia de ponta, elevado nível de investimento em pesquisa e inovação etc. O requerimento dessa complexidade, em geral, dificulta a entrada de novas empresas mesmo que possuam o conhecimento teórico acerca da elaboração de uma aeronave.

Por outro lado, alguns produtos da indústria farmacêutica¹², necessitam de uma proteção via patente, devido a relativa facilidade com que outros laboratórios podem replicar a fórmula e tornar-se concorrentes potencial, já que em alguns casos, como os de medicamentos a fórmula não pode ser secreta, os agentes usuários possuem o direito de acesso integral.

Diante de uma base de conhecimento acumulado e da possibilidade de salvaguardá-lo, as firmas vislumbram um horizonte maior de oportunidades tecnológicas, que, segundo Dathin (2003), esse horizonte se trata da relação entre a aplicação de recursos e geração de inovação. Assim, um elevado grau de oportunidade tecnológica significa alta probabilidade de inovar, dado um montante de investimentos.

Conforme afirma Dosi (1988a) essas oportunidades derivam tanto de fatores exógenos como o avanço da ciência, quanto de fatores endógenos como o conhecimento acumulado da firma. O avanço da ciência, pode levar a descobertas que, por sua vez, levam ao desenvolvimento de novos produtos ou processos. Inúmeras vezes as manipulações de moléculas em laboratórios químicos possibilitaram o desenvolvimento de produtos farmacêuticos mesmo que o princípio da pesquisa não fosse este.

Assim, aquilo que se chama de progresso científico exógeno não necessariamente está determinado a responder um problema mercadológico ou de um determinado paradigma tecnológico, mas, como visto, correspondem a um paradigma científico. Sobre isso, salienta-se que a ciência como insumo fundamental para geração de oportunidades pode ser internalizada passando a declinar-se sobre os problemas da firma, condicionados a um paradigma tecnológico.

No que tange ao conhecimento acumulado, Dosi (1988a) argumenta que a expansão e aprofundamento da base de conhecimento da firma é também um elemento fundamental para

¹² Neste caso não há generalização, a indústria farmacêutica também produz produtos com elevado nível de complexidade, processos que exigem por vezes um sofisticado laboratório com equipamentos de última geração e um conhecimento acumulado extenso.

um leque maior de oportunidades, tal como o desenvolvimento da ciência, o histórico produtivo também podem levar ao desenvolvimento e/ ou aprimoramento de inovações. Por fim, as oportunidades tecnológicas podem ser maiores quando há uma mudança de paradigma.

Os novos paradigmas remodelam os padrões de oportunidades de progresso técnico em termos do escopo das potenciais inovações e da facilidade com a qual elas são realizadas. Além disso, elas irradiam seus efeitos bem além de seu setor de origem e geram novas fontes de oportunidade, via fluxos de insumos e produtos e outras complementaridades tecnológicas, para atividades que, de outro modo, estariam estagnadas. (DOSI, 1988a, p. 17).

A peculiaridade de cada firma, setor, e até da estrutura produtiva de cada país (dado os conceitos apresentados acima) apontam que pode existir na economia diferentes capacidades de gerar e absorver inovação. Pavitt (1984) desenvolve um trabalho seminal, onde propõe uma taxonomia que fraciona esses setores de acordo com a sua capacidade de gerar inovação. Sobre isso, trata-se a seguir.

1.2.4 Padrões setoriais

1.2.4.1. A capacidade de gerar inovação é igual para todos os setores?

Com o intuito de verificar a capacidade inovativa setorial, Pavitt (1984) desenvolveu uma taxonomia bastante usada na literatura, e que veremos a seguir.

Pavitt (1984) estudou alguns padrões setoriais apresentando suas similaridades e diferenças, observando três coisas: i) se o setor produz inovação ou se é demandante de uma produção externa, ii) qual o tamanho e as principais atividades das firmas inovadoras iii) de onde provém o insumo conhecimento que permite a realização da inovação.

A partir de seu estudo o autor, referenciado em uma base de dados sobre inovações no Reino Unido, e considerando o período de 1945 a 1979, desenvolve uma taxonomia com três grandes grupos: a) dominados pelos fornecedores; b) intensivo em escala; e c) baseados em ciência.

Segundo Pavitt (1984), o grupo cuja capacidade inovativa é dominado pelos fornecedores é representado principalmente pela agricultura, construção civil, têxtil, vestuário,

couro, editorial e gráfica, produtos de madeira, produtos de metal mais simples, serviços privados (financeiros e comerciais) e a manufatura tradicional.

No geral, as firmas que pertencem a esse agrupamento, são pequenas e possuem uma engenharia pouco complexa somada a uma baixa capacidade de P&D interno, além do fato de que suas inovações (em maior parte de processo) são desenvolvidas em outros setores, fazendo com que suas contribuições para suas tecnologias de processos ou produtos sejam incrementais (ou secundárias).

Por vezes o processo inovativo desse tipo de firma depende da difusão de técnicas já desenvolvida em outro setor. Em complemento, Pavitt (1984) salienta que a base de conhecimento, deste agrupamento, no geral, é também resultado de uma cumulatividade externa. Suas capacidades de apropriação e cumulatividades são consideradas restritas. Portanto, suas trajetórias tecnológicas são menos embasadas em vantagens tecnológicas e mais em diferenciação de custos.

A segunda categoria definida por Pavitt (1984) como firmas intensivas em produção que podem ser diferenciadas em fornecedores especializados (em geral, composto pelos setores de produção de maquinaria e instrumentos de precisão) e intensivos em escala (setores de materiais volumosos e montagem).

As primeiras, segundo Pavitt (1984) são, em geral, pequenas e as atividades inovativas são principalmente voltadas para a inovação de produto (com foco no aumento do desempenho) e em menor grau para as de processos (com foco na diminuição dos custos). Tratam-se, portanto, das firmas que fornecem equipamentos e instrumentos considerados como insumos de capital para os usuários.

Pavitt (1984) argumenta que os fornecedores especializados se apropriam dos ganhos tecnológicos a partir da especificidade e capacidade de aprimoramento do projeto, no tempo que leva para atender aos usuários e na qualidade de seus produtos.

Quanto às segundas, isto é, as firmas intensivas em escala, Pavitt (1984) afirma que a atividade inovativa está relacionada com a inovações tanto de produtos quanto de processos. Possuem uma produção complexa que geralmente envolve um sistema sofisticado de produção com elevado grau tecnológico e um montante significativo de investimento em P&D interno, demandam complexos canais de escoamento da produção e produzem em grande parte das inovações do seu respectivo setor.

Nesse sentido, a sua complexa estrutura produtiva é o que proporciona a apropriação dos ganhos tecnológicos, que estão diretamente ligados ao *know-how* e ao segredo industrial da firma.

Finalmente, segundo Pavitt (1984), os setores cuja sua estrutura é “baseada em ciência”, em geral, são formados por firmas grandes e suas inovações estão correlacionadas aos paradigmas tecnológicos resultantes dos avanços da ciência. Possuem um elevado percentual de investimento em P&D e descobertas de novas inovações, fazem uso de sofisticados laboratórios, e produzem para vários outros setores (um percentual alto de suas inovações é exportado para outros setores como insumo de capital ou intermediário).

Conforme Pavitt (1984), nessa categoria podem incluir-se os setores eletrônico, farmacêutico, de bioengenharia, de química orgânica etc. A oportunidade tecnológica nesse tipo de setor é elevada e os ganhos com apropriabilidade da tecnologia são possíveis a partir da proteção via patentes, habilidades específicas da firma e segredos técnicos.

A taxonomia desenvolvida por Pavitt (1984) indica, como esperado, uma relação positiva entre o esforço inovativo e inovação, naturalmente, contextualizado a partir de todos os outros conceitos citados anteriormente (oportunidade tecnológica, cumulatividade e apropriabilidade). Setores baseados em ciência, que apresentam uma elevada oportunidade tecnológica são os que mais se empenham em atividades inovativas (por exemplo, gasto em P&D), e não por acaso, também, são os que mais produzem inovação. Segundo Silverberg, Dosi e Orsenigo (1998, p. 1033):

A tecnologia - longe de ser um bem livre - é caracterizada por graus variados de apropriabilidade, de incerteza sobre os resultados técnicos e, a fortiori, comerciais de esforços inovadores, de oportunidade para alcançar avanço técnico, de cumulatividade nos padrões de inovação. e exploração do know-how e hardware tecnológico e da testemunha do conhecimento e da experiência em que as atividades inovadoras se baseiam. Processos específicos de pesquisa e aprendizado se baseiam em bases de conhecimento específicas da tecnologia, relacionadas a informações disponíveis gratuitamente (por exemplo, resultados científicos) e mais habilidades 'locais' e tácitas, experiência e heurísticas de solução de problemas incorporadas em pessoas e organizações.

Desde o princípio desse trabalho, tem-se levantando referências que fazem menção a relação entre esforço inovativo e produtividade. A seguir, faz-se um paralelo com tudo que já foi dito a luz da teoria neoschumeteriana com a teoria desenvolvida por William Baumol a respeito da produtividade setorial. Se o esforço inovativo gera inovação, e a inovação é setor específico, a produtividade provavelmente também o é.

1.2.4.2. A capacidade de gerar ganhos de produtividade é igual para os setores?

A produtividade setorial é discutida por William Baumol em seu artigo de 1967. Nesse artigo, Baumol (1967) defende que a capacidade de gerar ganhos de produtividade é diferente entre os setores, dado a especificidade do trabalho empregada em cada atividade. O cerne na questão, reside no que o autor chama de doença dos custos.

Segundo Baumol (1967) o trabalho pode ser em alguns setores a própria mercadoria (atividade fim), em outros, ele pode ser apenas uma forma de aprimorar a mercadoria final (atividade meio). Por exemplo, o trabalho de um cabelereiro, que é em grande parte artesanal¹³, é um fim em si mesmo, seu trabalho é a própria mercadoria (atividade fim), uma diminuição no percentual empregado de mão-de-obra pode atingir diretamente a qualidade do produto (nesse caso o corte).

Outro exemplo, seria os instrumentistas de uma orquestra. Nesse caso, o produto (a reprodução de uma música), também emprega a mão-de-obra como uma atividade fim. Uma diminuição do trabalho empregado e a música pode perder a qualidade, saindo do compasso previsto. Por outro lado, a manufatura geralmente demanda mão-de-obra com menor especialidade, seria menos artesanal. O trabalho é apenas um meio de aprimoramento ou geração da mercadoria, e a diminuição da quantidade de mão-de-obra empregada, não necessariamente afeta a qualidade do produto.

Nesse sentido Baumol (1967) tenta mostrar que a manufatura oferece uma possibilidade maior de ganhos de escala por permitir a automatização de grande parte de sua produção sem que isso afete diretamente o produto final.

Para modelar sua arguição, Baumol (1967) apresenta um sistema econômico com dois grandes setores principais, o progressivo que seria a manufatura (capaz de gerar ganhos de escala) e o estagnado, como sendo o setor de serviços (incapaz de gerar ganhos de escala).

Baumol (1967) elabora um modelo hipotético onde o setor estagnado apresenta uma produtividade do trabalho constante e o progressivo uma produtividade do trabalho crescente e cumulativa a taxa constante. As premissas do modelo consideram que só existem custos de mão-de-obra e que os salários são iguais para os dois setores crescendo de acordo com a produtividade do setor progressivo.

Desse modo, para esse autor os custos do setor estagnado aumentarão sem limites, enquanto o do setor progressivo se manterá constante. Uma vez que, os ganhos de

¹³ O termo “artesanal” trata do dispêndio da mão-de-obra com um elevado grau de especificidade. Seria algo, que não permite a escalabilidade da produção por ser demasiadamente peculiar.

produtividade do setor progressivo compensam o aumento dos salários (custos), enquanto no setor onde os ganhos são constantes, não há compensação, ocasionando uma elevação do custo unitário do setor estagnado. Este fenômeno é descrito pelo autor como “a doença dos custos”.

Segundo o mesmo autor os preços do setor estagnado tendem a aumentar até que em um caso extremo, haja uma diminuição ou extinção da demanda, uma vez que, a elasticidade preço da demanda não será proporcional à variação dos custos. Se por algum motivo, quer subsídio do governo ou pela dinâmica da elasticidade do produto, a saída for mantida constante, a mão-de-obra tenderá a migrar do setor progressivo para o estagnado.

Baumol (1967) mostra que, na tentativa de estimular o crescimento em uma economia com produtividade desequilibrada, é possível que a taxa de crescimento seja decrescente em relação a taxa de crescimento da mão-de-obra.

Baumol e Blackman (1985) argumentam que o avanço tecnológico criou uma escala onde os setores permeiam entre estagnados e progressivos, e uma nova categoria surge a “relativamente estagnados”, onde o setor demanda tanto insumos progressivos quanto insumos estagnados. Dentre eles estão os setores de processamento de dados e telecomunicações. São setores que embora fossem estagnados, concebiam uma parcela maior de absorção da inovação garantindo ganho de escala. Por exemplo, os programas de televisão, possuem componentes ligados a eletrônica de transmissão (altamente tecnológica e produtiva), e componentes que dependem da performance do trabalho (estagnados.). Esses setores podem apresentar elevados ganhos de produtividade, entretanto, ao longo do tempo, se houver um aumento da demanda dos componentes estagnados, pode haver um aumento dos custos totais.

Ainda que não aprofunde a questão, Baumol (1967) indica que as diferenças de produtividade podem existir dentro dos setores, ou seja, dentro dos subsetores da manufatura, a produção de uma determinada mercadoria pode ser mais progressiva que a de outra.

Baumol (2012), defende que as inovações são mais fáceis de serem aplicadas e conduzirem a ganhos de produtividade onde a demanda por trabalho específico (artesanal)¹⁴ é menor. Há pelo menos dois argumentos para sustentar essa proposição, primeiro já foi citado, e diz respeito a correlação tempo-qualidade, (Se um cabelereiro aumentar o preço do seu salário em 5%, é provável que sua produtividade não apresente o mesmo ganho, pois se acelerar, pode condicionar o corte), Segundo trata da particularidade de cada produto, e.g.

¹⁴ Conforme nota anterior.

atendimento clínico de um médico ou psicólogo. É demasiado peculiar e limita a produção em escala, o mesmo para o conserto de um determinado produto com um defeito específico demais, o agente reparador, mesmo que acumule determinado conhecimento e isso leve a uma maior presteza, ele será limitado pela peculiaridade de cada defeito. Trata-se, portanto, de um aspecto de padronização, o que não pode ser padronizado, dificulta o processo de produção em massa, logo, condiciona os ganhos de escala.

Esse mesmo autor ressalta que nem todos os setores de serviço padecem da doença dos custos. No geral, setores de serviços sofisticados permitem ganhos de produtividade dada sua capacidade de implementar processos tecnológicos.

O sentido do termo “serviço sofisticado” trata de um serviço que comporta certo aparato tecnológico que possibilita ganhos de produtividade, como as atividades ligadas ao uso de computadores, tais como o desenvolvedor de software. Dentro do setor de serviço, aqueles que demandam por uma parcela de trabalho mais artesanal são também os que impossibilitam a absorção da inovação e impossibilitam ganhos de escala.

Assim, para Baumol (2012) como no exemplo usado nessa seção, a atividade do musicista embora seja um trabalho altamente sofisticado no sentido gramatical da palavra, se tratava de um “serviço não sofisticado” por não permitir ganho de escala. Por outro lado, setores estratégicos que tratam dos negócios da empresa como consultorias, marketing comercial, previsões estatísticas, análise de risco e desenvolvimento de softwares permitem determinada automatização na partícula artesanal do trabalho e conseqüentemente ganho de produtividade, sendo denominado pelo autor de “serviço sofisticado”.

A partir dos estudos de Baumol (1967, 1985, 2012) é possível inferir que a inovação é a variável que impulsiona os ganhos de produtividades, todavia, a capacidade de implementar a inovação, e de transformá-la em ganhos de produtividade parece não ser homogênea entre os setores na economia. Em virtude disso, alguns setores são capazes de alcançar maiores ganhos de escala sendo, portanto, mais produtivos.

Diante do que foi exposto até aqui, é razoável supor que, assim como a produtividade depende da inovação, a inovação depende do esforço inovativo. Ao longo da literatura, pode-se encontrar diferentes autores que abordados no dossiê apresentado a seguir, afirmam essa correlação baseada em estudos empíricos.

Esses trabalhos, embora, em linhas gerais, convirjam para o entendimento de que há uma correlação positiva entre esforço inovativo e produtividade, usam diferentes metodologias, e levantam importantes hipóteses para o avanço do tema.

Por exemplo, Crépon et al. (1998) propõe um modelo tripartite, na seguinte ordem: verifica-se a relação entre esforço inovativo e inovação e, em seguida, a relação entre inovação e produtividade, a fim de desconsiderar aquele esforço que não necessariamente se transformou em inovação. Hall (2011), Löf et al. (2001), Mairesse e Mohnen (2005), Griffith et al. (2006), Crespi e Zuñiga (2010) e outros, seguem, usando uma variação do modelo proposto por Crépon (1998). Mas, será visto que não há diferença significativa entre os estudos mesmo usando métodos distintos, no geral, o que se espera é comprovado empiricamente se há uma correlação positiva entre esforço inovativo e produtividade.

1.3. Estudo empíricos

Os estudos de Hirsh Zvi Griliches são listados como importantes e pioneiros na discussão acerca da relação esforço inovativo e produtividade. Esses estudos são dotados de questionamentos e indicativos não apenas sobre as variáveis que impactam a produtividade, mas também sobre qual seria o melhor método para estimar e entender a correlação entre os fatores de produção e os ganhos de produtividade. Seu pioneirismo metodológico e suas conclusões robustas tornaram seus trabalhos uma das referências mais citadas na literatura. Adiante, será visto algumas dessas contribuições.

Griliches (1979) discute a abordagem da função de produção como metodologia para verificar os retornos resultantes do investimento em P&D na produtividade. Assim, analisa os possíveis problemas econométricos e conseqüentemente as limitações de inferência do método. Conforme o autor, dois problemas são mais recorrentes, quando se usa a função de produção: a) a existência de multicolinearidade, em que, as variáveis estudadas, no geral, movem-se muito conjuntamente ao longo do tempo, o que torna difícil para o pesquisador inferir o impacto isolado de cada variável na correlação, e b) a simultaneidade, presente na dificuldade de inferir causalidade devido a relação de retroalimentação entre as variáveis. Em outras palavras, o P&D também depende da produção e da disposição de investimento *ex-ante*. Em casos com escassez de dados no nível micro, a função de produção consegue indicar o comportamento dos retornos nas indústrias dado uma medida de P&D, mas se torna ineficaz para indicar se um determinado projeto de P&D é bom ou não. O autor também alerta a necessidade de deflacionar as séries estudadas evitando desigualdade na relação de preços e que se considere erroneamente valores nominais.

Griliches (1980) ao estudar o retorno de P&D no setor privado, estima uma função de produção, onde considera a taxa decréscimo da produtividade, crescimento e intensidade

da P&D, volume e idade do capital físico, mão de obra empregada por unidade de empresa, e outras variáveis. O estudo utilizou dados de 833 grandes empresas com desempenho em P&D. Estipulou como recorte temporal o período de 1957 a 1965. Suas conclusões indicam uma relação positiva e com significância estatística entre as medidas de produtividade das empresas e o investimento em P&D. A estimação da função do tipo Cobb-Douglas apresenta uma elasticidade geral da produção relacionada aos investimentos em P&D de aproximadamente 0,7, sendo mais expressivo para os setores mais intensivos em pesquisa e desenvolvimento, como é o caso da indústria química.

Griliches e Mairesse (1984) usam dados em painel para analisar a relação produtividade e investimento em P&D nas empresas privadas. Na dimensão transversal, as variações de níveis, explicam as variações de níveis. Na dimensão temporal, as variações nas taxas de crescimento, explicam também as variações nas taxas de crescimento. O modelo é estimado para 133 empresas americanas com base nos dados fornecidos pela *Standard and Poor's Compustat Industrial Tape* para os anos de 1966 a 1977, considerando tanto manufaturas quanto não manufaturas. Os resultados apontam que, na análise transversal há uma correlação entre a produtividade e o nível de investimento em P&D. Para análise temporal, o mesmo não acontece. Segundo o autor, um dos possíveis motivos para o resultado da análise temporal não apresentar o mesmo resultado que a transversal, é o aumento da colinearidade entre a tendência do capital físico e o capital de P&D, da mesma forma que, pela simultaneidade entre produção e o emprego.

A metodologia difundida e aprimorada por Griliches é comentada por Cavalcante, Jacinto e De Negri (2014, p. 46):

Conte e Vivarelli (2005) denominam de “função de produção de conhecimento” e que parte da premissa de que os insumos de inovação (por exemplo, P&D) determinam os resultados do processo de inovação (inovações de produto e processo, por exemplo) que, por sua vez, influenciam a produtividade. Essencialmente, em um modelo dessa natureza, constrói-se uma função de produção na qual um dos insumos é o estoque de conhecimento técnico. Genericamente, $Y = f(X, C, u)$, onde Y é uma medida de produto, X é um vetor de insumos (tipicamente capital e trabalho), C é uma medida do estoque de conhecimento técnico e u é um termo de erro.

Na mesma perspectiva de Hirsh Zvi Griliches, Wakelin (2001) usa a função de produção do tipo Cobb-Douglas para estudar a relação entre produtividade do trabalho e

gastos em P&D. Para isso, inclui como fatores de produção: trabalho, capital e conhecimento do capital (representado pelas despesas em P&D). Para o estudo se considera 170 empresas do Reino Unido, estabelecendo como parâmetro temporal o período de 1988 a 1996. As conclusões, indicam que os gastos em P&D possuem uma correlação positiva e significativa com os ganhos de produtividade. O autor acrescenta que ao separar as empresas por histórico de inovação (introdução de produtos ou processos ao longo do tempo) encontra que, a taxa de retorno dos gastos de P&D é maior para as empresas consideradas inovadoras e menor para as não inovadoras.

Conforme Lööf et al. (2001), dentre os países da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) a Suécia e a Finlândia apresentavam maiores taxas de crescimento da produtividade, enquanto a Noruega apresentava taxas menores. Os dois países com melhor desempenho produtivo também apresentavam um nível maior de investimento em P&D e registros de patentes por habitantes. O que os levou a investigar a correlação entre inovação e produtividade na indústria de transformação das empresas da Noruega, Suécia e Finlândia. Os autores utilizam o modelo CDM (Crepon, Duguet e Mairesse)¹⁵ para estimar a correlação referida, encontrando resultados que diferente do que se esperava. A proporção de empresas inovadoras que produziam inovação e o montante de investimento em inovação, não são baixos na Noruega. A elasticidade estimada para a relação entre inovação e produtividade é menor para Suécia e Finlândia, que para Noruega. Ao que se indica, não há uma relação significativa entre inovação e produtividade para os dados estimados da Finlândia e Suécia. Os autores concluem que, o resultado de suas análises, pode ter sido comprometido pela base de dados que, embora coletada baseada no mesmo questionário e amostra, foram estimadas separadamente por país, para seu respectivo conjunto de dados.

A respeito do modelo CDM (amplamente citado na literatura) é importante notar que, desenvolvido por Crépon et al. (1998), trata-se de um modelo estrutural que propõe um controle do viés de seleção e simultaneidade, traduzindo-se em uma tentativa de demonstrar a relação esforço inovativo, inovação e ganhos de produtividade, baseado em duas etapas, a primeira estuda a relação entre esforço inovativo e inovação, e a segunda entre inovação e produtividade. Quanto aos vieses, quando se seleciona uma amostra aleatória, pode-se condicionar os resultados por selecionar uma amostra mais significativa, já a simultaneidade, trata da possibilidade das variáveis se retroalimentar (quanto mais produtiva, maior a

¹⁵ Silva e Avellar (2016) apresentam uma vasta referência bibliográfica a respeito da aplicação do modelo CDM.

tendência a inovação e vice-versa. O modelo CDM foi replicado por diversos autores a diferentes bancos de dados e recortes amostrais (países, setores, firmas etc.). A título de referência, Hall (2011) apresenta uma extensa revisão de estudos que aplicaram essa metodologia, alguns dos quais mencionados no decorrer dessa seção.

Antes de sua formulação do modelo CDM, Pakes e Griliches (1980) já indicavam a necessidade de primeiro determinar o grau de relação entre esforço inovativo traduzidos em despesas com P&D e inovação realizada medida através de registro de patentes.

Pakes e Griliches (1980) ao estudar dados de 121 grandes empresas americanas para o período de 1968 a 1975, apresentam como conclusão principal que, existe uma correlação estatística significativa e positiva entre a relação esforço inovativo e inovação e inovação produtividade, para parte da amostra. Mas, ponderam as fragilidades de seus resultados:

[...] O restante de nossos resultados não é tão animador. Enquanto parte da variação nas patentes está relacionada a variação nas despesas de P&D, uma parcela significativa, cerca de 75%, não está. Nesta fase, não podemos dizer se a falha está na patente medida, na aleatoriedade no K.P.F. ou em erros simples de medição. A maioria dos coeficientes, com exceção da tendência, não eram estimativas com muita precisão. [...] Em suma, ainda resta muito trabalho a ser feito, mas fizemos um começo. Já está claro que algo sistemático e relacionado ao conhecimento das atividades produtivas está sendo medido por patentes e elas são, portanto, muito digno de mais estudos (tradução nossa). (PAKES E GRILICHES, 1980, p. 20-1).

Nesse sentido, os modelos que consideravam a relação direta entre inovação e produtividade, foram, em um dado momento, apontados na literatura, sobretudo pós estudo de Crépon et al. (1998) como limitados. Exatamente por alguns deles desconsiderarem o viés de seleção, a decisão das empresas em se empenhar em atividades de P&D e, admitirem que todo esforço inovativo (neste caso o gasto em P&D) resultará em inovação.

Cabe ressaltar que para o escopo desta dissertação a conclusão mais relevante é que, embora seja de extrema importância e muito difundido na literatura estudada, parece não haver uma diferença significativa em termos de resultados nos trabalhos que usam o modelo CDM e nos que não o utilizam. No geral, todos apontam para uma relação positiva, com significância estatística entre inovação e produtividade, ou para esforço inovativo e produtividade, conforme será visto ao logo dessa seção. Cavalcante, Jacinto e De Negri (2015), expressam sua opinião sobre o modelo CDM, nesse mesmo sentido:

É evidente que o modelo CDM tem o mérito de lidar com o viés de seleção. Mas as especificações dos diferentes estágios precisam ser diferentes e na prática a escolha das variáveis usadas em cada estágio é feita de maneira ad hoc. Além disso, as conclusões extraídas dos trabalhos que adotam o modelo CDM são ainda bastante intuitivas e poderiam, em princípio, ser obtidas sem a necessidade do rigor metodológico do modelo. [...] Assim, os resultados obtidos com o modelo CDM parecem até agora intuitivos, mas com reduzidas implicações de políticas. Por sua vez, a aplicação de métodos mais simples, mas que segmentam os setores de acordo com seus níveis de intensidade tecnológica, fornece subsídios para a focalização das políticas de P&D e inovação, ainda que esteja sujeita a críticas em virtude de seu cuidado reduzido com o viés de seleção. (CAVALCANTE, JACINTO E DE NEGRI 2015, p. 50).

Voltando para ao fluxo temporal de estudos empíricos, Huergo e Jaumandreu (2003), estudam o impacto da implantação das inovações de processos na produtividade ao longo do tempo. Os autores investigam o efeito da inovação de processos à produtividade total dos fatores e qual o tempo de durabilidade desse efeito. Para essa análise, usam um modelo em painel que estima os dados de mais de 2300 empresas da manufatura espanholas entre 1990 e 1998. As conclusões indicam que as empresas recém entradas no mercado apresentam uma taxa de crescimento da produtividade maior que as demais. Porém, se não houver outras inovações há uma tendência de convergência para uma taxa média de crescimento ao longo do tempo que se assemelha com a taxa alcançada por empresas não inovadoras (empresas que mesmo sem inovar são afetadas pelo transbordamento da inovação no setor).

Para Huergo e Jaumandreu (2003) a inovação de processos quando aplicada garante em média um crescimento na produtividade de 1,5% que duram cerca de 3 anos, diluindo seu efeito ao longo do tempo para cerca de 0,7%. Por fim, concluem que no geral, é possível observar uma correlação positiva entre a inovação de processos e a produtividade total dos fatores.

Mairesse e Mohnen (2005) aplicam o modelo CDM a empresas francesas de alta (AT) e baixa (BT) tecnologia industriais, sendo 899 e 1354, respectivamente, no período de 1998 a 2000. Segundo os autores, até 75% da amostra AT são inovadoras, enquanto, as BT são apenas 55%. 70% das empresas AT mantem a pesquisa em P&D apresentando uma intensidade de 5,4% das vendas, comparado com a amostra BT, onde apenas 50% investem continuamente a uma intensidade de 2,1% das vendas. Os resultados mostram que após ser feita a correção de seleção e endogeneidade, observa-se uma taxa de retorno positiva entre a produtividade e o volume de P&D.

Parisi et al. (2005) investigam a relação entre inovações de produtos e processos e a produtividade total dos fatores. Para tal, usam dados de duas pesquisas feitas em 1995 e 1998 compreendendo um número de 5000 empresas da manufatura italiana. Estas pesquisas, fornecem informações sobre as entradas e saídas de inovações de produtos e processos, em até 3 anos antes da data de aplicação dos questionários. Ao ajustar os dados (e.g. confrontando as amostras garantindo que apenas as firmas que responderam as duas pesquisas sejam consideradas) diminui-se a amostra para 465 firmas. Os resultados apontam que os gastos em P&D possuem uma correlação positiva e significativa com a produção de inovações de produtos, bem como, com a capacidade de absorção de tecnologias que melhoram a produtividade. Já as inovações de processos, parecem apresentar uma relação mais significativa com os gastos na adesão de capital fixo.

Chudnovsky et al. (2005) usam dados em painel para estimar a relação entre inovação e produtividade do trabalho considerando dados de 718 empresas argentinas no período de 1992-1996. Averiguam: a) quais as características que aumentam a propensão da firma se envolver em atividade inovativas geradoras de novos produtos e processos b) se há uma relação positiva entre envolvimento em atividades inovativas e a introdução de novos produtos e processos e c) se as empresas inovadoras possuem um melhor desempenho que as não-inovadoras (em termos de produtividade). Em primeiro lugar, os resultados apontam que o tamanho da empresa e as habilidades trabalhistas influenciam positivamente na capacidade de inovar, e a exportação e propriedades estrangeiras parecem não ser significativas. Em segundo, indicam que a aquisição de tecnologia e o investimento em P&D, aumentam a probabilidade de a firma inovar. Em terceiro lugar, esses resultados indicam que as empresas inovadoras apresentaram maior desempenho em termos de produtividade do trabalho que as empresas não inovadoras.

Conte e Vivarelli (2005) usam dados da indústria italiana para o período de 1998 a 2000, a amostra conta com dados de 9.478 firmas. O estudo considera como indicadores a introdução de novos produtos e processos (como *proxy* para a propensão da empresa inovar), e a taxa de venda dos produtos inovadores (como *proxy* da intensidade da inovação). Além disso, levam em consideração uma análise com divisão setorial determinada pela intensidade tecnológica. Para estimar os determinantes da inovação e sua intensidade, os autores usam um modelo *probit* bivariada (o que determina a inovação) e regressões truncadas (qual a intensidade da inovação).

Os resultados encontrados por Conte e Vivarelli (2005) indicam que, o P&D possui uma relação positiva significativa com a inovação de produto, ao passo que a aquisição de

novas tecnologias correlaciona mais significativamente com a de processos, porém, tanto o esforço da firma em P&D quanto em aquisições tecnológicas causam impacto positivo na capacidade de inovar e na intensidade dessas inovações. O trabalho também indica que as empresas maiores e pertencentes a setores com elevada intensidade tecnológica apresentam uma dependência menor de desenvolvimento de inovações externas, o inverso acontece para empresas de pequeno porte pertencente a setores de baixa intensidade tecnológica.

Griffith et al. (2006) ao perceber as diferenças de produtividade entre alguns países europeus e os Estados Unidos, e entre os países dentro do próprio continente europeu, desenvolve uma análise comparativa a fim de investigar qual a importância da inovação no crescimento da produtividade dos países europeus. Desse modo, aplicou o modelo CDM considerando dados de empresas da França, Alemanha, Espanha e Reino Unido, considerando o período de 1998 a 2000. As conclusões obtidas pelo autor, mostram que: a) na França e na Espanha as empresas engajadas em mercados internacionais possuem uma maior probabilidade de se envolver em P&D com uma maior intensidade, b) o financiamento nacional aumenta a probabilidade da empresa inovar, porém, embora apresente um impacto positivo relacionado a intensidade de P&D na Alemanha e na Espanha, no Reino Unido não possui relação e na França é negativa, c) o tamanho da empresa possui uma correlação positiva com a sua capacidade de inovar. Finalmente, a conclusão geral indicada por Griffith et al. (2006) mostra que há uma correlação positiva, com significância estatística e econômica, entre esforço inovativo e a realização da inovação. Além da relação entre a inovação e a produtividade, que são semelhantes para os quatro países analisados (com diferenças entre a relação da quantidade de inovação de processos e produtos e da intensidade com que se dá a correlação).

Benavente (2006) investiga as atividades em P&D e o impacto dessas na produtividade. O autor estima um modelo estrutural a partir dos mínimos quadrados assintóticos para o Chile, usando dados de inovação, pesquisa e desenvolvimento e produção para o período de 1995-1998. Os resultados encontrados mostram que as atividades inovativas possuem relação com o tamanho da firma e o nível do seu poder de mercado, todavia, a produtividade parece não apresentar uma relação significativa com aos gastos em P&D.

Ortega-Argilés e Vivarelli (2010) estudam se há relação entre o montante investido em P&D por uma empresa e sua produtividade. Usam os dados de 532 empresas (principais investidoras da Europa), considerando um período de 6 anos (2000 – 2005). As conclusões apontadas que: o estoque de conhecimento tem relação positiva com a produtividade da firma e que apresenta uma elasticidade geral de aproximadamente 0,104. Entretanto, quando os

autores fazem uma análise setorial, os resultados indicam que setores com maior intensidade tecnológica também possuem um maior impacto da relação investimento em P&D e produtividade.

Crespi e Zuñiga (2010), por sua vez, usam o modelo CDM para analisar a indústria de transformação considerando uma amostra de países latino americanos. Os autores, investigam se as relações entre P&D, inovação e produtividade seguem o mesmo sentido apontado pela literatura para os países da OCDE. O período estudado, é diferente entre os países, porém a metodologia usada é a mesma. Foi distribuído uma equipe de pesquisadores com acesso aos dados em nível de firma, e estes implementaram uma metodologia padrão. Em paralelo, o trabalho desses autores aponta para um entendimento diferente acerca do significado de inovação. Para eles, as empresas na América Latina tendem a apresentar baixo investimento em P&D e uma elevada taxa de inovações “incrementais”. Grande parte das empresas fazem apenas adaptações ou cópias via aprendizado de inovações produzidas por outros países (ou empresas). Isso acontece, em grande medida devido à distância que estão da fronteira tecnológica do paradigma a que estão submetidas. Também salientam que o ambiente político e econômico interfere de maneira decisiva na capacidade de inovação das empresas.

Crespi e Zuñiga (2010) com isso, concluem e enfatizam que, a decisão de se envolver em atividades inovativas parece não apresentar um padrão entre os países. Entretanto, admitem que a intensidade das despesas parece ter relação positiva com o tamanho da empresa e seu envolvimento com o comércio exterior (leia-se empresas exportadoras e/ou que possuem propriedades estrangeiras). Por outro lado, não há diferenças significativas entre as empresas domésticas e as multinacionais em relação a propensão ou intensidade do envolvimento em atividades inovativas. Geralmente, os países em desenvolvimento, possuem deficiências tecnológicas que os tornam menos atraentes para um investimento em P&D.

Já sobre a relação entre inovações tecnológicas e produtividade, Crespi e Zuñiga (2010) concluem que há uma relação positiva para todos os países, com exceção da Costa Rica, estimando que a introdução de uma inovação em alguns países pode levar, em média, a ganhos acima de 100% da produtividade do trabalho, considerando uma média de elasticidade 0,95, a partir da amostra analisada. Em resumo, empresas que investem mais em conhecimento, conseqüentemente inovam mais e são mais propensas a ganhos de produtividade.

Tantos outros trabalhos poderiam ser citados nessa seção que corroborariam com a hipótese levantada, a princípio, optou-se por um levantamento temporal resumido, mas capaz de indicar com clareza e robustez, a difusão da discussão que esse trabalho propõe. Na

literatura especificamente sobre o Brasil, os resultados não se diferem do que já foram citados até aqui. A título de continuidade da revisão proposta, cabe apresentar alguns dos estudos tidos como mais relevantes e atuais.

O *survey* organizado por De Negri e Salerno (2005) foi um importante avanço nos estudos microeconômicos focados no esforço inovativo, relações de competitividade e produtividade no Brasil. Dentre as conclusões apresentadas, se destaca aquela segundo a qual empresas inovadoras possuíam maiores ganhos de produtividade que as não inovadoras.

De Negri e Salerno (2005), destacam o trabalho de Arbache (2005) que investiga a relação entre inovações tecnológicas, exportação e produtividade na indústria de transformação brasileira, com foco no setor de serviços. Para tal, considera os dados apresentados pela Pesquisa Industrial Anual (PIA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Relação Anual de Informações Sociais (Rais) e do Ministério de Trabalho e Emprego (MET), para o período de 1997 a 2001.

Arbache (2005) acatou como indicador de produtividade a receita líquida de vendas menos o custo de operações industriais menos salários (VAP), em relação ao total de mão de obra. Para estimar a causalidade entre inovação e desempenho, usou um método dividido em três etapas: primeiro, estabelece um controle do efeito de auto-seleção através de um método de análise contrafactual, em seguida aplica o método de *matching*¹⁶ com intuito de separar as firmas inovadoras e as não inovadoras. Em, segundo lugar, compôs um *cluster* de empresas a partir do ano inicial da pesquisa garantindo que as empresas analisadas ao longo do tempo possuíam a mesma característica. Em terceiro, foi calculado a partir do *cluster* de empresas a taxa de crescimento da produtividade observando as empresas que inovam e as que não.

Arbache (2005) apresenta em seu trabalho, oito conclusões, dentre as quais quatro serão citadas: a) o setor de serviço apresenta uma produtividade consideravelmente baixa, b) a produtividade dentro do setor de serviço não é homogênea, c) diferente de outros setores, empresas pequenas parecem ter produtividade mais elevadas e d) os indicadores de capital humano e de integração internacional, aparecem entre as variáveis com maior importância para determinação da produtividade.

Goedhuys (2007), em seu momento, também contribui para o estudo da correlação entre inovação, produtividade total dos fatores, e o crescimento das empresas na manufatura brasileira. Para isso, usa os dados da Pesquisa de Clima de Investimento (ICS) do Banco Mundial coletados em 2003, para os anos de 2000, 2001 e 2002. A análise feita, considera

¹⁶ Técnica econométrica para avaliação de impacto.

1352 empresas, e dispõe das variáveis, tamanho da empresa, setor e localização. Também foram coletados dados de vendas a partir de 1997, que possibilitou calcular a taxa de crescimento das vendas para o período de 1997-2002. Quanto as variáveis de inovação, a autora, considera os gastos em P&D, o uso de TIC (Tecnologias da Informação e Comunicação) e algumas mudanças organizacionais tidas como importantes no continente onde as empresas estão inseridas.

Goedhuys (2007) encontra resultados indicativos de que, o P&D é importante e possui correlação positiva para o crescimento da empresa no longo prazo. O envolvimento em TIC, aprendizado através da relação com mercados externos, desenvolvimento de capital humano e a inovação de produtos, apresentam uma relevância especial. As atividades inovativas são diferentes para os setores. Entretanto, em todos os setores pode explicar as assimetrias no crescimento das vendas, inclusive em setores tradicionais.

Em 2009, o instituto de economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) em parceria com o Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), lançam um trabalho denominado “Produtividade, Competitividade e Inovação na Indústria Brasileira” coordenado por Jorge Brito, e escrito em conjunto com vários autores. Nesse, além da vasta revisão bibliográfica sobre o tema, há importantes contribuições científicas.

Brito et al. (2009), investigam a relação entre inovação, investimento e produtividade. Os autores desenvolvem duas análises: um modelo específico de *cross section* aplicado para a amostra conjunta e para as sub-amostras (energia, agronegócio, insumos básicos, mecânica, eletrônica, indústrias criativas, base química e orgânica e subsistemas aeroespaciais) nesse, considerou-se 6.202 empresas fornecidas pela pesquisa da PINTEC de 2005. Para a segunda análise desenvolve um painel, considerando o método de efeitos-fixos.

Brito et al. (2009) indicam em suas conclusões que, para análise em *cross section* os resultados apontam que o tamanho da empresa, o grupo que a empresa faz parte e o esforço inovativo (entendido aqui como quantitativo de pessoal ocupado em atividades de P&D em relação ao total de pessoal ocupado), possuem coeficiente positivo e significância estatística quando correlacionados com a produtividade. Ou seja, um aumento no número de pessoal ocupado em P&D ou no tamanho da empresa, indica um provável efeito positivo na produtividade do trabalho. Os resultados da análise em painel, também mostram uma relação positiva com significância estatística entre esforço em P&D e produtividade.

Carvalho e Avellar (2017) investigam a relação entre inovação e o desempenho das empresas na indústria brasileira. Como indicador de produtividade, os autores usam a

produtividade total dos fatores e a produtividade do trabalho, considerando uma divisão de quatro grupos para as variáveis explicativas, à saber, características dos negócios, experiência tecnológica, indicadores de inovação (com base em novos produtos e processos) e, classificação do setor por intensidade tecnológica¹⁷, índice tecnológico e mudanças organizacionais. Dois métodos econométricos são utilizados para alcançar o objetivo proposto. Uma análise em corte transversal para o ano de 2008 e dados em painel para 2003, 2005 e 2008. Com base nos dados fornecidos pelo IBGE através da PIA, Pesquisa de Inovação (PINTEC) e Secretaria de Comércio Exterior (SECEX/MDIC). Os resultados encontrados indicam que o tamanho e a participação do capital estrangeiro possuem impacto positivo na produtividade das empresas. A análise de corte transversal aponta que, quando se considera a produtividade do trabalho, há uma relação entre os indicadores de inovação e o desempenho das empresas. Ao considerar a produtividade total dos fatores, os resultados tornam-se não significativos.

Carvalho e Avellar (2017), afirmam que as empresas classificadas como média intensidade apresentaram um coeficiente positivo e significativo. Sendo esse coeficiente mais baixo em setores de baixa intensidade tecnológica. Para a análise em painel, a relação não apresentou resultado significativo, o que levou os autores a levantar a hipótese de que o fato de o Brasil ter maior concentração industrial nas áreas de baixa e média intensidade tecnológica, pode ter afetado a relação entre inovação e produtividade do país.

Cavalnti, Jacinto e De Negri (2015), propõe uma versão reduzida do modelo CDM para analisar a relação entre esforço inovativo, inovação e produtividade do trabalho na indústria do Brasil. Os autores desenvolveram uma análise em *cross-section*, para o ano de 2008 e em painel para a década de 2000 a 2008. Nesse trabalho, consideraram as seguintes variáveis: capital por pessoal ocupado, investimento em P&D por pessoal ocupado, proporção de pessoal ocupado com 3º grau completo, empresa exportadora, empresa de capital nacional, *dummies* para setores com base na CNAE, estoque de conhecimento por pessoal ocupado, estoque de P&D, máquinas e equipamentos por pessoal ocupado, idade da empresa, proporção da receita líquida de vendas. Os dados foram coletados da PINTEC e da PIA, considerando o período de 2000, 2003, 2005 e 2008, da Relação Anual de Informação Social (Rais), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), do Ministério do Desenvolvimento, e da Indústria e Comércio Exterior (MDIC).

¹⁷ A classificação tecnológica usada por Carvalho e Avellar (2017) é baseada em Lall (2000)[*The technological structure and performance of developing coun-try manufactured exports, 1985–98. Oxford Development Studies, 28(3),337–369*]. Sendo uma combinação da taxonomia proposta por Pavitt (1984), e citada neste trabalho com a tipologia da intensidade tecnológica da OCDE.

Conforme Cavalcante, Jacinto e De Negri (2015) os resultados encontrados mostram que, há uma correção positiva e estatisticamente significativa entre esforço inovativo e ganhos de produtividade. As empresas que inovam apresentam um nível de produtividade 30% maior que as não inovadoras. Quanto maior for a intensidade tecnológica do setor, maior sua relação entre P&D e produtividade.

1.4. Considerações parciais

Esse capítulo teve como objetivo garantir a construção argumentativa do nexo relacional entre o esforço inovativo e produtividade. Mostrou-se que a partir das obras de Schumpeter a literatura econômica passou a contar com uma abordagem mais realista para entender o processo de crescimento. A brilhante argumentação desse autor trouxe a luz para a inovação e incentivou os autores neoschumpeterianos a descreverem os aspectos microeconômicos do desenvolvimento, a origem do processo. Considerando o que foi exposto, se pode concluir que há um indicativo no sentido de que quanto maior é o esforço inovativo (em um setor com elevada oportunidade tecnológica), maior a produtividade. Ao que tudo indica, a capacidade de transformar esforço inovativo em produtividade é setor específico e aparentemente mais intensa em setores com maior intensidade tecnológica. Dessa forma, o próximo capítulo dedica-se a verificar essa hipótese analisando dados para a indústria de transformação brasileira.

2. FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA E APRESENTAÇÃO DOS DADOS

2.1. Introdução

Esse capítulo tem como objetivo descrever a metodologia utilizada na dissertação e a descrição e análise dos dados utilizados para alcançar os objetivos propostos. Desta forma, o presente capítulo trata sobre temas relacionais a inovação, medidas de produtividade, apresentação da base de dados e variáveis e análise descritiva da base de dados. Esse capítulo é relevante para descrever um panorama geral sobre os dados utilizados na pesquisa e importante para mostrar alguns dados utilizados na modelagem econométrica do próximo capítulo.

2.2. Inovação e Produtividade: Formas de mensuração

2.2.1 Inovação

Os diferentes trabalhos que estudam a relação entre inovação e produtividade usam diferentes definições e metodologias, tanto para medir inovação quanto produtividade. Dessa forma, faz necessário a exposição prévia acerca dos tipos de inovação baseado no Manual de Oslo (1997) o mais citado como referência no assunto, e base para o desenvolvimento da pesquisa utilizada para inferir esforço inovativo nesse trabalho; e as principais metodologias usadas para o cálculo de produtividade.

No Manual de Oslo (1997), a inovação, é dividida em quatro tipos; a) de processos; b) de produtos; c) organizacional; e d) de *marketing*.

Segundo esse manual as inovações de produtos acontecem quando se cria um bem ou serviço completamente novo, ou quando há uma mudança significativa no modo de usar ou nas características funcionais de algum bem ou serviço existente. Um exemplo de inovação de produtos para bens, é o aparelho telefônico. Ao longo do tempo uma série de funções alteraram suas funções primárias de modo significativo.

Esse mesmo manual aponta que para os serviços, uma inovação de produto pode ser a criação ou a alteração das características de um setor já existente. Ou ainda a criação de um setor completamente novo. Por exemplo, a automatização veicular na indústria automobilística e a incorporação de veículos híbridos, naturalmente, demanda a criação de

novas profissões, como, mecânico de veículos híbridos, mecânico especialista em telemetria e técnicos em informática veicular.

Novos produtos são bens ou serviços que diferem significativamente em suas características ou usos previstos dos produtos previamente produzidos pela empresa. Os primeiros microprocessadores e câmeras digitais foram exemplos de novos produtos usando novas tecnologias. O primeiro tocador de MP3 portátil, que combinou padrões de softwares existentes com a tecnologia de disco rígido miniaturizado, foi uma nova combinação de tecnologias existentes. (MANUAL DE OSLO, 1997, p. 57).

Enquanto as inovações de produtos estão relacionadas com a criação de novos bens ou serviços, nesse manual explica que as de processos tratam do aprimoramento ou criação de métodos de produção ou distribuição desses bens e serviços. Um exemplo de inovação de processos é o método toyotista, que revolucionou o método de produção de carros, transbordando inclusive para outros setores da economia.

Segundo o Manual de Oslo (1997), as inovações de processos para os serviços, acontece quando, por exemplo, um escritório de consultoria imobiliária implanta em seu processo de fornecimento de serviços, um novo *software* capaz de gerar um relatório de análise de mercado imobiliário. Nesse último caso, não há a criação de um novo serviço, nem a criação de uma nova característica de um serviço existente, tampouco a criação de um novo bem, mas, há uma otimização no processo de fornecimento do serviço. Essa distinção entre inovação de produtos e de processos no setor de serviços, é por vezes, embaraçosa de se fazer. Por isso, o Manual de Oslo (1997, p. 64), destaca:

se a inovação envolve características novas ou substancialmente melhoradas do serviço oferecido aos consumidores, trate-se de uma inovação de produto; se a inovação envolve métodos, equipamentos e/ou habilidades para o desempenho do serviço novos ou substancialmente melhorados, então é uma inovação de processo; se a inovação envolve melhorias substanciais nas características do serviço oferecido e nos métodos, equipamentos e/ou habilidades usados para seu desempenho, ela é uma inovação tanto de produto como de processo.

A terceira categoria apresentada pelo Manual, diz respeito ao desenvolvimento de novos métodos de *marketing* que apresentam alterações expressivas no conceito de um produto já existente, ou até mesmo na embalagem desse produto. Também são inovações de

marketing o reposicionamento de um produto no mercado, as políticas de preços, ou a abertura de novos mercados que atendam melhor as necessidades dos clientes. Geralmente, essas inovações, estão concentradas em fomentar as vendas. No entanto, o método de *marketing* aplicado, embora possa ter sido desenvolvido por uma outra empresa, não pode se repetir dentro da mesma empresa. Isto é, para que seja uma inovação de *marketing* o método deve ser algo completamente novo para empresa que o aplica.

Por exemplo, o primeiro uso de um meio de comunicação ou de uma técnica substancialmente diferente – como o posicionamento de produtos em filmes ou programas de televisão, ou o uso de endossos de celebridades – é uma inovação de marketing. Outro exemplo refere-se ao estabelecimento da marca, como o desenvolvimento e a introdução de um símbolo fundamentalmente novo para uma marca (diferente de atualizações regulares na aparência da marca) que visa posicionar o produto de uma empresa em um novo mercado ou dar-lhe uma nova imagem. (MANUAL DE OSLO, 1997, p. 61).

Quanto as inovações organizacionais, o Manual de Oslo (1997) apresenta que essas acontecem quando há uma implantação de um novo método organizacional com efeitos internos ou externos. Um dos casos onde as inovações organizacionais podem acontecer, é quando há a implantação de um novo método para direcionar as responsabilidades e decisões dos colaboradores (estabelecimento de equipes de trabalho com atividades específicas, estabelecendo uma liderança gerencial com uma subdivisão nova), ou seja, acontece internamente no local de trabalho.

Essas inovações podem também acontecer dentro das práticas de negócios da empresa quando há a implantação de um novo método que altere processos e rotinas existentes na empresa. Por exemplo, quando é implementado um método para distribuir o conhecimento acumulado e as boas práticas já adquiridas para outros colaboradores, ou quando se desenvolve um método novo de gerenciamento da produção, estoque, ou de relação com os fornecedores.

Por último, segundo esse mesmo manual as inovações organizacionais podem acontecer nas relações externas. Nesse caso, alguns exemplos são, os novos métodos de relacionamento desenvolvidos com intuito de reorganizar a relação com clientes, empresas terceirizadas e com o poder público. Em suma, essas inovações estão quase sempre buscando uma maior produtividade da empresa via redução dos custos administrativos ou transacionais.

Esses tipos de inovações, sobretudo, de produto e processos, conforme o que já foi apresentado no capítulo anterior, também são resultado do esforço inovativo desempenhado dentro de cada setor. O esforço inovativo, por sua vez, é medido através da decomposição dos gastos com atividades inovativas, variável que será vista em detalhe nesse capítulo.

2.2.2 Medidas de Produtividade

Quanto as medidas de produtividade as mais usadas na literatura estuda são:

Produtividade Total dos Fatores (PTF) e produtividade do trabalho. Como toda metodologia, ambas apresentam pontos positivos e negativos.

A PTF é uma metodologia oriunda das discussões dos trabalhos de Abramovitz (1956), Denison (1962), Griliches (1970), mas principalmente o artigo seminal de Solow publicado em 1957.

A origem dessa metodologia está diretamente ligada a discussão do resíduo de Solow e a necessidade de separar os ganhos gerados por cada fator de produção, numa determinada função de produção. É a partir de Solow (1957) que a função de produção ainda objeto de estudo da microeconomia, passa a ter um posto macroeconômico.

Segundo Carvalho (2001), para Solow (1957) a PTF representa a mudança tecnológica, que varia ao longo do tempo e pode ser expressa a partir do deslocamento da função de produção, a PTF “É, portanto, um fator que é multiplicado pela função de produção tradicional e é estimado como resíduo”. (CARVALHO, 2001, p. 71).

Abramo (2014) argumenta que embora essa metodologia seja difundida e tenha contribuído para o debate, apresenta algumas fragilidades. Dentre essas, a autora aponta o fato de o resíduo não ser algo definido. Isso pode atribuir ao progresso técnico variáveis que não necessariamente se conectam com os níveis tecnológicos. No mesmo sentido, Carvalho (2001) explica:

se o resíduo for interpretado como a produtividade total dos fatores — seja como progresso técnico (Solow), seja como avanço do conhecimento (Denison, 1962;1964) —, é saudável para uma economia ter um resíduo elevado ou crescente. Nesse caso, a pressuposição é a de que a teoria e sua mensuração estão corretas, embora possam ser feitas, aqui e ali, algumas ressalvas sobre a qualidade das estatísticas. Esse último ponto de vista foi o dominante — ou seja: representa o *mainstream*. Em outras palavras, transformou-se o problema (ou defeito) do incômodo resíduo numa virtude. (CARVALHO, 2000, p. 70).

Carvalho (2000) segue com as críticas a PTF, apontando que a tentativa de medir a produtividade a partir da função de produção pode partir de pressupostos não realísticos. Em parte, porque os fatores de produção, tanto capital como trabalho, possuem características heterogêneas entre si. Isso impede que se faça uma medição igual para todas as unidades, “o capital é um conceito eminentemente monetário. Portanto é impossível medi-lo em unidades físicas ou unidades de eficiência”. (CARVALHO, 2000, p. 74).

Para Carvalho (2000), o trabalho também possui uma parcela de unidade física (homens/ hora) que varia de acordo com o quem emprega a mão-de-obra. Mesmo a tentativa de ajustar a função considerando *dummies* para masculino, feminino, ou graus escolares, ainda há disparidades significativas que não dependem apenas disso.

Ainda segundo esse autor, não é possível medir separadamente a parcela de cooperação para o crescimento de cada fator de produção. Os fatores de produção possuem efeito um sobre o outro, de modo que essa sinergia impossibilita a separação dos ganhos.

Carvalho (2000) também discute o pressuposto que o comportamento das firmas no geral pode ser expresso a partir da função de produção total simplesmente somando as funções de produção unitárias. Segundo esse autor, nem sempre esse argumento é real um exemplo disso é a popular função Cobb-Douglas, pois, “Uma agregação de funções Cobb-Douglas não resulta numa função Cobb-Douglas. – pois esta pressupõe que o capital e o trabalho sejam sempre multiplicados, o que não ocorre num somatório”. (CARVALHO, 2000, p. 75).

As medidas de produtividade, no entanto, não necessariamente precisam ser calculadas por uma função de produção. Outras medidas, como as aritméticas, são amplamente usadas para calcular a produtividade parcial, como é o caso dessa dissertação.

Segundo OCDE (2001), a produtividade do trabalho consegue capturar como a mão-de-obra produtiva é usada para gerar o valor adicionado ou a produção bruta. De certo modo, as variações da produtividade do trabalho são reflexo do comportamento dos outros insumos ligados a função de produção. Entretanto, não se caracteriza como uma boa medida para avaliar a produtividade específica por trabalhador. Isso acontece porque o trabalho pode variar a partir das características de cada pessoa, como supracitado.

Sobre a produtividade do trabalho, a literatura estudada discute sobre qual a melhor composição da fórmula para o cálculo. Discute-se quais variáveis deveriam compor a equação, se usando a população ocupada total ou horas trabalhadas; se valor adicionado ou produção bruta.

Abramo (2014) argumenta que a literatura¹⁸ apresenta respaldos suficientes para crer que o valor adicionado é a medida “mais próxima da realidade”, visto que é uma medida líquida. Usá-lo pode evitar um “superdimensionamento” nos resultados.

Nesse mesmo sentido, Consenza (2003) argumenta que o valor adicionado é uma medida precisa não só para inferir condições empresariais, mas mostra-se eficiente e devidamente clara para o uso no cálculo da produtividade:

A análise do valor adicionado pode servir como uma ótima fonte complementar de explicação para os aspectos relacionados com a eficiência e a produtividade alcançada por uma empresa, dada a sua inter-relação com a contribuição proporcionada por cada fator produtivo ao processo de produção. (CONSENZA, 2003, p. 20).

Sabóia e Carvalho (1997), também apontam para o valor adicionado como uma boa medida para o cálculo de produtividade do trabalho. Bruno (1978¹⁹ apud NASSIF, 2008, p. 77) afirma que o valor adicionado dividido pela população ocupada total, é a medida mais adequada para mensurar produtividade.

Baltar et al. *apud* Furtado (1990, p. 14) argumenta que calcular a produtividade a partir da razão valor adicionado por trabalhador, pode ser uma medida rigorosa, já que sintetiza “as condições e o objetivo da produção capitalista”. O valor adicionado por trabalhador expressa o lucro ou o incremento da produção em termos monetários. Esse conceito não se reduz a uma discussão acerca de como medir produtividade, mas de certo modo, procura captar “aspectos essenciais da produção capitalista”.

Sobre o uso da população ocupada total versus horas trabalhadas, há argumentos que fortalecem as duas medidas, não há um consenso claro deixando mais uma vez a responsabilidade sobre o agente pesquisador. Sendo considerado o objetivo da pesquisa e a disponibilidade dos dados.

Conforme Bonelli (2002), há pelo menos dois motivos que corroboram para o uso da população ocupada em detrimento das horas trabalhadas; o primeiro, a contagem por unidade de trabalho por ser mais simples tende a conter menos erros; o segundo, quando considerado um longo prazo, as flutuações no tempo de trabalho perdem importância.

¹⁸ As literaturas usadas por Abramo (2014), e que também sevem de respaldo para nosso estudo, são: Considera e Valadão (1995); Considera (1998); Rossi Jr. e Ferreira (1999); Carvalheiro (2003); Netto e Curado (2005); Rocha (2007); Nassif (2008); Freeman (2008); e Squeff (2012).

¹⁹ “Duality, intermediate inputs and value-added” (1978).

Esse mesmo autor salienta que no curto prazo, o uso das horas de trabalho demonstra relevância, sendo mais representativa.

Nesse trabalho, optou-se por calcular a produtividade do trabalho a partir da relação entre Valor da Transformação Industrial (VTI) e população ocupada, sendo o primeiro dividido pelo último. Essa metodologia também é bastante usada quando o objetivo do trabalho é calcular a produtividade da indústria de transformação (à lá, Coelho, Kubota e Figueiredo (2015), Britto, Amaral e Alencar (2015), Gomes e Ribeiro (2015), Júnior e Ledo (2015) e Cavalcante, Jacinto e De Negri (2015)). O VTI é usado como uma *proxy* do valor adicionado pois trata do valor bruto da produção industrial menos o custo das operações industriais.

A opção de trabalhar com a produtividade do trabalho se deu, pois, a literatura a apresenta como a medida mais robusta no sentido de medir o incremento da produção por trabalhador sem desconsiderar os ganhos dos outros fatores. Não é uma tentativa de isolamento do insumo trabalho, mas uma tentativa de capturar os ganhos médios da produtividade parciais.

Assim, esse capítulo é destinado a apresentar a base de dados e as variáveis que serão usadas no modelo. Dessa forma, divide-se em quatro seções além dessa; na segunda, discute-se a base e os dados a partir de suas definições teóricas e composições de cálculo; a terceira, trata da análise descritiva da base utilizada; a quarta e última, dedica-se as considerações finais.

2.3. Apresentação da base de dados e variáveis

2.3.1. Pesquisa Industrial Anual – Empresa (PIA-EMPRESA)

Segundo a série de relatórios metodológicos publicada pelo IBGE em 2004, A Pesquisa Industrial Anual (PIA) teve início em 1966, ajustando-se em 1996 as mudanças propostas pelo Programa de Modernização das Estatísticas Econômicas. Nesse momento, a PIA foi adequada aos novos padrões estatísticos da indústria, do comércio e dos serviços transformando-se em duas, a saber, PIA-Produto e PIA-Empresa.

Nesse mesmo relatório são apontados pelo menos quatro objetivos principais da PIA; estabelecer-se como um centro de informações para outras pesquisas que tratem da indústria extrativa e de transformação; apresentar as características da indústria extrativa e de transformação através do dimensionamento dos dados de população ocupada, produção, consumo intermediários e custos industriais. Estando esses dados dispostos tanto para o

Brasil, quanto para as dimensões regionais, e organizados por atividade de acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE; dispor de uma base de dados da indústria que atendesse ao Sistema de Contas Nacionais, tanto na abordagem nacional quanto regional; e permitir uma análise setorial, diversificada e mais profunda da indústria extrativa e de transformação, garantindo indicadores como a produtividade do trabalho, análises de concentração, e intensidade do capital empregado.

A PIA-Empresa publicou a primeira série em 1996. Ao longo do tempo devido sua metodologia e abrangência, foi substituindo outros Censos Industriais tornando-se a principal base de inferência das características e das mudanças da estrutura de produção da indústria do Brasil (IBGE, 2004).

Segundo IBGE (2004) apenas entram para as estatísticas da PIA- Empresa, as empresas que em 31 de dezembro do ano de referência do cadastro básico de seleção atenderem aos seguintes requisitos:

estar em situação ativa no Cadastro Central de Empresas (CEMPRE), do IBGE, que cobre as entidades com registro no Cadastro Nacional da Pessoa Jurídica - CNPJ e constantes da Relação Anual de Informações Sociais - RAIS, do Ministério do Trabalho e Emprego; ter atividade principal compreendida nas seções C Indústrias Extrativas e D Indústrias de Transformação, da Classificação Nacional de Atividades Econômicas - CNAE, isto é, estar identificada no CEMPRE com código CNAE nestas duas seções; estar sediada em qualquer parte do Território Nacional; e ter cinco ou mais pessoas ocupadas. (IBGE, 2004, p. 11).

A PIA considera uma amostragem estratificada simples, dívidas em dois níveis: estratos naturais e os estratos finais. No primeiro nível, os estratos são determinados a partir do cruzamento da Classificação da empresa na CNAE com a Unidade Federativa de sua sede; no segundo, os estratos são especificados a partir do número de pessoal ocupado pelas empresas que compreendem os estratos naturais. Desse modo, o estrato final certo é composto pelo grupo de empresas que comportam trinta ou mais pessoas ocupadas, enquanto o estrato final amostral é composto por empresas que possuem entre cinco e vinte e nove pessoas ocupadas (IBGE, 2004).

Atualmente, os dados dessa pesquisa correspondem a uma série de 1966 a 2018, com variações metodológicas. A série usada nesse trabalho (2007-2018) segue a mesma metodologia em todos os anos. Assim, para fins de análise da produtividade do trabalho em

nível microeconômico, optou-se por extrair da PIA-Empresa, as variáveis Valor da transformação industrial (VTI) e Pessoal Ocupado em 31.12 (PO).

A composição da primeira variável é dada pela diferença entre o Valor bruto da Produção Industrial (VBPI) e o Custo das Operações Industriais (COI), sendo calculados ao nível das unidades locais produtivas industriais (IBGE, 2004).

O VBPI correspondente ao nível de unidades locais produtivas industriais, equivale-se a definição de valor das expedições industriais, sendo este, o somatório do valor das vendas de produtos fabricados e dos serviços industriais que a unidade local prestou, mais o valor das transferências dos produtos que são fabricados para ser vendidos em outras unidades locais (IBGE, 2004).

O VBPI para o total da empresa equivale-se ao valor da receita líquida industrial, sendo esta, ajustada pela variação dos estoques de produtos acabados e não acabados, mais o valor da própria produção incorporado ao ativo imobilizado. Para as empresas que possuem mais de uma unidade local, essa variável é resultado da distribuição do VBPI de toda a empresa proporcional ao valor das expedições industriais em cada unidade local. Ou seja, o somatório da receita líquida de vendas de produtos fabricados e serviços industriais fabricados, mais o valor das transferências dos produtos fabricados e serviços industriais que foram transferidos para outras unidades locais da mesma empresa (IBGE, 2004).

Já os Custos das Operações Industriais, é a soma dos custos diretamente ligados a produção que ocorreram no ano de referência. À exceção dos valores gasto com salários e encargos. Assim, soma-se: consumo de matérias-primas, materiais auxiliares e componentes; compra de energia, equipamentos ligados à produção; custos com combustível; serviços ligados a produção; peças e acessórios para manutenção e reparo das máquinas (IBGE, 2004).

Quanto a variável PO, essa inclui todo o pessoal ocupado das unidades locais (dos registros físicos das empresas, do endereço de cada empresa). Conta-se conselho administrativo, diretores e fiscais; pessoas afastadas mesmo que por mais de quinze dias; exceto pessoal remunerado por outra empresa, ou autônomos (IBGE, 2004).

A produtividade do trabalho origina-se da divisão dessas duas variáveis apresentadas acima, sendo a razão entre o Valor da Transformação Industrial e o Pessoal Ocupado.

2.3.2. Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC)

A Pesquisa de Inovação Tecnológica (PINTEC) é realizada de modo trienal. A finalidade dessa pesquisa é levantar dados para entender de inovação das empresas, dispondo

de dados da indústria, serviços²⁰, eletricidade e gás. A série de dados disponível, conta com os triênios publicados em 2000, 2003, 2005, 2008, 2011, 2014 e 2017. Assim, a PINTEC dirige-se às:

empresas registradas no Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ) do Ministério da Fazenda, e àquelas que, no cadastro do IBGE, constam ter atividade principal compreendida nas seções B e C (indústrias extrativas e indústrias de transformação, respectivamente); na seção D, divisão 35 (eletricidade e gás); nos grupos 59.2 (edição e gravação; e edição de música) e 63.1 (tratamento de dados, hospedagem na Internet, e outras atividades relacionadas); e nas divisões 61 (telecomunicações), 62 (serviços de tecnologia da informação), 71 (serviços de arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas) e 72 (serviços de pesquisa e desenvolvimento) da Classificação Nacional de Atividades Econômicas versão 2.0 (CNAE 2.0). (IBGE, 2014, p. 7).

As variáveis apresentadas pela PINTEC estão referenciadas em dois recortes temporais. As informações de característica quantitativa (e.g. dispêndios, pessoal ocupado, receita líquida de vendas e % de impactos das inovações), bem como, de uso de biotecnologia e de nanotecnologia, referem-se ao último ano do triênio de referência da pesquisa. Por outro lado, as informações de caráter qualitativo são referentes ao triênio de referência da pesquisa (e.g. inovação de processo e/ou produtos) (IBGE, 2015).

Essa pesquisa considera como unidade de investigação a empresa sendo esta definida como uma única unidade registrada em um Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica (CNPJ). Entretanto, engloba-se uma ou mais atividades econômicas correspondente ao CNPJ da mesma empresa (IBGE, 2015).

Dessa pesquisa extrai-se os dados das seguintes variáveis: Dispêndio em atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento; Dispêndio em aquisição de máquinas e equipamentos e Valor dos dispêndios com atividades inovativas (Mil Reais).

A primeira variável refere-se a soma das despesas correntes diretas e indiretas, mais as despesas de capital relacionadas a atividade de P&D. Descreve-se: As despesas correntes, refere-se aos custos de mão-de-obra, mais outros custos correntes. Soma-se as importâncias pagas (no ano de referência) ao pessoal ocupado ligado diretamente a atividade de pesquisa e desenvolvimento, os custos de mão-de-obra dos serviços indiretos que apoiam a atividade de P&D, os custos de serviços e compra de materiais e equipamentos para atividade em P&D,

²⁰ Setores de serviço apresentados na PINTEC: de edição e gravação, e edição de música, de telecomunicação, de tecnologia da informação, de pesquisa e desenvolvimento, e de arquitetura, engenharia, testes e análises técnicas)

que não são considerados nas despesas da conta de capital (e.g. livros, água, combustível), despesas administrativas e despesas gerais, mais as despesas com a compra ou desenvolvimento de *software* e material de suporte para P&D. Quanto as despesas de capital, referem-se as despesas anuais brutas relativas aos imobilizados de recursos que foram usados em programas de P&D. Sendo essa a soma das despesas com terrenos, construções, e com máquinas e equipamentos substanciais para atividade interna de P&D (IBGE, 2017).

A segunda, refere-se aos gastos com aquisição de máquinas, equipamentos, *hardware*, que foram adquiridos para implementação de produtos ou processos novos ou aperfeiçoados. Inclui-se: as máquinas e equipamentos que melhoram de modo substancial o desempenho da empresa; a instalação de máquinas equipamentos que mesmo não melhorando substancialmente o desenvolvimento tecnológico, são fundamentais para o desenvolvimento de novos produtos; aquisições de máquinas e equipamentos por arrendamento mercantil. Exceto as máquinas e equipamentos já citados na variável anterior (IBGE, 2017).

A terceira, engloba o somatório das atividades inovativas (P&D interno, P&D externo, aquisição de conhecimento externo à firma; aquisição de máquinas, equipamentos e *software*; treinamento). Por atividade inovativa, entende-se toda fase científica, tecnológica, organizacional e comercial, considerando os investimentos em novos modos de conhecimento, que busquem a inovação de produto e/ou processos. Trata-se das atividades fundamentais para desenvolver e implementar ou aperfeiçoar os produtos e processos. Essas atividades, podem ser desenvolvidas dentro da firma, ou desenvolvidas externamente e incorporadas através da aquisição de serviços. (IBGE, 2017, p. 15).

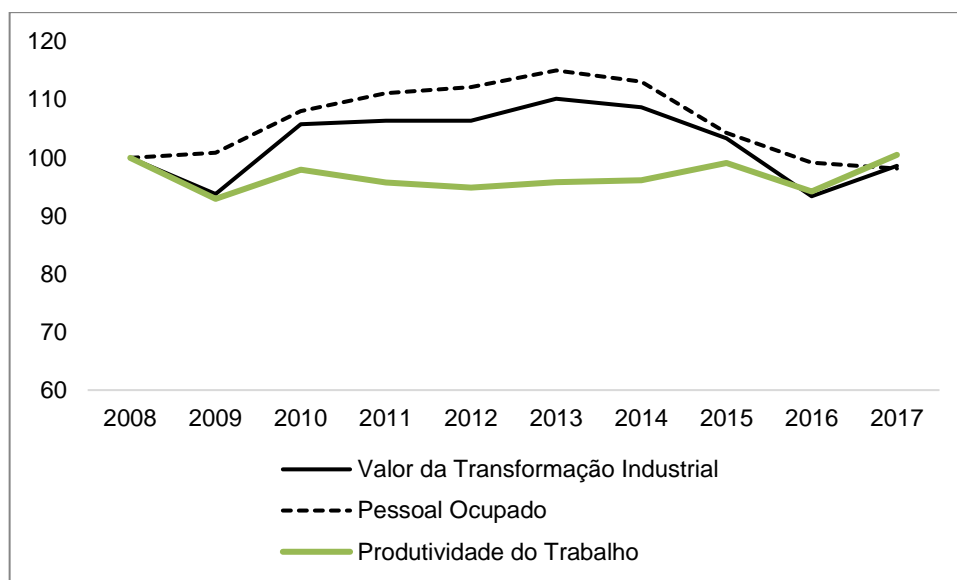
Extrai-se ainda as variáveis Receita Líquida de Venda (Mil Reais) que é o somatório da Receita Bruta da Venda de Produtos e Serviços Industriais, Receita Bruta da Prestação de Serviços Não Industriais, Receita Bruta da Revenda de Mercadorias, Receita Bruta de Outras Atividades, subtraindo as Vendas Canceladas e Descontos Incondicionais, Impostos e Contribuições Incidentes sobre Vendas e Serviços e número de empresas (IBGE, 2017) e o total de empresas por setor.

2.4 Análise descritiva para a base de dados

Nesse subtópico será analisado o comportamento das variáveis utilizadas nessa pesquisa a partir da estatística descritiva, quais sejam: Produtividade do trabalho, valor da transformação industrial, receita líquida, gastos em atividades inovativas, e pessoal ocupado. Nesse sentido, busca-se verificar se os resultados corroboram com o levantamento

bibliográfico apresentado no capítulo I (há uma correlação positiva entre produtividade e esforço inovativo) a partir da construção de Baumol (1967; 2012) em paralelo as concepções neoshumpeterianas e aos estudos empíricos apresentados. Assim, caracteriza-se como objetivo principal desse capítulo responder se há uma correlação positiva entre esforço inovativo e produtividade do trabalho na indústria de transformação para o período de 2008-2017. Para tal, o primeiro passo é entender o comportamento da produtividade do trabalho organizando-a por grupo de intensidade tecnológica seguindo a classificação da OCDE e verificando quais são os setores mais produtivos; depois, verifica-se se os setores mais produtivos também são os que mais investem em atividades inovativas.

Gráfico 1: Comparativo entre a evolução da Produtividade do Trabalho, Valor da Transformação Industrial e do Pessoal Ocupado para Indústria de Transformação no Brasil - (2008-2017)



Fonte: Elaboração própria. A partir dos dados da PINTEC (2008 – 2017)²¹.

O gráfico 1 mostra um comparativo entre a evolução da produtividade do trabalho, do valor da transformação industrial e do pessoal ocupado para a indústria de transformação no período 2008 a 2017 no Brasil²². Os resultados evidenciam uma tendência parecida para as três variáveis analisadas.

²¹ Todos os valores monetários utilizados para análise nessa dissertação foram deflacionados a partir do Índice de Preços por Atacado-IPA da indústria de transformação com base em 2019.

²² A construção do índice considera 2008=100, tal que o índice de 2009 é igual a produtividade do trabalho de 2009, sobre a produtividade do trabalho de 2008 multiplicado pela base 100. Segue-se a mesma metodologia para os anos seguintes.

O valor adicionado apresenta uma queda de -6,3% entre 2008 e 2009, e posteriormente apresenta o melhor resultado da série crescendo 12,9% entre 2009 e 2010. Entre o período de 2010 e 2012 não apresenta grandes variações, até que entre 2013 e 2012 o crescimento é de 3,6%, seguido de queda até 2016, mais precisamente, registra-se a maior queda entre 2015 e 2016, sendo de -9,7%.

Já o pessoal ocupado apresenta uma tendência de crescimento entre 2008 e 2012, sendo de 2009 para 2010 o maior valor de crescimento da série, precisamente 7,1%. Em 2013 o quantitativo de pessoal ocupado declina seguindo essa tendência de queda até 2016, sendo que entre os anos de 2014 e 2015 os dados apresentam a maior queda, caindo - 7,8%.

O comportamento dessas duas variáveis ajuda na compreensão da evolução da produtividade do trabalho para indústria de transformação, uma vez que, a produtividade do trabalho é a razão entre o valor da transformação industrial e do pessoal ocupado.

A série da produtividade do trabalho apresentou uma taxa média de crescimento anual positiva de 0,05%, ou seja, próxima de zero. No geral, pode ser que o incremento de valor adicionado seja resultado em grande parte de um incremento da mão-de-obra e não necessariamente de um ganho de produtividade adquirido pela mão-de-obra já existente.

Analisando o comportamento da produtividade do trabalho para indústria de transformação no período de 2008-2017, percebe-se uma queda expressiva em dois períodos; entre 2008 e 2009 com uma variação de -7,1% e entre 2015 e 2016 com uma variação de - 5,0%. Esses dois momentos, são em parte explicados pelas duas crises que ocorreram no biênio 2008-2009 e outra no biênio 2015-2016.

No primeiro momento o mundo atravessou a crise que teve origem na economia norte americana e se alastrou por toda a economia mundial. Segundo Junior e Mello (2019) antes da crise o Brasil crescia a pelo menos dez semestres, esse fato corroborou para que o PIB de 2008 não caísse tanto. O Brasil estava em uma rota de crescimento com os *boons* de commodities que suavizou o impacto nos primeiros trimestres de 2008.

Em 2009 o PIB caiu expressivamente e levou o poder público a impulsionar a economia através de políticas anticíclicas, tanto fiscais quanto monetárias, como por exemplo, a redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para o setor automotivo²³.

Os efeitos das ações anticíclicas do governo explicam parte dos resultados que aparecem para 2010. Entretanto, as políticas anticíclicas não sustentam um crescimento

²³ Para uma discussão mais profunda acerca do comportamento da indústria brasileira entre 2007-2014, ver Fligenspan (2018); Junior e Mello (2019). Para discussão específica das políticas anticíclicas aplicadas em 2009 na indústria automobilística no Brasil, ver Alvarenga et al. (2010).

contínuo ao longo dos anos. Depois de 2011 pode-se ver um enfraquecimento desses efeitos e consequente estagnação da produtividade.

O segundo momento de 2015 a 2016 o Brasil passava por uma crise interna econômica e política. A agenda eleita, defendida pela então presidente Dilma Rousseff, não encontrou espaço no parlamento, que seguiu com uma série de arrochos monetários e ajustes fiscais apoiando-se na teoria de que a redução do gasto resolveria o problema do déficit fiscal. Somase a isso a operação Lava-Jato, que atingiu empresas importantes para a dinâmica econômica do país (Petrobras, Odebrecht, Camargo Correa etc.) e os atritos entre o poder executivo, judiciário e legislativo.

A tentativa de repetir a estratégia de 2003, com um choque de austeridade no início do mandato presidencial para lançar bases sustentáveis para os semestres subjacentes, dessa vez não logrou sucesso. Os fundamentos macroeconômicos, assim como algumas conjunturas setoriais (por exemplo, o setor elétrico), haviam acumulado certa deterioração ao longo do período anterior – como reação, um abrupto realinhamento dos preços administrados causou uma forte aceleração do Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) já no primeiro trimestre de 2015, e a seguir o nível de atividade caiu, causando também queda na arrecadação de impostos, o que contribuiu de modo decisivo para a precipitação da crise econômica. (JUNIOR; MELLO, 2019, p 119-120).

Em suma, a indústria de transformação apresentou uma produtividade média do trabalho estagnada com um baixo crescimento, próximo de zero. O emprego segue em queda desde 2013, junto com valor da transformação industrial que segue a mesma tendência exceto para o último ano 2017.

Depois de analisar os dados para indústria de transformação, faz-se importante uma análise por intensidade tecnológica. Além da construção fundamental de que o esforço inovativo é importante para produtividade, Baumol (2012) indicou em seus estudos que os setores mais intensivos em tecnologia e menos intensivos em mão-de-obra eram os setores com maior produtividade.

A classificação da OCDE, define os setores por intensidade tecnológica, assim, a seguir, verifica-se a construção desse argumento, no sentido de averiguar se os setores mais

intensos em tecnologia são os que apresentam os maiores números de produtividade média do trabalho para indústria de transformação no Brasil durante o período de 2008 -2017²⁴.

Tabela 1: Produtividade Média Agregada por Intensidade Tecnológica no Brasil - com outlier – (2008-2017)

Intensidade/Ano	2008	2011	2014	2017
Baixa	144.12	151.86	155.31	147.34
Média-baixa	287.81	334.61	297.45	316.93
Média-alta	235.99	217.31	207.46	216.03
Alta	260.22	238.09	247.36	278.78

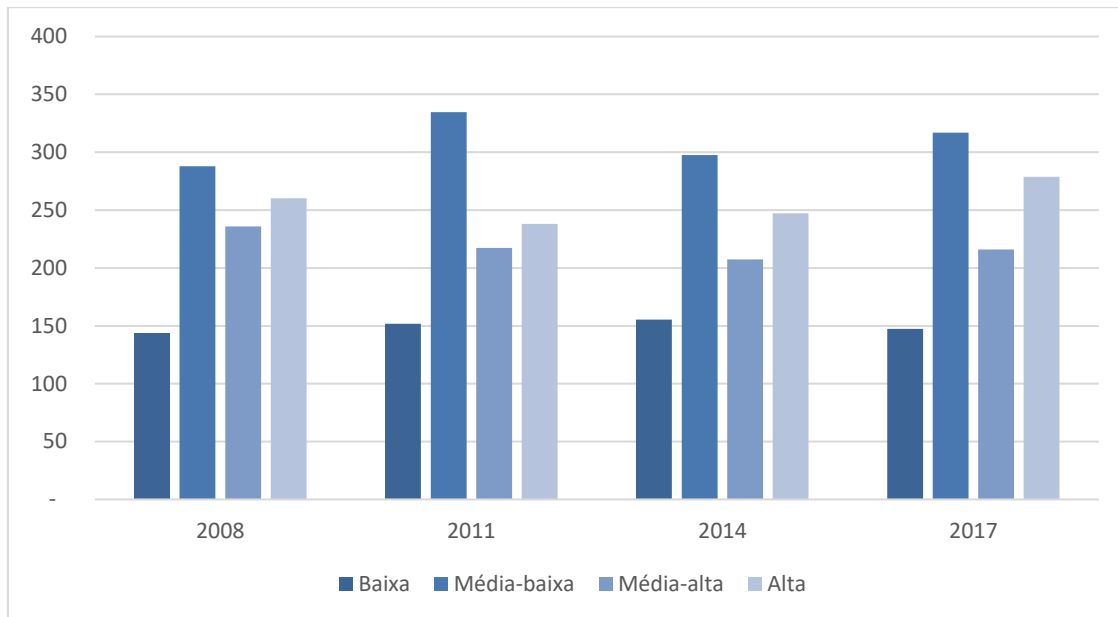
Fonte: Elaboração própria.

A produtividade média do trabalho agregada por intensidade tecnológica para os anos 2008, 2011, 2014 e 2017, no Brasil, é descrita na tabela 1. Nos resultados da tabela 1 estão todas as variáveis, inclusive os *outliers*, ou seja, os resultados atípicos de algumas variáveis, especificamente, dos setores de Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis e fumo. Os dados mostram a variação da produtividade diferente entre os setores de baixa, média-baixa, média-alta e alta intensidade tecnológica.

Os melhores resultados da produtividade ocorreram nos setores de média-baixa intensidade tecnológica, enquanto os piores resultados incluem os setores de baixa intensidade tecnológica no Brasil. O melhor resultado ocorreu em 2011 nos setores de intensidade tecnológica média-baixa, na qual, fechou a produtividade média do trabalho agregada em 334.61. Esse resultado é em grande parte impulsionado pelos ganhos de produtividade do setor de petróleo entre 2008 e 2011. A tendência de crescimento do setor de petróleo só muda em 2012, um dos motivos da queda pós 2011 está atrelada a queda dos lucros da Petrobras, principal empresa do setor. O pior resultado ocorreu em 2008 nos setores de baixa intensidade tecnológica, que fechou em 144.12. Mas não representa uma variação significativa na série correspondente.

24 Os valores para o cálculo da produtividade média do trabalho por intensidade tecnológica são referentes aos anos de 2008, 2011, 2014 e 2017. Isso acontece para que seja possível relacionar adiante com os dados de esforço inovativo disponíveis por triênio pela PINTEC.

Gráfico 2: Produtividade Média do Trabalho por Intensidade Tecnológico (vti/po) no Brasil – com outlier - (2008 - 2017) – em Mil Reais



Fonte: Elaboração própria.

Os dados da tabela 1 podem ser mais bem visualizados pelo gráfico 2. Nesse gráfico 2, os resultados apontam que a produtividade média do trabalho por intensidade tecnológica não passou por grandes alterações nos setores de baixa intensidade tecnológica, no caso da média-alta e alta intensidade tecnológica houve instabilidade nos resultados de forma semelhante. Entre 2008 a 2011 melhorou o resultado, caindo em 2014 e se recuperando em 2017. O resultado do setor de média-alta intensidade tecnológica passou por um período de queda entre 2008 até 2014, com um processo de crescimento em 2017, mas não retomou ao patamar de 2008.

Quando considerado todos os setores, inclusive os *outliers*, o setor de Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis apresenta uma produtividade muito acima da média dos outros setores sobrevalorizando a produtividade do grupo média-baixa, em parte, isso acontece porque esse setor é intensivo em capital e comporta baixos índices de mão-de-obra. Soma-se a isso, o fato de que uma das principais empresas estatais do Brasil, a Petrobras, como supracitado, tem participação expressiva nos ganhos encontrados nesses resultados.

Os resultados confirmam que o melhor desempenho ocorreu nos setores de média-baixa intensidade tecnológica no Brasil, especificamente, entre 2008-2011 com o aumento de 16,26% da produtividade média do trabalho. Por outro lado, o pior resultado ocorreu entre

2011-2014 nos setores de média-baixa intensidade tecnológica no Brasil, com resultado da queda de produtividade do trabalho em -11,10%.

Os dados da produtividade do trabalho média por intensidade tecnológica com *outlier* no Brasil mostram que os setores de mais elevada intensidade tecnológica (média-baixa, média-alta e alta) são, no geral, de maior produtividade quando comparado aos de baixa intensidade tecnológica.

Ao analisar a tabela 2 e gráfico 3 que apresentam os resultados excluindo os *outliers*, a relação positiva entre intensidade tecnológica e produtividade do trabalho fica ainda mais expressiva.

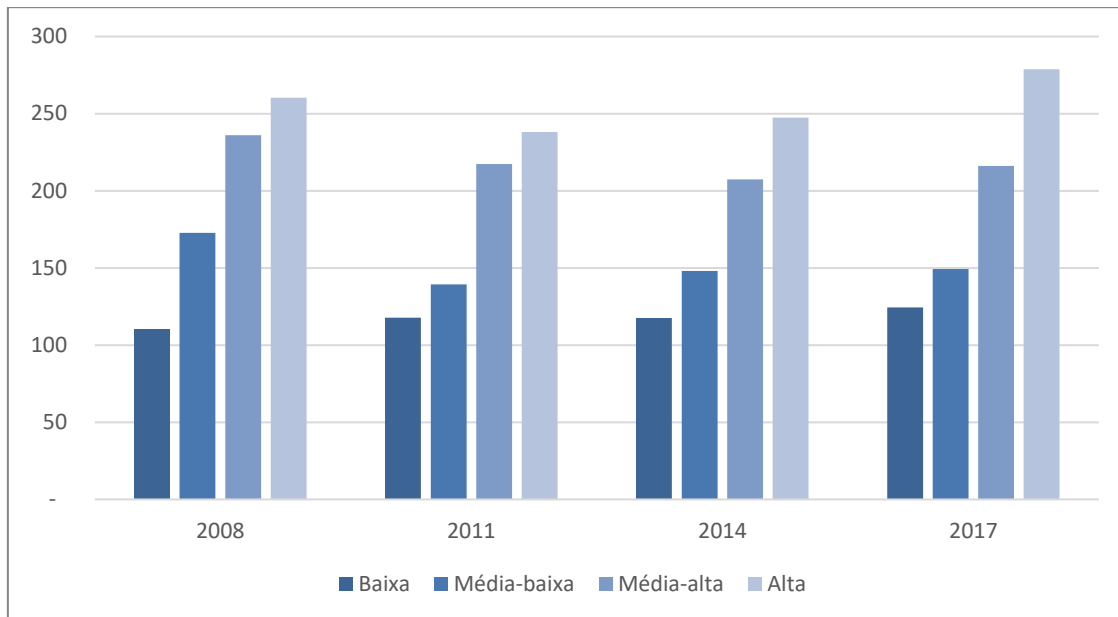
Tabela 2: Produtividade Média Agregada por Intensidade Tecnológica no Brasil - sem outlier – (2008 - 2017) – em Mil Reais

Intensidade/Ano	2008	2011	2014	2017
Baixa	110,68	117,81	117,48	124,38
Média-baixa	172,77	139,39	148,02	149,28
Média-alta	235,99	217,31	207,46	216,02
Alta	260,22	238,09	247,35	278,78

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 2 mostra a produtividade média agregada por intensidade tecnológica, no Brasil, em 2008, 2011, 2014 e 2017 sem *outliers*, os resultados diferem dos resultados descritos na tabela 1 no e gráfico 2. Nesse caso, quanto à produtividade média do trabalho, os mais produtivos são dos setores de média-alta e alta intensidade tecnológica quando comparados com os de baixa e média-baixa intensidade tecnológica, na qual, esses dois últimos têm menor produtividade do trabalho no Brasil. O mais produtivo de todos os setores é o de alta intensidade tecnológica e teve o período de maior produtividade em 2017, com produtividade média em 278,78, enquanto o menos produtivo foi o de baixa intensidade tecnológica, principalmente no ano de 2008, com produtividade dos setores em 110,68.

Gráfico 3: Produtividade Média do Trabalho por Intensidade Tecnológico (vti/po) no Brasil – sem outlier - (2008 - 2017) – em Mil Reais



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico 3 mostra a produtividade média agregada por intensidade tecnológica no Brasil em 2008, 2011, 2014 e 2017 sem *outlier*. O comportamento das variáveis mudou quando retirado petróleo e fumo, como pode ser observado, os dados mostram um padrão, onde, a produtividade se altera de acordo com a intensidade tecnológica dos setores, sempre de forma positiva, isto é, a produtividade média do trabalho dos setores de alta intensidade tecnológica é maior do que do de média-alta, o de média-alta maior do que o de média-baixa e o de média-baixa maior do que de baixa. Assim, teoricamente, os dados são mais coerentes com a literatura quando retirados os *outliers*. Os resultados indicam que os setores com maior intensidade tecnológica são mais produtivos.

Os resultados apontam que a maior queda da produtividade do trabalho no Brasil na série histórica ocorreu nos setores de média-baixa intensidade tecnológica, com queda de - 19,32% entre 2008-2011, enquanto a melhor variação percentual da produtividade do trabalho ocorreu em 2014-2017, nos setores de alta intensidade tecnológica com 12,7% de aumento. Nenhum dos setores obtiveram resultados de crescimento ou queda contínua da produtividade do trabalho no período analisado.

Na literatura apresentada no capítulo um, pode-se perceber que Baumol (1967; 2012) indicou a importância da intensidade tecnológica para os ganhos de produtividade. O autor

mostra que os setores menos intensos em mão-de-obra, e que, permitiam uma absorção da tecnologia desenvolvida são os setores que apresentavam maior produtividade.

No mesmo sentido de Baumol (1967; 2012) os resultados mostram que para indústria de transformação no Brasil, há uma relação positiva entre intensidade tecnológica e produtividade. Pavitt (1984), por sua vez, indica que esses setores mais produtivos, são também os setores que mais investem em P&D, e o fazem porque possuem maiores oportunidades tecnológicas.

Assim, a seguir, ver-se os resultados de investimento em atividades inovativas e as duas principais variáveis que o compõe no caso da indústria de transformação do Brasil, a saber, dispêndio com atividades internas em P&D e dispêndios com máquinas e equipamentos, constatando se os resultados corroboram com o que foi discutido por Pavitt (1984).

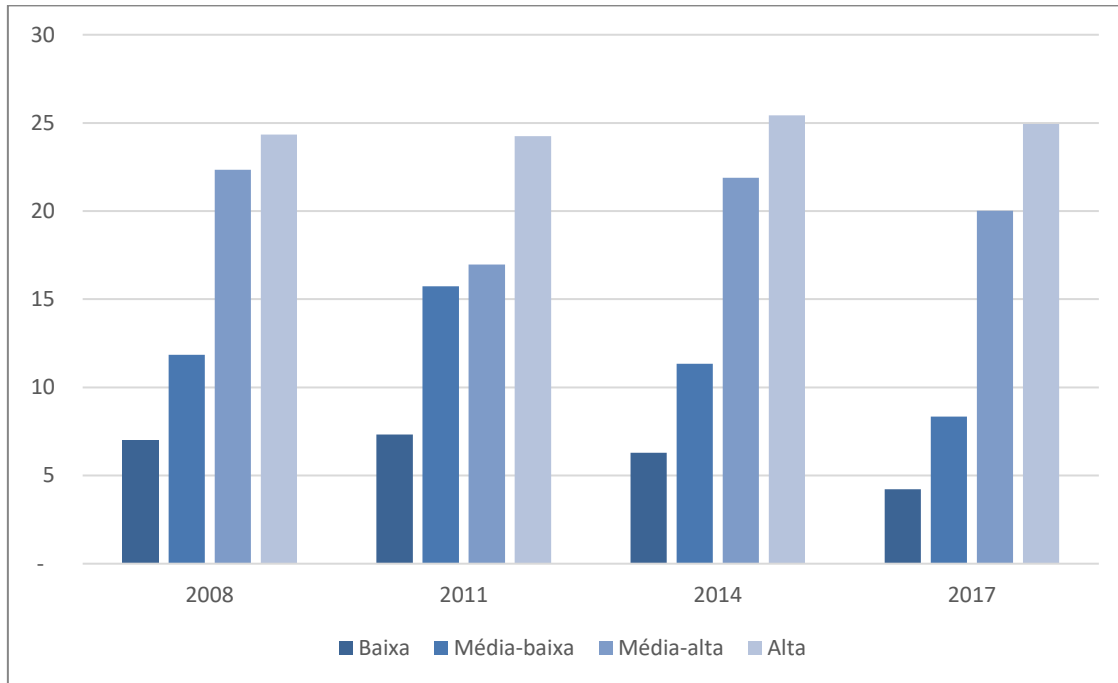
Tabela 3: Valor dos dispêndios com atividades inovativas por trabalhador no Brasil agregado por intensidade tecnológica- (OCDE) – (2008 - 2017) – em Mil Reais

Intensidade/Ano	2008	2011	2014	2017
Baixa	6.98	7.32	6.30	4.21
Média-baixa	11.85	15.74	11.34	8.35
Média-alta	22.35	16.97	21.89	20.02
Alta	24.33	24.25	25.43	24.94

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 3 mostra o valor dos dispêndios com atividades inovativas (mil reais) por trabalhador, no Brasil, agregado por intensidade tecnológica em 2008, 2011, 2014 e 2017. A tabela 5 evidencia que os dispêndios com atividades inovativas por trabalhador no Brasil, ocorreram, principalmente, nos setores de alta intensidade tecnológica, ou seja, nos setores mais produtivos, como observados nas tabelas analisadas anteriormente. Ao contrário, nos setores de baixa intensidade tecnológica no Brasil, que são aqueles apontados nas análises anteriores como os menos produtivos, têm os menores dispêndios com atividades inovativas por trabalhador.

Gráfico 4: Valor dos dispêndios com atividades inovativas por trabalhador no Brasil agregado por intensidade tecnológica- (OCDE) – (2008- 2017) – em Mil Reais



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico 4 mostra o valor dos dispêndios com atividades inovativas (mil reais) por trabalhador no Brasil agregado por intensidade tecnológica em 2008, 2011, 2014 e 2017. Pelo o gráfico 4, percebe-se que no Brasil, os dispêndios com atividades inovativas por trabalhador aumentaram para os setores de baixa e média-baixa intensidade tecnológica entre 2008-2011, mas apresentaram queda nos anos seguinte durante todo o resto da série (2011-2017). Por outro lado, a série histórica mostra que os setores de alta intensidade tecnológica não apresentam um deslocamento significativo, manteve-se o padrão de dispêndios com atividades inovativas no Brasil.

Tanto a melhor variação percentual (crescimento de 32,74% entre 2008-2011) quanto a pior (queda de -33,11% entre 2014-2017) ocorreram nos setores de média-baixa intensidade. Parte dessa variação é explicada pelo setor de Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis. Em 2011 esse setor representava 9,1% dos valores dos dispêndios com atividades inovativas de toda a indústria de transformação, caindo para 7,8% em 2017.

Uma parcela dessa variação em atividades inovativas por trabalhador no setor de Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis é explicada pelas variações dos investimentos em P&D feitos pela Petrobras no período.

Para toda a indústria de transformação os resultados mostram uma queda nos valores dos dispêndios com atividades inovativas por trabalhador entre 2008 e 2017 de -20,08%. Já para os valores em absolutos (sem dividir por trabalhador) há uma variação percentual negativa de -32,08% entre os anos de 2008 e 2017.

A redução nos gastos direcionados as atividades inovativas pela Petrobras e consequentemente queda na participação do setor de Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis para o total da indústria de transformação, reforçam o aumento da participação dos setores de alta intensidade tecnológica (Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos e Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos).

Os setores de alta intensidade tecnológica que representavam 7,98% em 2008 do total gastos com atividades inovativas de toda indústria de transformação em absoluto, passam a representar 11,12% em 2017. Essa variação pode parecer um aumento significativo da participação dos setores de alta intensidade tecnológica nos gastos em atividades inovativas, mas na verdade há uma queda nesse setor de - 6,3% no valor dos dispêndios com atividades inovativas.

O setor de alta intensidade tecnológica apresenta uma melhora apenas quando se analisa o valor do dispêndio por trabalhador, ainda assim, corresponde a um aumento de 2,5% entre 2008 e 2017. Em outras palavras, o aumento da participação é acentuado pela perda dos outros setores.

A queda nos valores dos dispêndios com atividades inovativas por trabalhador de 2014 para 2017 poderiam ter sido ainda piores se não fosse o aumento do setor de Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores. Tendo como principal empresa a Embraer (que embora esteja no setor de média-alta intensidade tecnológica a fabricação de avião quando separada pertence ao setor de alta intensidade tecnológica), esse setor aumentou seus valores de dispêndios por trabalhador em 44,8% entre 2008-2017.

Já quando se analisa o valor do dispêndio com atividades inovativas em absoluto do setor de Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores, observa-se uma variação percentual positiva de 28,5% entre 2008-2017.

Para o ano de 2017 os principais setores para o investimento em atividades inovativas em termos de participação são: Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto

veículos automotores, que vem aumentando sua participação no total gasto em atividades inovativas; Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos; e Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos, que embora não apresentem um aumento elevado também crescem; Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis que vem reduzindo drasticamente sua participação ao longo da série analisada. Juntos, esses setores são responsáveis por mais de 26% dos investimentos totais e dividem-se entre alta intensidade tecnológica, média-alta e média-baixa.

Tanto para os dados de dispêndio com atividades inovativas em absoluto quanto para os dados per capita, o que se observa é uma tendência de queda quando analisado o período de 2008-2017 para indústria de transformação no Brasil. Esse dado é importante, porque mesmo com a queda da mão-de-obra na indústria de transformação brasileira, há um declínio do dispêndio direcionado a atividades de inovação.

Alguns motivos podem ter influenciado a diminuição dos dispêndios em atividades inovativas, sobretudo para o período entre 2014 e 2017. Um deles, já citado foi a queda dos investimentos da Petrobrás, que não só é fundamental para o setor de média-baixa intensidade tecnológica como para toda a indústria de transformação do Brasil; A crise econômica e política (já discutida anteriormente); e a redução do apoio público para inovação, discutidas na nota técnica publicada pelo IPEA em 2020²⁵.

Em 2014, por exemplo, o valor desembolsado em forma de crédito para atividades de inovação pela Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e pelo Banco nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) totalizou cerca de R\$ 8 bilhões, mas em 2017 esse valor caiu quase pela metade, R\$ 4,3 bilhões (em valores nominais). Da mesma forma, a subvenção a projetos de inovação da Finep, um dos principais instrumentos de fomento à inovação e o mais adequado para inovações de maior risco, virtualmente desapareceu em 2017, somando não mais do que R\$ 61 milhões. Dentre as variáveis que compõe os gastos com atividades inovativas duas delas são apontadas como as principais formas de gerar inovação nas empresas brasileiras: Aquisição de máquinas e equipamentos e investimento em P&D. Por isso, se faz necessário analisar o comportamento dessas variáveis ao longo da série estudada, bem como, a parcela de participação de cada uma no total gasto de atividades inovativas. (IPEA, 2020, p. 7).

²⁵ Nota técnica disponível em:

https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/nota_tecnica/200416_nt_diset_n%2060.pdf

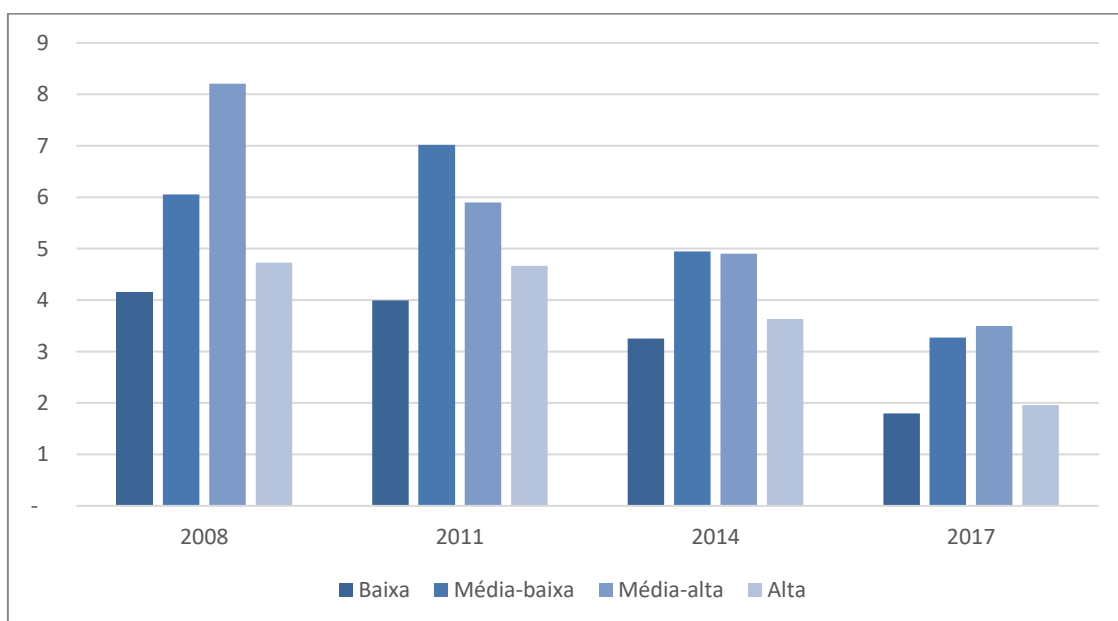
Tabela 4: Aquisição de máquinas e equipamentos (mil reais) por trabalhador no Brasil por classificação de intensidade tecnológica (OCDE) – (2008 – 2011 – 2014 – 2017)

Intensidade/Ano	2008	2011	2014	2017
Baixa	4,2	4,0	3,3	1,8
Média-baixa	6,1	7,0	4,9	3,3
Média-alta	8,2	5,9	4,9	3,5
Alta	4,7	4,7	3,6	2,0

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 4 mostra as aquisições de máquinas e equipamentos (mil reais) por trabalhador, no Brasil, por classificação de intensidade tecnológica em 2008, 2011, 2014 e 2017. Os dados da tabela 4 mostram que as maiores aquisições de máquinas e equipamentos por trabalhador ocorreram nos setores de média-alta intensidade tecnológica no ano de 2008. Enquanto as menores aquisições de máquinas e equipamentos ocorreram em 2017 nos setores de baixa e alta intensidade tecnológica.

Gráfico 5: Aquisição de máquinas e equipamentos no Brasil por classificação de intensidade tecnológica (OCDE) – (2008 - 2017) – em Mil Reais



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico 5 mostra a aquisição de máquinas e equipamentos (mil reais) por trabalhador, no Brasil, por classificação de intensidade tecnológica em 2008, 2011, 2014 e 2017. No gráfico 5, percebe-se que as aquisições de máquinas e equipamentos por trabalhador dos setores de baixa, média-baixa, média-alta e alta intensidade tecnológica tiveram uma tendência de redução das aquisições em máquinas e equipamentos na série histórica.

A pior variação percentual nas aquisições de máquinas e equipamentos por trabalhador ocorreram entre 2014-2017 nos setores de alta intensidade tecnológica, com queda de -46,12%. Em todos os períodos, a tendência de queda ocorreu, porém, o único aumento que ocorreu na série histórica foi nos setores de média-baixa intensidade tecnológica e somente em 2008-2011, com aumento de 16% nas aquisições de máquinas e equipamentos.

Esse aumento isolado nos setores de média-baixa intensidade tecnológica deu-se em parte expressiva no setor de Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis. Em 2008 esse setor representava 8% dos gastos de seu *cluster* aumentando para 29% em 2011. Quando comparado com o todo da indústria de transformação, a participação do setor aumenta de 2% em 2008 para 10% em 2011. Em toda a série seguinte 2011-2017 os valores gastos seguem a mesma tendência de queda de todos os outros setores.

Tabela 5: Valor dos dispêndios com atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (mil reais) por trabalhador no Brasil agregado por intensidade tecnológica (OCDE) – (2008 – 2017)

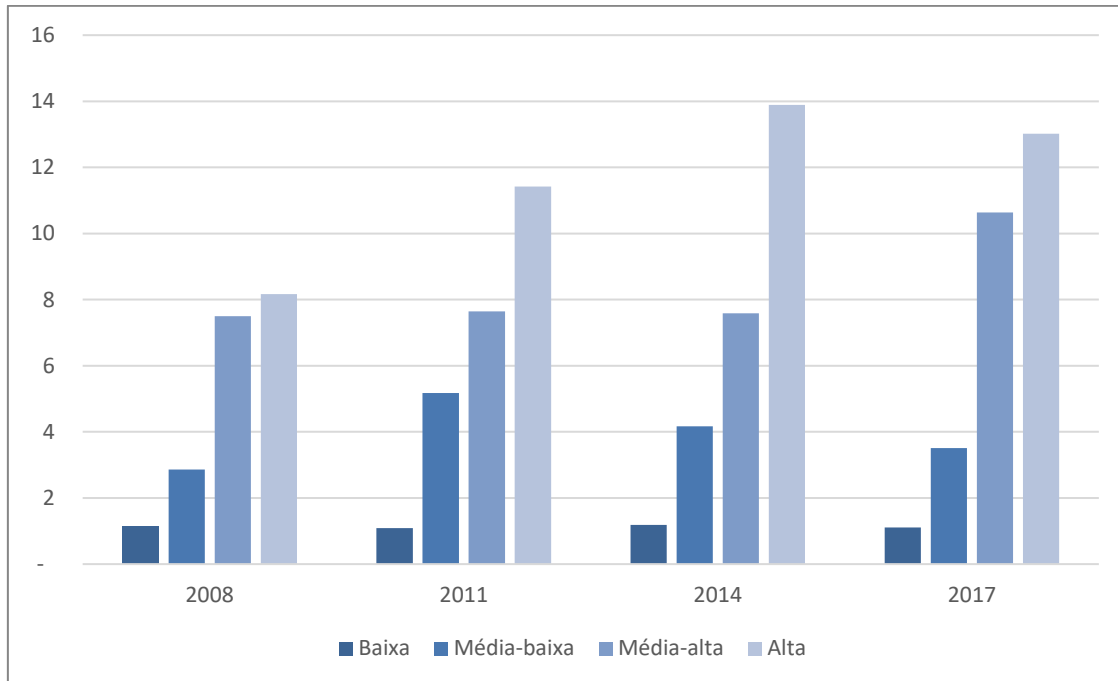
Intensidade/Ano	2008	2011	2014	2017
Baixa	1.14	1.09	1.19	1.11
Média-baixa	2.86	5.18	4.17	3.51
Média-alta	7.50	7.64	7.59	10.63
Alta	8.17	11.42	13.89	13.02

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 5 mostra o valor dos dispêndios com atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (mil reais) por trabalhador, no Brasil, agregado por intensidade tecnológica em 2008, 2011, 2014 e 2017. Os maiores dispêndios com atividades internas de P&D, no Brasil, ocorreram nos setores de alta intensidade tecnológica, por outro lado, nos

setores de baixa intensidade tecnológica ocorreram os menores dispêndios com atividades internas de P&D.

Gráfico 6: Valor dos dispêndios com atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento no Brasil por classificação de intensidade tecnológica (OCDE) – (2008 – 2017) – em Mil Reais



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico 6 mostra o valor dos dispêndios com atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) (mil reais) por trabalhador, no Brasil, agregado por intensidade tecnológica em 2008, 2011, 2014 e 2017. Os dados do gráfico 6 apontam que, no Brasil, ocorreu uma tendência de aumento com dispêndios em atividades de P&D, principalmente, nos setores de média-baixa, média-alta e alta intensidade tecnológica. Os setores de baixa intensidade tecnológica mostraram uma tendência linear de dispêndio com atividades inovativas em P&D.

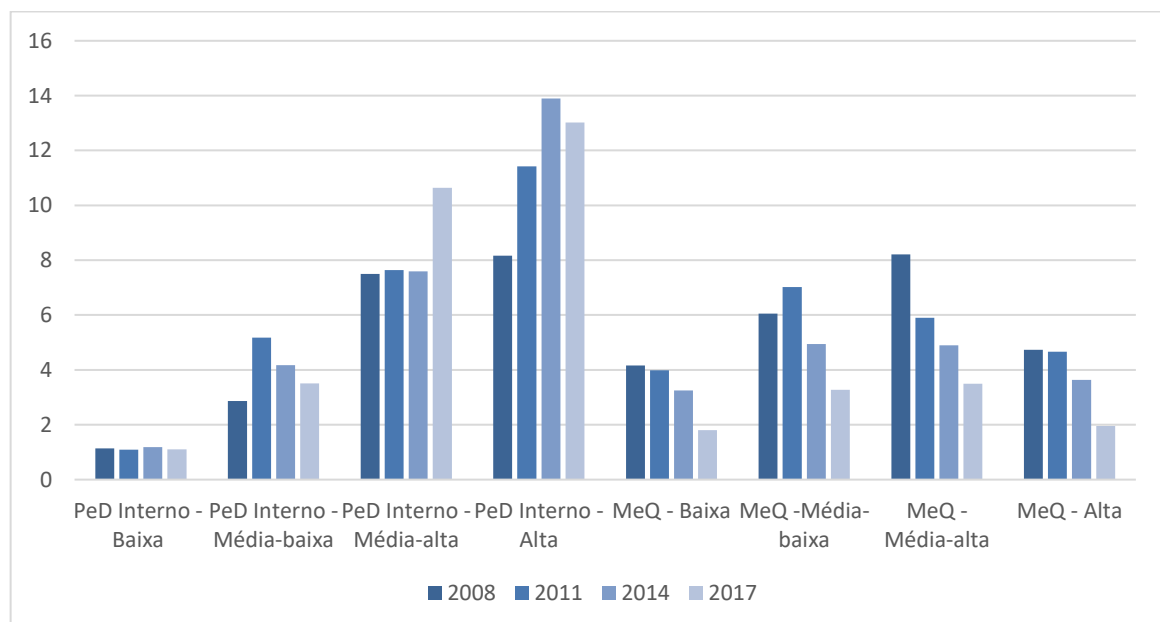
A maior variação percentual de dispêndios com atividades internas de P&D ocorreram nos setores de média-baixa intensidade tecnológica em 2008-2011, com 80,78%, porém esses setores apresentaram tendência de maior queda de toda a série histórica no período seguinte, ou seja, 2011-2014, sendo -19,41%, seguindo em queda também entre o período de 2014-2017.

Quando analisado os valores em absoluto para os gastos com dispêndios com atividades inovativas internas em P&D no setor de Fabricação de coque, de produtos

derivados do petróleo e de biocombustíveis para o período de 2008 a 2017. Principal setor do *cluster* de média baixa intensidade tecnológica, há uma queda de -26,8%, sendo que a maior queda da série desse setor foi de 2014 para 2017, sendo -36,8%. o setor de petróleo também registrou queda significativa nos investimentos em P&D entre 2014 e 2017 (28% em termos nominais). Isso se deve, em grande medida, à queda dos investimentos da Petrobras, que responde pela maior parte (mais de 70%) da P&D do setor. Entre 2014 e 2015, o balanço anual da Petrobras informa que suas despesas com P&D caíram 43%, em virtude da “diminuição de receitas em poços de alta produtividade”. Em 2017, os investimentos em P&D foram ainda menores. Assim, não é surpresa que os dados da Pintec apontem uma redução significativa nos investimentos em P&D do setor de petróleo. (IPEA, 2020, p. 6).

Já os valores em absoluto para indústria de transformação, ou seja, o somatório de todo o valor dos dispêndios com atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento para todos os setores sem dividir pelo quantitativo de trabalhadores, encontra-se que de 2008 a 2014 há uma variação positiva 22%, mas entre 2014 e 2017, há uma queda de cerca de - 17%.

Gráfico 7: Valor dos dispêndios com atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) por trabalhador e Máquinas e Equipamentos (MeQ) - (mil reais) por trabalhador no Brasil por classificação de intensidade tecnológica (OCDE) – (2008 - 2017) – em Mil Reais



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico 7 mostra um comparativo entre o valor dos dispêndios com atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e Máquinas e Equipamentos (MeQ) - (mil reais), no Brasil, por classificação de intensidade tecnológica em 2008, 2011, 2014 e 2017.

Nessa comparação de dados que o gráfico 7 mostra, conclui-se que os dispêndios com atividades inovativas, no Brasil, estão concentrados nos setores de média-alta e alta intensidade tecnológica das atividades internas de P&D e, há uma tendência de aumento de dispêndios com atividades inovativas de P&D interno, principalmente de média-alta e alta intensidade tecnológica. Por outro lado, os dispêndios com atividades inovativas com máquinas e equipamento apresentam uma tendência de redução na série histórica analisada.

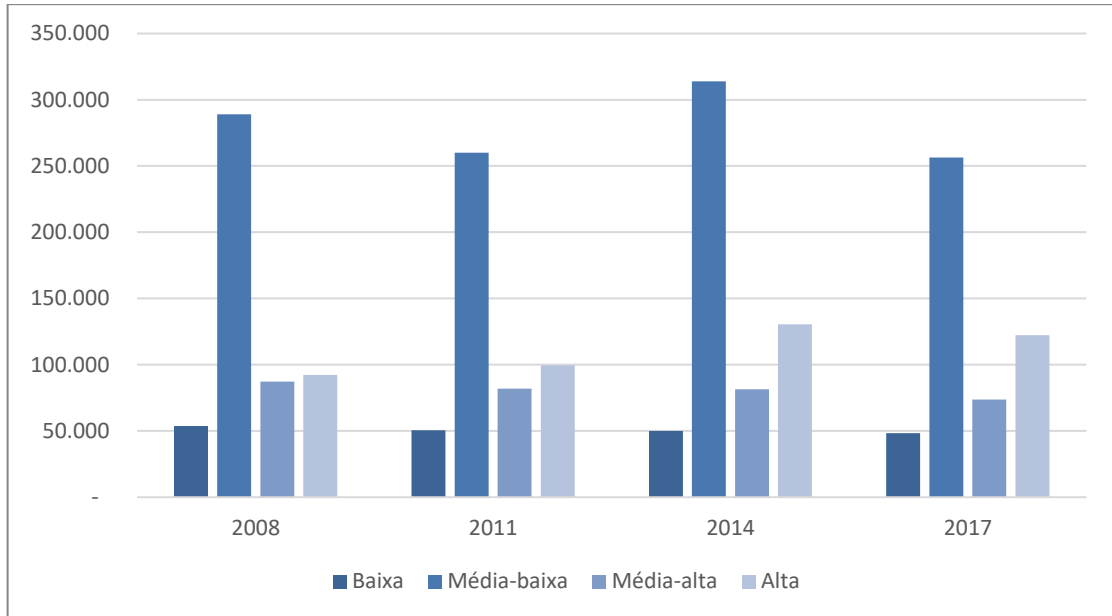
Tabela 6: Receita Líquida de vendas (Mil Reais) pelo Número de empresas por intensidade tecnológica no Brasil (2008 – 2017)

Intensidade/Ano	2008	2011	2014	2017
Baixa	53.831	50.518	49.996	48.364
Média-baixa	289.115	260.011	313.991	256.500
Média-alta	87.313	82.054	81.537	73.799
Alta	92.267	99.675	130.435	122.239

Fonte: Elaboração própria.

Dessas análises que incluem os dispêndios com atividade inovativa e produtividade, outra importante variável para a análise é quanto as receitas adquiridas. Nesse sentido, a tabela 6 mostra a receitas líquida de vendas pelo número de empresa por intensidade tecnológica, no Brasil, em 2008, 2011, 2014 e 2017. Na tabela 6, tem-se que as maiores receitas líquidas de vendas em relação ao número de empresas ocorreram nos setores de média-baixa intensidade tecnológica, enquanto os setores de baixa e média-alta e alta intensidade tecnológica obtiveram as menores receitas líquidas de vendas em relação ao número de empresas.

Gráfico 8: Receita Líquida de Vendas pelo Número de empresas por intensidade tecnológica no Brasil (2008 – 2017) – em Mil Reais



Fonte: Elaboração própria.

O Gráfico 8 mostra a receitas líquidas de vendas pelo número de empresas por intensidade tecnológica no Brasil em 2008, 2011, 2014 e 2017. Percebe-se pelo o gráfico 8 que os setores de média-baixa intensidade tecnológica obtiveram as maiores receitas líquida de vendas em relação ao número de empresas, com tendência de queda em 2011, subindo em 2014, e em 2017 fecha com em um patamar menor do que de 2011. O setor de alta cresce entre 2008-2014, mas cai em 2017, enquanto os setores de baixa e média alta intensidade tecnológica não apresenta variações intensas. Mas, os resultados de média-baixa são superestimados pelo setor de Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis.

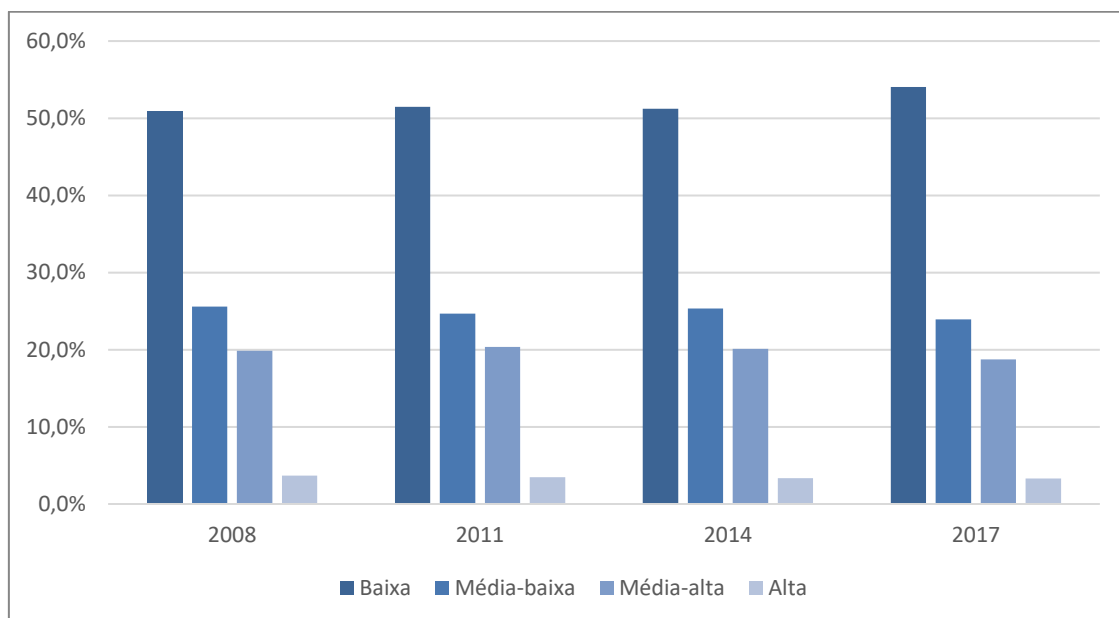
Tabela 7: Pessoal ocupado em setores em proporção ao total do pessoal ocupado por intensidade tecnológica no Brasil (2008 – 2017)

Intensidade/Ano	2008	2011	2014	2017
Baixa	50,9%	51,5%	51,2%	54,0%
Média-baixa	25,6%	24,7%	25,3%	23,9%
Média-alta	19,9%	20,4%	20,1%	18,7%
Alta	3,7%	3,5%	3,4%	3,3%

Fonte: Elaboração própria.

A tabela 7 mostra o pessoal ocupado, em setores, em proporção ao total do pessoal ocupado por intensidade tecnológica, no Brasil, em 2008, 2011, 2014 e 2017. A tabela 7 mostra que os setores de baixa intensidade tecnológica tem a maior proporção de pessoal ocupado, sendo a maior proporção no ano de 2017, com 54% do pessoal ocupado. Os setores de alta intensidade tecnológica têm a menor proporção de pessoal ocupado, principalmente no ano de 2017, com 3,3% do pessoal ocupado.

Gráfico 9: Pessoal ocupado em setores em proporção ao total do pessoal ocupado por intensidade tecnológica no Brasil (2008 – 2017)



Fonte: Elaboração própria.

O gráfico 9 mostra o pessoal ocupado, em setores, em proporção ao total do pessoal ocupado por intensidade tecnológica, no Brasil, em 2008, 2011, 2014 e 2017. No gráfico 9, percebe-se que há um padrão de alocação do pessoal ocupado no Brasil, na qual, a de maior proporção de pessoal ocupado por setores de intensidade tecnológica é nos setores de baixa intensidade tecnológica, seguida pelo de média-baixa, média-alta e, por fim, de alta intensidade tecnológica.

A maior variação percentual positiva ocorreu no setor de baixa intensidade tecnológica em 2014-2017, com 5,4% em aumento do pessoal ocupado, enquanto, os setores que obtiveram a maior redução foram em 2008-2011 no setor de alta intensidade tecnológica, com -5,9% de redução do pessoal ocupado.

2.5. Conclusões Parciais

Ao analisar o gráfico 1, é possível observar uma queda da produtividade do trabalho na indústria de transformação do Brasil. Em parte, esse movimento se dá em decorrência da profunda recessão que o Brasil e mundo passou. Segundo Pastore, Gazzano e Pinotti (2013, p. 124), a indústria brasileira apresentou quedas no PIB por dois trimestres seguidos a taxas anualizadas de 20%. A reação do governo com políticas anticíclicas (queda dos juros, aumento do crédito, aumento dos gastos) incentivaram a demanda e resultaram numa rápida recuperação da economia, levando a indústria em 2009 a apresentar sinais de recuperação. A manutenção dessas políticas, estimularam um crescimento do PIB de 7,5% em 2010.

Durante a fase aguda da crise, ao final de 2008, ocorreu uma implosão da produtividade média do trabalho. A produção Industrial Mensal do Empreso e Salário do IBGE (Pimes) ocorreu um ajuste pequeno nas horas trabalhadas por trabalhador. O colapso temporário do crédito que se seguiu à quebra do *Lehman Brothers* explica por que a queda da produtividade por trabalhador foi tão intensa e tão rápida. (PASTORE, GAZZANO; PINOTTI, 2013, p. 124).

No caso específico da indústria de transformação, os resultados de crescimento até duraram até 2011, e então iniciou um ciclo de queda até 2016, crescendo apenas em 2017.

Quando analisada toda a série histórica a produtividade do trabalho na indústria de transformação do Brasil cresce a taxas próximas de zero. Parte desse crescimento baixo pode ser explicado pela composição setorial da mão-de-obra. Como visto no gráfico 10, e na tabela 13, a maioria da mão-de-obra está empregada no setor de baixa intensidade tecnológica, e de baixa produtividade. É possível ainda, que mesmo os setores de alta e média alta não apresentem produtividades muito elevadas quando comparados a outros países, como discute Veloso, Matos, Ferreira e Coelho (2017) e Miguez e Moraes (2014).

No tocante aos dados de esforço inovativo, os dados mostram que os setores com maior intensidade tecnológica são também os com maior produtividade do trabalho, quando não considerado *outlier*. Esse resultado segue a literatura apresentada no capítulo anterior e reforçam a argumentação de que há uma relação positiva entre gastos com atividade inovativas e produtividade do trabalho.

Embora de modo geral os gastos com atividades inovativas tenham caído no último recorte de tempo da série (2014-2017) é possível observar um sinal positivo quando

comparado os gastos com P&D e os gastos com máquinas e equipamento. Enquanto para o período de 2014-2017 os gastos com máquinas e equipamentos caem – 44,64%, -33,81%, -28,68% e -46,12% para os setores de baixa, média-baixa, média-alta e alta, respectivamente, os gastos em P&D interno caem apenas -7,11, -15,95 e -6,28 para os setores de baixa, média-baixa e alta, respectivamente, e sobe 40,11% no setor de média.

Um outro indicador que foi usado nesse trabalho, foi a receita líquida por número de empresas por setor. Essa relação, pode ser interpretada com um indicador de barreiras à entrada. Setores com baixa quantidade de empresas e que geram elevados níveis de receitas, no geral, tem níveis altos de gastos iniciais (entrada no mercado), plantas mínimas, e entraves concorrenciais. Quando analisado separadamente, os resultados, apresentam que 2008, os setores de Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis; Fabricação de Produtos de Fumo; Metalurgia; Fabricação de produtos farmacoquímicos e farmacêuticos; Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias e Fabricação de produtos químicos são os setores com valores mais elevados de Receita por empresa.

Conforme esperado, os setores com maior receita líquida por empresa, são setores com uma elevada complexidade concorrencial, em alguns casos, como o petróleo, fumo e a fabricação de veículos automotores, são setores com características de oligopólio na indústria de transformação brasileira.

Em suma, as variáveis analisadas indicam uma relação positiva entre ganho de produtividade, esforço inovativo, e capacidade de geração de receita por empresa. As empresas em setores com elevada barreira a entrada quando analisadas no agregado, tendem a ser também mais produtivas.

3. ESFORÇO INOVATIVO E PRODUTIVIDADE DO TRABALHO: Uma análise do caso brasileiro a partir de um modelo de dados em painel

3.1. Introdução

Nos capítulos anteriores evidenciou-se a relação positiva entre esforço inovativo e produtividade do trabalho. Essa relação ficou clara a partir da construção teórica fundamentada no primeiro capítulo e da análise descritiva dos dados realizada no segundo capítulo. Mesmo em países em desenvolvimento como é o caso do Brasil, a literatura aponta nesse mesmo sentido. Nesse contexto, o presente capítulo dedica-se a verificar a relação entre esforço inovativo e produtividade do trabalho para 23 setores da indústria de transformação no Brasil no período de 2008-2017. Embora seja bastante difundida a literatura sobre o tema de modo geral, os estudos com foco em países em desenvolvimento, sobretudo em setores específicos e, para os últimos dados da PINTEC publicados em 2017, ainda são escassos. Desse modo, o capítulo está dividido em cinco seções além dessa introdução. A primeira seção apresenta a descrição das variáveis. A segunda discute a teoria para modelos de dados em Painel. A terceira e a quarta seções, apresentam o modelo proposto e seus resultados. A quinta e última seção propõe algumas conclusões parciais.

3.2. Descrição das variáveis

A construção das variáveis do modelo que serão apresentadas a seguir, está ancorada na literatura discutida nos capítulos anteriores.

Desse modo, para capturar o esforço inovativo, o modelo considera duas variáveis; Gasto per capita com pesquisa e desenvolvimento interno por pessoal ocupado (P&D interno) e o Gasto per capita com máquinas e equipamentos por pessoal ocupado (ME). P&D interno e ME são indicadores que também foram sistematizados para medir o esforço inovativo em Cavalcante, Jacinto e De Negri (2015), e em Silva (2009). Como visto no capítulo I, o investimento em Pesquisa e desenvolvimento é uma das formas mais importantes de fomento à inovação. De igual modo, a introdução de novas máquinas e equipamentos à produção induz novos métodos de produção ou processos de distribuição, que também podem ser traduzidos em inovação.

Em Pavitt (1984) entre os setores de maior produtividade estão aqueles que fazem parte do grupo de setores baseados em ciência (eletrônico, farmacêutico, de bioengenharia, de

química orgânica) e intensivos em escalas. Esses setores quase sempre apresentam barreira a entrada, em virtude do grande número de grandes firmas cujas inovações dependem do avanço das ciências básicas e, portanto, dependem de gastos elevados em P&D cujo retorno é bastante incerto. Nesse sentido, a variável Receita Líquida por empresa é uma tentativa de criar um indicador de barreira a entrada. Setores que apresentam uma elevada Receita Líquida para um baixo número de empresas, no geral, são setores com maiores impedimentos a entrada. Isso foi confirmado no capítulo II quando os resultados apresentaram que, os setores com maior grau de receita Líquida por empresa são setores com características de oligopólios mais concentrados. No anexo B é possível verificar a relação da classificação de Pavitt (1984) com a classificação da OCDE, bem como, com a produtividade dos setores.

Quanto à variável Pessoal ocupado, essa foi inserida no modelo na tentativa de assegurar um melhor ajuste para a equação e para os resultados. Sabe-se que o aumento do pessoal ocupado total quando não há uma melhora da qualificação da mão-de-obra empregada, impacta negativamente a produtividade.

Segue, portanto, a descrição das variáveis utilizadas o modelo:

- a) **Produtividade do Trabalho (variável dependente):** Valor da Transformação Industrial sobre o total da População ocupada no setor – Prod.
- b) **Gasto Per capita com Pesquisa e Desenvolvimento Interno (variável explicativa):** Valor do Gasto com Pesquisa e Desenvolvimento Interno sobre a População ocupada no setor – Pdinterno
- c) **Gasto Per capita com Máquinas e Equipamentos (variável explicativa):** Valor do Gasto com Máquinas e Equipamentos sobre a População ocupada no setor – ME.
- d) **Receita Líquida por empresa (dummy para – variável explicativa):** Total da Receita Líquida sobre o Total de Empresas do Setor – RecEmp.
- e) **Pessoal Ocupado (Variável de controle):** Total do Pessoal Ocupado por Setor – PO.

Quadro 1: Variáveis utilizadas no modelo econométrico (2008-2017)

	Descrição	Sinal Esperado	Fonte
Prod	Valor da Transformação Industrial sobre o total da População ocupada no setor		PIA
PDinterno	Valor do Gasto com Pesquisa e	+	PINTEC

	Desenvolvimento Interno sobre a População ocupada no setor		
ME	Valor do Gasto com Máquinas e Equipamentos sobre a População ocupada no setor	+	PINTEC
RecEmp	Total da Receita Líquida sobre o Total de Empresas do Setor	+	PINTEC
PO	Pessoal Ocupado	-	PIA

Fonte: Elaboração Própria²⁶

Após apresentação das variáveis, faz-se necessário entender a metodologia utilizada para tratamento do modelo para dados em painel proposto nesse trabalho. Isso será visto na seção seguinte.

3.3. Modelo de Dados em Painel

Segundo Wooldridge (2006) a análise de dados em painel é indicada quando o agrupamento de dados possui características de cortes transversais e de séries temporais. Ou seja, quando as variáveis analisadas são diferentes e mudam ao longo do tempo. A análise dos dados em painel permite uma melhor exatidão do estimador devido ao aumento do número de observações e a capacidade de dinamizar o efeito temporal²⁷.

Para coletar dados de painel – algumas vezes chamados de dados longitudinais -, nós acompanhamos (ou tentamos acompanhar) os mesmos indivíduos, famílias, empresas, cidades, estados, ou o que seja, ao longo do tempo. Por exemplo, um conjunto de dados de painel sobre salários individuais, horas, educação e outros fatores, é coletado fazendo-se uma seleção aleatória de pessoas de uma população em determinado momento. Depois, essas mesmas pessoas são entrevistadas em vários períodos subsequentes. Isso nos fornecerá dados sobre salários, horas, educação etc. do mesmo grupo de pessoas em anos diferentes. (WOOLDRIDGE, 2006, p. 402).

²⁶ Os dados estimados são limitados aos triênios publicados na PINTEC, assim, o período de 2008-2017 representa os triênios publicados em 2008, 2011, 2014 e 2017.

²⁷ Para uma lista de vantagens em usar dados em painel, verificar Gujarati, p. 588.

O método de análise de dados em painel pode apresentar características definidas como curto, longo, balanceado e desbalanceado. Curto, trata-se do painel onde o número de observações no corte transversal é maior que o número de tempo analisado. O longo, trata-se de painel que apresenta um número de tempo maior que o número de observações do corte transversal. No que tange a característica de balanceado ou desbalanceado, o primeiro trata-se de uma base de dados em painel onde não entrada e saída dos dados, ou seja, todas as informações estão presentes na base seguindo a mesma unidade temporal, já o segundo, acontece quando os dados saem e/ ou entram antes mesmo de acabar o período observado. Dentre os métodos mais utilizados para análise de dados em painel, destaca-se três: *Pooled*, efeitos fixos e efeitos aleatórios.

O modelo *Pooled* é obtido através dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO). Esse modelo, não considera a estrutura de dados em painel empilhando em uma única equação todas as observações: “simplesmente empilhamos todas as 90 observações e estimamos uma regressão “grande”, desprezando a natureza do corte transversal e de séries temporais de nossos dados”. (GUJARATI E PORTER, 2011 p. 589).

Conforme Gujarati e Porter (2011) o principal problema do modelo *Pooled* é que ele desconsidera a possibilidade de existência de heterogeneidade entre as unidades analisadas pressupondo que os coeficientes da regressão dessas unidades sejam iguais. Ou seja, pressupõe que todas as unidades possuem o mesmo impacto. No exemplo apresentado por Gujarati, onde estima-se a função de custo total de seis linhas áreas, supor coeficientes iguais, é o mesmo que supor que “uma linha aérea é tão boa quanto a outra”.

O fato de o modelo não controlar a individualidade presente em cada variável transfere para o termo de erro a heterogeneidade não observada. Isso aumenta a possibilidade desse termo de erro apresentar correlação com os regressores. Caso isso ocorra – os regressores estejam correlacionados com o termo de erro -, o modelo pode apresentar viés e inconsistências, já que, a não correlação entre os regressores e o termo de erro é uma das hipóteses necessárias para estimar o modelo clássico de regressão linear.

No modelo POLS não existe a possibilidade de separar a variância do erro aleatório da variância do efeito específico, originando assim um problema de endogeneidade caso os efeitos não observados estejam presente no modelo (aspectos culturais, institucionais, dentre outros). A endogeneidade é gerada pelo viés de variável omitida, na qual uma variável relevante não observada torna inconsistentes as estimativas dos parâmetros. (GAMA, 2013, p 53).

Segundo Gujarati e Porter (2011), alguns métodos são propostos para resolver o problema da heterogeneidade não observada para dados em painel. O modelo de mínimos quadrados com variáveis *dummies* para efeitos fixos (MQVD); Efeitos fixos dentro de um grupo; Efeitos Aleatórios (MEA). O primeiro, acopla todas as observações considerando um intercepto (variável *dummy*) para cada unidade de corte transversal. O segundo, estima uma regressão através dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) para os valores das unidades corrigidos pelo desvio de seu valor médio. No terceiro modelo, admite-se que os valores dos interceptos são aleatórios.

No primeiro modelo, MQVD se considere que há um intercepto para cada unidade possibilitando capturar as especificidades entre essas unidades, por exemplo, em um modelo de produtividade ao invés de supor que todas as empresas possuem a mesma capacidade de diminuir custo, atenta-se para a especificidade de cada empresa, podendo apresentar, modelos de gestão diferentes, métodos de produção diferentes etc.. Todavia, o modelo pressupõe que os coeficientes dos regressores são fixos ao longo do tempo, disso o termo “efeitos-fixos”. O modelo de efeitos fixos que apenas admite que o intercepto seja diferente para cada indivíduo é chamado de *one way* (unidirecionais), mas existe a possibilidade de admitir variáveis *dummies* de tempo considerando admitindo uma análise *two way* (bidirecional).

Wooldridge (2006) aponta que uma outra forma de estimar a regressão em painel controlando a heterogeneidade é excluindo o efeito fixo da equação. Esse método é conhecido na literatura como “corrigido para a média”. Em sua aplicação, obtém-se os valores médios amostrais de cada indivíduo, depois subtrai-se esse resultado pelos valores individuais de cada variável. Estima-se o método corrigido para a média a partir da regressão de MQO, uma vez que o intercepto é eliminado nesse procedimento.

Essa última regressão leva em conta a heterogeneidade entre as empresas, não pelo método da variável *dummy*, mas eliminando o efeito fixo por diferenciações e nesse processo elimina-se também todo o efeito de longo prazo. Nota-se que o intercepto estimado representa as características não observáveis das empresas, como por exemplo, a composição da diretoria, a filosofia gerencial, enfim são características de heterogeneidade incluídas no valor do intercepto e tais características podem ser incluídas no modelo de efeitos aleatórios. (SALUSTIANO, 201, p. 29).

Diferente do modelo de Efeito-Fixo, o modelo de Efeitos Aleatórios (MEA) não prevê um intercepto para cada corte transversal ou para o espaço de tempo. O modelo MEA,

também apresentado como modelo de componentes dos erros (MCE), pressupõe que os valores de cada intercepto são aleatórios.

No modelo Efeitos Fixos o objetivo é excluir o efeito não observado da equação uma vez que se admite o pressuposto de que há correlação entre o efeito não observado e as variáveis explicativas da equação. Entretanto, se esse pressuposto não for verdade para todo o período analisado, usar o método de transformação que visa eliminar o efeito não observado, trará como resultado estimadores sem eficiência. De igual modo, quando há correlação entre o efeito não observado e as variáveis explicativas, o modelo de Efeitos Aleatórios pode não ser o mais adequado e caso seja usado, também pode resultar em estimadores ineficientes.

Observe a diferença entre o modelo de efeitos fixos e o de componente dos erros. No primeiro, a unidade de corte transversal tem seu próprio valor (fixo) de intercepto em todos esses N valores para unidades de corte transversal. Já no modelo de componente dos erros, por outro lado, o intercepto (comum) representa o valor médio de todos os interceptos (de corte transversal) e o componente de erro "i" representa o desvio (aleatório) do intercepto individual desse valor médio (GUJARATI; PORTER, 2011 p. 599).

Desse modo, para decidir qual o melhor modelo entre Efeito Fixo e Efeitos Aleatórios para estimar uma determinada equação o pesquisador deverá observar se há autocorrelação entre o termo de erro e as variáveis explicativas. Quando a autocorrelação entre as variáveis explicativas e o efeito específico for nula, então observa-se uma hipótese de identificação do modelo de Efeitos Aleatórios. A literatura (e.g. Gujarati e Poter, 2011; Wooldridge, 2006; Soares, 2017) aponta o teste de Hausman (1978) como um dos métodos mais usados para escolher entre Efeitos Fixos e Efeitos Aleatórios.

No modelo com efeitos aleatórios o coeficiente é mensurado pelo método dos mínimos quadrados generalizados (GLS). Visando assistir na escolha do melhor modelo para análise, Hausman (1978) sugere comparar os estimadores $\beta_{GLS} = \beta_{within}$. Em ambos os casos, há consistência com $H_0: E(\mu_{it}/X_{it}) = 0$, mas tem limite de probabilidade diferente se H_0 não é verdadeira. A hipótese nula sendo aceita sugere-se a utilização do modelo com efeitos aleatórios. Em caso de rejeição, prefere-se o modelo de efeitos fixos. (SOARES, 2017, p. 52).

Isso implica que quando a hipótese nula for rejeitada levando a conclusão que o modelo de Efeitos-Aleatórios não é o mais adequado, é possível que os efeitos aleatórios capturados apresentem correlação com alguma das variáveis explicativas.

Visto a metodologia padrão de tratamento para dados em Painel, a próxima seção destina-se a aplicação dessa metodologia com intuito de alcançar resultados robustos para o modelo proposto.

3.4. Abordagem Metodológica: Modelo de Regressão com Dados em Painel

Inicialmente estimou-se uma regressão com dados em painel utilizando o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) – (tabela 8) para 96 observações, sendo 24 unidades de corte transversal observadas durante 4 anos, conforme padrão seguido pela literatura apresentado na seção anterior. Nesse modelo considerou-se um painel onde a produtividade do trabalho é a variável dependente e Gasto com Pesquisa e Desenvolvimento interno por pessoal ocupado, Gastos com Máquinas e Equipamentos por pessoal ocupado, a Receita Líquida por empresa e o Pessoal Ocupado, são as variáveis explicativas. O modelo apresentou significância estatística para todas as variáveis e um R-quadrado de 0,91. Todavia o teste de White, indicou que o modelo apresenta heteroscedasticidade.

Tabela 8: Modelo em Painel (Mínimos Quadrados Ordinários)

variável	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
Const	82,1738	13,6917	6,002	0,000***
PDinterno	3,8322	1,4316	2,677	0,0088***
ME	12,2257	2,0424	5,986	0,0000 ***
RecEmp	0,0007	0,00003	21,85	0,0000***
PO	-0,00004	0,00002	-2,055	0,0427**

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir dos dados da PINTEC e PIA, através do Software GRETL

Nesse contexto, verificou-se qual o melhor modelo para estimar os dados analisados. Seguindo a literatura apresentada na seção anterior, aplicou-se o diagnóstico de painel através do software GRETL. Esse diagnóstico testa qual melhor método entre o modelo MQO agrupado (*Pooled*) e o modelo de Efeitos-Fixos, em seguida aplicou-se o teste de Hausman para verificar qual o modelo mais ajustado entre o modelo de Efeitos-Fixos e Efeitos-Aleatórios.

Para o primeiro teste o diagnóstico de painel apresentou um p-valor de 0,07. Nesse caso, um p-valor maior que 0,05 aceita a hipótese nula de que o modelo MQO agrupado seja mais adequado, conseqüentemente, invalida a hipótese da existência de Efeitos-Fixos, preferindo o *Pooled*. O segundo teste (estatística de teste de Hausman) apresentou um p-valor de 0,0002. Para esse último teste, um p-valor baixo contraria a hipótese nula de que o modelo de Efeitos Aleatórios é consistente, conseqüentemente, valida a hipótese da existência de Efeitos Fixos.

Dessa forma, estimou-se tanto o modelo *Pooled* como visto, quanto o modelo para Efeitos-Fixos em Painel (tabela 9). No modelo de Efeitos-Fixos todas as variáveis (as mesmas utilizadas no modelo anterior) também apresentaram significância estatística e sinais esperados conforme literatura. Todavia, quando se aplicou o teste de Wald de independência da distribuição para heteroscedasticidade, o teste apresentou um p-valor = 0. Nesse caso um p-valor próximo de zero, a hipótese nula (sem heteroscedasticidade) é rejeitada.

Tabela 9: Modelo em Painel (Efeitos Fixos)

variável	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
Const	86,8707	14,0687	6,175	0,0000 ***
PDinterno	3,6561	1,6073	2,275	0,0261 **
ME	13,6148	2,2830	5,963	0,0000 ***
RecEmp	0,0006	3,35658e-05	20,71	0,0000 ***
PO	- 0,0000	0,0000	-3,127	0,0026 ***

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir dos dados da PINTEC e PIA, através do Software GRETL

Como apontado por Gujarati e Porter (2011) o método mais prático para corrigir a heteroscedasticidade é através do uso dos Mínimos Quadrados Ponderados (MQP), já que seus estimadores são “melhor estimador linear não viesado” (MELNT)²⁸.

Quando há heteroscedasticidade a variância dos erros não é constante, portanto, o modelo deixa de ser BLUE (Best Linear Unbiased Estimator). Nesse caso a variância dos erros depende de algum fator, por exemplo δ . Com heteroscedasticidade a variância dos erros é:

$$\text{Var}(\varepsilon_i): \delta * \sigma^2$$

²⁸ Sobre isso, ver Gujarati e Porter (2011), p.872.

A solução dessa violação é dividir todas as variáveis (ou seja, ponderação) contidas na regressão pela raiz quadrada de δ . Surge então uma nova equação de regressão, sem heterocedasticidade:

$$\frac{Y_i}{\sqrt{\delta_i}} = \alpha_1 * \frac{1}{\sqrt{\delta_i}} + \alpha_2 * \frac{X_1}{\sqrt{\delta_i}} + \alpha_3 * \frac{X_2}{\sqrt{\delta_i}} + u_i$$

Sendo,

Y_i = Variável dependente

a_n = Novo coeficiente

X_n = Variável independente

u_i = Resíduo

Portanto,

$$\text{Var}\left(\frac{\varepsilon_i}{\sqrt{\delta_i}}\right) = \frac{1}{\sqrt{\delta_i}} * \text{Var}(\varepsilon_i)$$

$$\text{Var}(\varepsilon_i) = \sigma^2 \text{ (variância dos erros constante)}^{29}$$

Esse modelo de regressão, como dito, é chamado de Mínimos Quadrados Ponderados, e será o modelo utilizado a seguir. O modelo MQP apresentou resultados ajustados, sem heteroscedasticidade. Acrescenta-se que as variáveis utilizadas também não apresentaram multicolinearidade.

3.5. Modelo e resultados

O modelo em painel proposto nesse trabalho é estimado através dos Mínimos Quadrados Ponderados e busca examinar alguns dos determinantes da produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira para o período de 2008-2017. Especificamente, busca verificar se o esforço inovativo é importante para impulsionar a produtividade do trabalho na indústria de transformação do Brasil para o período analisado.

Para tal, o modelo considera vinte e quatro subsetores dentro da indústria de transformação classificados conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), inclusive os destacados no capítulo anterior como *outlier*.

Os resultados de elevada produtividade para os setores de fumo e, sobretudo, petróleo apresentados no capítulo II não indicam um problema nos dados, mas sim, que esses setores

²⁹ Quando se retira o δ do operador da variância ele fica ao quadrado

oligopolizados e intensivos em capital são altamente produtivos. Excluir esses setores da amostra poderia viesar o resultado, já que essa é uma realidade da estrutura brasileira. Por isso é importante mantê-los e observar o comportamento com essa condição.

Assim, estima-se um modelo com 26 cortes transversais para 4 anos, expressando-o na seguinte equação:

$$\text{Prod} = \beta_1 + \beta_2 \text{PDinterno} + \beta_3 \text{ME} + \beta_4 \text{RecEmp} + \beta_5 \text{PO} + u_i^{30}$$

Ao estimar o modelo conforme equação acima através do *software* GRETL, todas as variáveis apresentam significância estatística a 1%. Abaixo verifica-se a tabela 10 com os resultados encontrados.

Tabela 10: Modelo em Painel (Mínimos Quadrados Ponderados)

variável	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor
Const	81,5675	10,0252	8,136	0,0000 ***
PDinterno	2,4393	0,8976	2,717	0,0079 ***
ME	12,2761	1,0411	11,79	0,0000 ***
RecEmp	0,0007	0,0000	18,48	0,0000 ***
PO	- 0,0000	0,0000	-3,161	0,0021 ***

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir dos dados da PINTEC e PIA, através do Software GRETL

Conforme esperado, a variável P&D interno (P&Dinterno) apresentou um sinal positivo, e com significância a 1%. Esse resultado corrobora com os encontrados em Brito et al. (2009), bem como, em Cavalnti, Jacinto e De Negri (2015), Chudnovsky et al. (2005), e outros citados no final do capítulo II.

Os resultados encontrados afirmam que Gasto com Pesquisa e Desenvolvimento Interno por pessoal ocupado tem impacto positivo sobre produtividade do trabalho no Brasil. Diante de um cenário onde a produtividade se apresenta estagnada, como

³⁰ Onde: β_1 é uma constante e u_i é o termo de erro.

visto no capítulo anterior, os gastos per capita com pesquisa e desenvolvimento são elementos importantes para impulsionar os ganhos de produtividade setoriais.

Segundo o resultado do modelo, a variável Gastos com Pesquisa e Desenvolvimento Interno por pessoal ocupado apresenta um coeficiente de 2,43933, sendo a segunda variável com maior relação de impacto positivo na equação. Ou seja, para cada R\$ 1.000 gastos em P&D interno por pessoal ocupado, há um retorno de R\$ 2.439,33 em produtividade.

Nos resultados do capítulo anterior, foi visto que o aumento com gastos em P&D interno vem aumentando na indústria de transformação brasileira, enquanto os gastos com máquinas equipamentos caem, sobretudo no último triênio analisado (2014-2017). Todavia, durante algum tempo os gastos com P&D na indústria de transformação do Brasil foram menores que os gastos com máquinas e equipamentos.

O fato de a indústria de transformação brasileira priorizar os gastos com Máquinas e Equipamentos mais que gastos com P&D interno no período analisado, pode ser a razão pela qual P&D interno não se mostre como principal variável que impulsiona a produtividade do trabalho na equação estimada.

Por sua vez, Máquinas e Equipamentos (ME) apresentou um coeficiente de 12,2761, o que significa que, a cada R\$ 1.000 gastos em Máquinas e Equipamentos por pessoal ocupado, R\$12.276,61 são gerados de produtividade.

No modelo, ME é a variável com maior poder explanatório. Os resultados mostram que ME geram um impacto maior na da produtividade do trabalho no Brasil do que os gastos per capita com P&D interno.

A importância dos gastos com máquinas e equipamentos para a produtividade na indústria de transformação do Brasil também foi destacada nos resultados encontrados em MESSA (2015), bem como, em Cavalcanti, Jacinto e De Negri (2015, p.58) que trazem em parte de suas conclusões: “a relação entre gastos em máquinas e equipamentos e produtividade do trabalho é positiva e significativa”.

Neste ponto, deve-se notar que uma queda na relação capital-trabalho concomitante a uma queda na PTF não é algo propriamente surpreendente. Ao longo das várias economias, um instrumento importante de crescimento da produtividade é justamente a absorção de tecnologia incorporada em novas máquinas e equipamentos. Neste mesmo sentido, o trabalho anteriormente citado de Eaton e Kortum (2001) estima que cerca de 25% da diferença de produtividade entre os países se deve a diferenças nos preços de máquinas e equipamentos. (MESSA, 2015, p 36).

A incorporação de novas máquinas e equipamentos à produção, também é uma forma de gerar inovação. Incorporar máquinas e equipamentos à produção é quase sempre uma maneira de gerar ganhos produtivos, mesmo quando as ME's são modelos considerados já ultrapassados em países de maior grau de desenvolvimento.

A variável Receita Líquida por número de empresas (RecEmp), também apresentou o resultado esperado, relação positiva e significativa a 1%. Como a variável Receita Líquida por número de empresas foi usada no modelo como indicativo de barreiras à entrada³¹, o coeficiente positivo mostra que quanto maior a barreira à entrada, maior produtividade do setor.

Esse resultado onde setores com barreira à entrada possuem maiores ganhos de produtividade do trabalho, explica-se pelo fato de os setores mais concentrados no Brasil, no geral, são setores com maior intensidade tecnológica, mão-de-obra de maior grau de qualificação e acesso a máquinas e equipamentos mais produtivos. Algumas vezes, também apresentam ganhos de escala.

Essas características, fazem com que esses setores que apresentam barreira à entrada consigam aumentar o valor adicionado mesmo com uma menor quantidade de pessoal ocupado, quando comparados com outros setores em que as barreiras à entrada são mais baixas.

Os setores indicados no capítulo II com maiores barreiras à entrada ou com maior grau de Receita Líquida por empresa, estão em grande parte alinhados com o que propôs Pavitt (1984) para os setores “baseados em ciência” (setores eletrônicos, farmacêutico, de bioengenharia, de química orgânica etc.). Esses setores, foram indicados pelo mesmo autor como setores com elevada produtividade por estarem envolvidos em constante atividade inovativa, elevados gastos com pesquisa e desenvolvimento e ganhos de escala.

No caso da indústria de transformação no Brasil, como visto no capítulo anterior, os setores com maior indicativo de barreiras à entrada para 2008, são: Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis; Fabricação de Produtos de Fumo; Metalurgia; Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos; Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias e Fabricação de produtos químicos.

³¹ Relembra-se que a variável Receita Líquida por número de empresas é usada no modelo como um indicativo de barreiras a entrada. Uma vez que, setores que apresentam elevado valor de Receita Líquida e um baixo número de empresas, no geral, são setores que possuem barreiras a entrada. Essa variável quando analisada no capítulo II apresenta resultados que corroboram com essa afirmativa uma vez que os setores com maior receita líquida por empresa são setores com características oligopolizadas e que possuem elevadas barreira a entrada.

Fumo e Petróleo são dois setores que, embora não sejam baseados em ciência, também possuem, no caso brasileiro, elevado uso de automatização na produção, mão-de-obra qualificada e oligopólio concentrado, o que possibilita uma elevada produtividade do trabalho. Os dados obtidos no modelo para evidenciar a relevância da variável barreira são significativos a 1%, conforme mostra a tabela (10).

A variável Pessoal Ocupado (PO), apresenta resultado esperado, efeito negativo, e significativo a 1%. O aumento da mão-de-obra quando não acompanhado de uma maior qualificação impacta negativamente a produtividade, já que dilui a relação valor adicionado por pessoal ocupado. Quando a mão-de-obra acrescentada à produção representa um aumento proporcional maior no valor adicionado que o aumento da unidade de trabalho, aumenta-se a relação valor adicionado por pessoal ocupado, logo, aumenta-se a produtividade. No caso estudado, esse efeito é negativo. Uma unidade a mais, reduz a produtividade.

Quadro 2: Resumo dos resultados

Variáveis	Sinal do Coeficiente no modelo	Sinal Esperado	Significância
PDinterno	+	+	Significativo
ME	+	+	Significativo
RecEmp	+	+	Significativo
PO	-	-	Significativo

Fonte: Elaboração Própria.

Em suma, os resultados para indústria de transformação brasileira no período analisado indicam que variáveis de esforço inovativo (Gastos com Pesquisa e Desenvolvimento Interno por Pessoal Ocupado e Gastos com Máquinas e Equipamentos por Pessoal Ocupado) são determinantes para a produtividade do trabalho. Junto a esses resultados constatou-se também que a barreira à entrada impacta positivamente a produtividade do trabalho enquanto o Pessoal Ocupado, impacto negativamente.

3.6. Considerações Parciais

Esse capítulo teve como objetivo verificar a relação entre esforço inovativo e produtividade do trabalho na indústria de transformação para os anos de (2008-2017) através

de um modelo econométrico para dados em Painel. A literatura para dados de Painel instrui que ao rodar um modelo em MQO seja feito o teste para Efeitos Fixos ou Aleatórios. Esse resultado indicou que o modelo de Efeitos Fixos era preferível ao modelo de Efeitos Aleatórios, todavia, o modelo estimado apresentou heteroscedasticidade. Nesse sentido, estimou-se através do método Mínimos Quadrados Ponderados um modelo em painel corrigido. Esse modelo foi estimado para 24 subsetores dentro da indústria de transformação para o período de 2008 a 2017. Os resultados encontrados mostraram que os gastos com Máquinas e Equipamentos por pessoal ocupado é a variável que mais impulsiona a produtividade do trabalho, com um coeficiente de 12,2761. Ou seja, tudo ou mais constante, a cada R\$ 1.000 gastos em Máquinas e Equipamentos por pessoal ocupado há um ganho de R\$12.276,61 em produtividade do trabalho. Em segundo lugar, o gasto com pesquisa e desenvolvimento interno por pessoal ocupado também apresentou impacto positivo na produtividade do trabalho, resultando um coeficiente de 2,43933. Isto é, tudo ou mais constante, para cada R\$ 1.000 gastos em P&D interno por pessoal ocupado, há um retorno de R\$ 2.439,33 indicando uma correlação positiva. Essas duas variáveis, representam o esforço inovativo no modelo, portanto, os resultados apresentados corroboram com a literatura apresentada no capítulo I e com os resultados encontrados através da estatística descritiva no capítulo II. A Receita Líquida sobre número de empresas, variável utilizada com intuito de capturar o impacto das barreiras à entrada na produtividade do trabalho, apresentou o coeficiente de 0,00079, indicando um impulso positivo dessa variável sobre a produtividade. Setores com maiores barreiras à entrada tendem a apresentarem resultados mais elevados de produtividade do trabalho. Por fim, a variável pessoal ocupado apresentou um coeficiente de -0,0000585, indicando que um incremento de mão-de-obra a produção possui um impacto negativo na produtividade do trabalho. Todas as variáveis apresentaram resultados esperados conforme quadro 2. Esses resultados corroboram os resultados encontrados nos estudos sobre esse mesmo tema descritos no final do capítulo II. Todas as variáveis apresentaram significância estatística a 1%. Considerando o que foi exposto, pode-se concluir que o esforço inovativo é fundamental para impulsionar a produtividade do trabalho para a indústria de transformação no Brasil no período de (2008-2017). Além disso, o modelo indicou que barreira à entrada é um “reforçador” dos ganhos de produtividade, enquanto o incremento da mão-de-obra impacta negativamente a produtividade do trabalho.

CONCLUSÕES

A relação entre produtividade e inovação é amplamente explorada na literatura em Schumpeter (1942), e posteriormente pelos autores da chamada corrente neoshumpeteriana.

Os avanços teóricos levaram diversos autores ao redor do mundo a estudarem a importância do esforço inovativo para os ganhos de produtividade. Por exemplo, Wakelin (2001) para o Reino Unido, Chudnovsky et al. (2005) para empresas argentinas, Mairesse e Mohnen (2005) para França, De Negri e Salerno (2005), Arbache (2005), Goedhuys (2007) e outros para o Brasil.

Embora haja uma ampla literatura sobre o tema no que se refere a relação entre esforço inovativo e produtividade do trabalho, quando se trata de países em desenvolvimento, sobretudo no caso da indústria de transformação brasileira, há poucos trabalhos desenvolvidos. Soma-se a isso, o fato de que a publicação da PINTEC de 2017, restringe ainda mais essa amostra literária.

Nesse sentido, o desenvolvimento de novos trabalhos que contribuam com essa análise mais específica, de modo setorial e direcionada a países em desenvolvimento, é de suma importância, sobretudo, quando feita a partir de dados atualizados permitindo uma continuidade dos estudos já desenvolvidos anteriormente.

Assim, o presente trabalho teve como principal objetivo identificar se o esforço inovativo é relevante para a produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira no período de 2008 a 2017.

O primeiro capítulo teve como objetivo apresentar um levantamento bibliográfico sobre a relação esforço inovativo e produtividade a partir dos estudos de diversos autores, para diferentes países, e baseados em diferentes metodologias.

Pode-se destacar Wakelin (2001) que usou uma função de produção do tipo Cobb-Douglas para estudar a relação entre produtividade do trabalho e gastos em P&D. Esse autor encontrou resultados que mostram que os gastos em P&D causam impacto positivo e com significância estatística na produtividade. Huergo e Jaumandreu (2003), estudaram o impacto da implantação das inovações de processos na produtividade. Os autores usaram um modelo em painel estimando dados de mais de 2300 empresas da manufatura espanholas entre 1990 e 1998. Os resultados indicaram que é possível observar uma correlação positiva entre a inovação de processos e a produtividade total dos fatores. Mairesse e Mohnen (2005) que através do modelo CDM, estimaram para empresas da indústria francesa de alta e baixa tecnologia no período de 1998 a 2000. Esses autores encontram que há uma taxa de retorno

positiva entre a produtividade e o volume de P&D. No mesmo sentido, Chudnovsky et al. (2005) através da metodologia de dados em painel para 718 empresas argentinas no período de 1992-1996, averiguam que a aquisição de tecnologia e o investimento em P&D, aumentam a probabilidade de a firma inovar. Chudnovsky et al. (2005) acrescentam que as empresas inovadoras apresentaram maior desempenho (em termos de produtividade do trabalho) que as empresas não inovadoras.

Para o Brasil, Goedhuys (2007), discute a relação entre inovação, produtividade total dos fatores, e o crescimento das empresas na manufatura. O autor analisou 1352 empresas concluído que o P&D é importante e possui correlação positiva para o crescimento da empresa no longo prazo. Brito *et al.* (2009), mostra que, a partir de uma análise em *cross section* os resultados apontam que um aumento no número de pessoal ocupado em P&D ou no tamanho da empresa, indica um provável efeito positivo na produtividade do trabalho. Segundo Brito *et al.* (2009), os resultados da análise em painel, também mostram uma relação positiva com significância estatística entre esforço em P&D e produtividade.

A relação entre esforço inovativo e produtividade do trabalho para indústria de transformação brasileira foi explorada por meio de estatística descritiva no Capítulo II.

A partir dos dados da PIA e PINTEC/IBGE, foram observados os comportamentos da produtividade do trabalho, por meio da relação entre o valor da transformação industrial e o pessoal ocupado, e das variáveis de esforço inovativo, divido-as em Valor Gasto com Pesquisa e Desenvolvimento Interno por pessoal ocupado e o Valor Gasto com Máquinas e Equipamentos por pessoal ocupado. Por fim, observou-se o comportamento da Receita Líquida por empresa (variável utilizada para verificar a relação entre barreira a entrada e produtividade) e o Pessoal Ocupado.

A partir dos resultados apresentados no capítulo II, é possível observar uma queda da produtividade do trabalho na indústria de transformação do Brasil no período de 2008 - 2009. Essa queda é em parte explicada pela crise de 2008. Mesmo diante de uma reação anticíclica por parte do governo federal brasileiro os resultados de crescimento vistos pós crise duraram só até meados de 2011, dando início a uma queda na produtividade do trabalho até 2016, registrando sinais de uma possível recuperação apenas em 2017. A análise dos dados de produtividade do trabalho na indústria de transformação do Brasil, entre 2008 e 2017, revela que esta variável cresceu a taxas próximas de zero, sendo esse crescimento de 0,05 %. Observa-se, portanto, uma produtividade do trabalho que, na média, pode ser considerada estagnada.

O setor de petróleo e fumo apresentam resultados elevados de produtividade do trabalho. Esta evidência é explicada pela alta intensidade em capital destes setores, além do fato de possuírem produção com um elevado percentual de automatização e empregarem uma mão-de-obra qualificada. Além disso, esses setores estão inclusos em mercados oligopolizados, que permite uma maior captura do lucro de mercado dado a baixa concorrência.

No tocante ao esforço inovativo, os resultados permitem concluir que houve uma queda nos gastos com atividades inovativas no último triênio da série (2014-2017). Ao analisar separadamente duas das variáveis mais importantes na composição dos gastos com atividades inovativas (gastos com máquinas e equipamentos por pessoal ocupado (ME) e os gastos com Pesquisa e Desenvolvimento interno por pessoal ocupado (P&D interno)), tem-se que, para o período de 2014-2017 os gastos com máquinas e equipamentos por pessoal ocupado caíram, sendo - 44,64%, -33,81%, -28,68% e -46,12% para os setores de baixa, média-baixa, média-alta e alta, respectivamente. Já os Gastos em P&D interno por pessoal ocupado caíram para os setores de baixa, média-baixa e alta, sendo, -7,11, -15,95 e -6,28 respectivamente, mas, subiram 40,11% no setor de média.

Ao observar a série completa é possível observar uma queda nos gastos com máquinas e equipamentos e, um aumento nos gastos com P&D interno, o que indica que o P&D interno tem aumentado sua participação no percentual de gastos com atividades inovativas, enquanto máquinas e equipamentos têm diminuído.

A variável Receita líquida por número de empresas foi utilizada neste trabalho como um indicativo do grau de barreias à entrada. Os resultados do capítulo II confirmam o sentido lógico dessa suposição quando retornam que em 2008, os setores com maior Receita Líquida por empresa foram o setor de Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis; Fabricação de Produtos de Fumo; Metalurgia; Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos; Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias e Fabricação de produtos químicos.

Os resultados do segundo capítulo para a variável Pessoal Ocupado mostram que, a maior parte do pessoal ocupado está presente nos setores de menor intensidade tecnológica enquanto os setores de maior tecnologia, possuem o menor percentual de pessoal ocupado da indústria de transformação. A série completa para PO mostra que a mão-de-obra total da indústria de transformação está caindo desde 2013, apresentando a maior queda entre 2014 e 2015 (-7,8%). Quando os dados são analisados por grupo de intensidade tecnológica, a maior queda é registrada nos setores de alta tecnologia, -5,9% entre 2008 e 2011.

De modo geral, os resultados indicam que os grupos com maior intensidade tecnológica são aqueles que apresentam maior produtividade, e os que mais investem em atividades inovativas. Também indicam que a maior barreira à entrada se encontra no setor de média baixa intensidade tecnológica, mais precisamente no setor de petróleo. E por fim, que os setores menos produtivos e que menos investem em atividades inovativas são os com maiores níveis de Pessoal Ocupado.

A principal conclusão que os dados apresentados no capítulo II demonstram, é que o esforço inovativo possui uma relação positiva com a produtividade do trabalho para indústria de transformação para o período de 2008 e 2017.

A partir desses resultados, buscou-se no capítulo III examinar alguns dos determinantes da produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira para o período de 2008-2017.

O capítulo é baseado na construção de um modelo de dados em painel, utilizando o método de Mínimos Quadrados Ponderados. O modelo considerou vinte e quatro subsetores dentro da indústria de transformação classificados conforme a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), inclusive os destacados no capítulo I como *outlier* (Petróleo e fumo). Nesse modelo a produtividade do trabalho é a variável dependente e gasto com P&D interno por pessoal ocupado, Gastos com Máquinas e Equipamentos por pessoal ocupado, a Receita Líquida por empresa e a população ocupada são as variáveis explicativas.

Os resultados encontrados mostram que os gastos com Máquinas e Equipamentos por pessoal ocupado é a que mais impulsiona a produtividade do trabalho, tudo ou mais constante, a cada R\$ 1.000 gastos em Máquinas e Equipamentos por pessoal ocupado há um ganho de R\$12.276,61 em produtividade do trabalho. Em segundo lugar, o gasto com pesquisa e desenvolvimento interno por pessoal ocupado também apresenta impacto positivo na produtividade do trabalho, tudo ou mais constante, para cada R\$ 1.000 gastos em P&D interno por pessoal ocupado, há um retorno de R\$ 2.439,33.

A variável Receita Líquida sobre número de empresas, utilizada com intuito de capturar o impacto das barreiras à entrada sobre produtividade do trabalho, apresenta um coeficiente de 0,0007, com significância estatística de 1 %, indicando que setores com maiores barreiras à entrada, são aqueles com maiores ganhos de produtividade do trabalho.

Por fim, para a variável pessoal ocupado um incremento de mão-de-obra à produção possui um impacto negativo na produtividade do trabalho. Todas as variáveis apresentaram resultados esperados conforme quadro 2.

Esses resultados corroboram a hipótese principal desse trabalho de que o esforço inovativo é capaz de impulsionar positivamente a produtividade do trabalho na indústria de transformação brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMOVITZ, M. Resource and output trends in the United States since 1870. **The American Review**. v. 46, n. 2, p 5-23, 1956.
- ARBACHE, J. S. **Inovações tecnológicas e exportações afetam o tamanho e a produtividade das firmas manufactureiras?** Evidências para o Brasil. *In*: DE NEGRI, J. A.; SALERNO, M. S. (Orgs.). Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: IPEA, p. 477-510, 2005.
- BAUMOL, W. J. Contestable markets: an uprising in the theory of industry structure. **The American Economic Review**, v. 72, n.1, p. 1-15, 1982.
- BAUMOL, W. J. **The cost disease: why computers get cheaper and health care doesn't**. Yale University Press, 2012.
- BAUMOL, W. J. Macroeconomics of unbalanced growth: the anatomy of urban crisis. **American Economic Review**, v. 57, n. 3, p. 415-26, 1967.
- BAUMOL, W. J.; BLACKMAN, S. A. B.; WOLFF, E. N. Unbalanced growth revisited: asymptotic stagnancy and new evidence. **The American Economic Review**, v. 75, n. 4, p. 806-17, 1985.
- BENAVENTE, J. M. The role of research and innovation in promoting productivity in Chile. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 15, n. 4-5, p. 301-15, 2006.
- BONELLI, R. A produtividade no Brasil. 2005. **Revista Desafio**. <http://www.ipea.gov.br/desafios/index.php?option=com_content&view=article&id=752:catid=28&Itemid=23>. Acessado em 15/05/2020.
- BONELLI, R. **Crescimento e produtividade na indústria brasileira: impactos da orientação comercial**. Pesquisa e Planejamento Econômico. Rio de Janeiro, v. 21, n. 3, p. 533-558, 1991.
- BONELLI, R.; FONSECA, R. **Ganhos de produtividade e de eficiência: novos resultados para a economia brasileira**. Textos para discussão, n. 557. Rio de Janeiro: IPEA, 1998.
- BRITTO, J. N. P. et al. **Produtividade, Competitividade e Inovação na Indústria Brasileira**. Projeto PIB. Rio de Janeiro: UFRJ, 2009.

- CARVALHO, L.; AVELLAR, A. P. M. de. Innovation and productivity: empirical evidence for brazilian industrial enterprises. **Revista de Administração**, p. 134-47, v. 52, 2017.
- CARVALHO, P. G. M. As vertentes teóricas da produtividade. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 5, n. 2, p. 67-92, 2001.
- CARVALHO, P. S. L. de; MESQUITA, P. P. D.; CARDARELLI, N. A. Panoramas setoriais 2030: mineração e metalurgia. In: **Panoramas setoriais 2030: desafios e oportunidades para o Brasil**. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2017. p. 43-58.
- CHUDNOVSKY, D.; LÓPEZ, A.; PUPATO, G.. Innovation and productivity in developing countries: a study of argentine manufacturing firms' behavior (1992-2001). **Research Policy**, v. 35, p. 266-88, 2006.
- CONTE, A.; VIVARELLI, M. **One or many knowledge production functions? Mapping innovative activity using microdata**. The Institute for the Study of Labor (IZA), discussion paper n. 1878, 2005.
- CRÉPON, B.; DUGUET, E.; MAIRESSE, J. **Research, innovation, and productivity: an econometric analysis at the firm level**. National Bureau of Economic Research, working paper n. 6696, 1998.
- CRESPI, G.; ZUÑIGA, P. **Innovation and productivity: evidence from six latin american countries**. Inter-American Development Bank (IDB) working paper series, n. IDB-WP-218, 2010.
- DATHEIN, R. **Desenvolvimentismo: o conceito, as bases teóricas e as políticas**. Editora da UFRGS, 2015.
- DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R. (Orgs.). **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes. Volume 2 – determinantes**. Brasília: Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), 2015.
- DE NEGRI, F.; ZUCOLOTO, G.; MIRANDA, P.; KOELLER, P.; RAUEN, A.; SZIGETHY, L. **Redução drástica na inovação e no investimento em P&D no brasil: o que dizem os indicadores da pesquisa de inovação 2017**. Brasília: IPEA, 2020 (Nota Técnica, n. 60).
- DENISON, E. F. **Accounting for United States economic growth, 1929-1969**. Washington: Brookings Institution, 1974.
- DENISON, E. F. United States economic growth. **The Journal of Business**, v. 35, n. 2, p. 109-21, 1962.
- DOSI, G. et al. **Institutions and markets in a dynamic world**. The Manchester School, v. 56, n. 2, p. 119-46, 1988.

- DOSI, Gi. Fontes, procedimentos e efeitos microeconômicos da inovação. Tradução de José Ricardo Fucidji. **Journal of Economic Literature**, v. 26, n. 3, p. 1120-71, 1988.
- FABRICANT, Solomon. **Economic progress and economic change**: 34th annual report of national bureau of economic research. New York, 1954.
- FREEMAN, C. **Inovação e estratégia da firma**. Tradução de José Ricardo Fucidji. *In*: The economics of industrial innovation. Harmondsworth: Penguin Books, p. 255-82, 1974.
- GOEDHUYS, M. **The impact of innovation activities on productivity and firm growth**: evidence from Brazil. Maastricht Economic and social Research and training centre on Innovation and Tecnology (UNO-MERIT) working papers series n. 2, 2007.
- GRIFFITH, R.; HUERGO, E.; MAIRESSE, J.; PETERS, B. **Innovation and productivity across four European countries**. National Bureau of Economic Research, working paper n. 12722, dezembro de 2016.
- GRILICHES, Z. (Ed.). **R&D, patents, and productivity**. Chicago: The University of Chicago Press, 1987.
- GRILICHES, Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. **The Bell Journal of Economics**, v. 10, n. 1, p. 92-116, 1979.
- GRILICHES, Z. **R&D and the productivity slowdown**. National Bureal of Economic Research, working paper n. 434, janeiro de 1980.
- GRILICHES, Z. Returns to research and development expenditures in the private sector. *In*: **New developments in productivity measurement**. University of Chicago press, 1980. p. 419-62.
- GRILICHES, Z. Specification bias in estimates of production functions. **Journal of Farm Economics**, v. 39, n. 1, p. 8-20, 1957.
- GRILICHES, Z. The discovery of the residual: a historical note. **Journal of Economic Literature**, v. 34, n. 1, p. 1324-1330, 1996.
- GUJARATI, Damodar N.; PORTER, Dawn C. **Econometria básica**. 5ª Edição. Porto Alegre: Amgh Editora, 2011.
- HALL, B. H. Innovation and productivity. **Nordic Economic Policy Review**, n. 2, 2011.
- HECKMAN, J. J. **Contributions of Zvi Griliches**. The Institute for the Study of Labor (IZA), discussion paper n. 2184, 2006.
- HUERGO, E.; JAUMANDREU, J. Firms' age, process innovation and productivity growth. **International Journal of Industrial Organization**, v. 22, p. 541-59, 2004.

- LÖÖF, H.; HESHMATI, A.; ASPLUND, R.; NAAS, S. **Innovation and performance in manufacturing industries: a comparison of the Nordic countries.** SSE/EFI working paper series in economics and finance n. 457, 2001.
- MAIRESSE, J.; MOHNEN, P. **Using innovations survey for econometric analysis.** National Bureau of Economic Research, working paper n. 15857, 2010.
- MAIRESSE, J.; MOHNEN, P.; KREMP, E. The importance of R&D and innovation for productivity: a reexamination in light of the French Innovation Survey. **Annales d'Économie et de Statistique**, n. 79/80, p. 487-527, 2005.
- MESSA, A. S. Determinantes da produtividade na indústria brasileira. **Radar: tecnologia, produção e comércio exterior**, v. 38, 2015, p. 29-39.
- MESSA, A. S. Impactos da geração e absorção de conhecimento na produtividade da firma. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 13, n. 3, 2009, p. 467-487.
- METCALFE, S. "Evolution and economic change" **In: SILBERSTON, Zangwill A. Technology and Economic Progress.** London: Palgrave Macmillan UK, p. 54-85, 1987.
- NELSON, R. R.; WINTER, G. S. "Parte I – visão geral e motivação" **In: Uma teoria evolucionária da mudança econômica.** São Paulo: Editora da Unicamp, p. 17-84, 2005 [1982].
- OLIVEIRA, F. A. Schumpeter: a destruição criativa e a economia em movimento. **Revista de História & Economia Regional Aplicada**, v. 10, n. 16, p. 99-122, 2014.
- ORTEGA-ARGILÉS, R.; POTTERS, L.; VIVARELLI. R&D and productivity: testing sectoral peculiarities using micro data. **Empirical Economics**, v. 41, n. 3, p. 817-39, 2011.
- PAKES, A.; GRILICHES, Z. **Patents and R&D at the firm level: a first look.** National Bureau of Economic Research, working paper n. 561, outubro de 1980.
- PARISI, M. L.; SCHIANTARELLI, F.; SEMBENELLI, A. Productivity, innovation and R&D: micro evidence for Italy. **European Economic Review**, v. 50, p. 2037-2061, 2006.
- PAVITT, K. **Padrões setoriais de mudança tecnológica: rumo a uma taxonomia e uma teoria.** Tradução José Ricardo Fucidji. *Research Policy*, v. 13, n. 6, p. 343-73, 1984,
- QUEIROZ, S. **Aprendizado tecnológico.** *In: PELAEZ, V.; SZMRECSÁNYI, T. (Orgs.). Economia da Inovação Tecnológica.* São Paulo: Hucitec, 2006. p. 193-211.
- ROSENBERG, N. "Quão exógena é a ciência?" *In: Por dentro da caixa preta: tecnologia e economia.* São Paulo: Editora da Unicamp, p. 215-41, 2006 [1981].
- SALUSTIANO, S. F. M. **Efeitos do endividamento no agronegócio brasileiro.** Tese (doutorado) - Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Universidade Católica de Brasília, Brasília DF, 2014.

SCHUMPETER, J. A. **“O processo de destruição criadora” e “As práticas monopolistas”**. *In: Capitalism, Socialism and Democracy*. Nova York: Harper & Row, p. 81-106, 1942.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1984.

SOARES, Dany de C. **Fatores econômicos determinantes da corrupção no Brasil: uma análise com dados em painel do Ministério Público Federal**. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Administração, Contabilidade e Economia, Universidade Católica de Brasília, Brasília DF, 2017.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, fevereiro de 1956, p. 65-94, 1956.

SOLOW, R. M. Change and the aggregate production function. **The Review of Economics and Statistics**, v. 39, n. 3, Agosto de 1957, p. 312-20, 1957.

SOLOW, R. M. Perspectives on growth theory. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 8, n. 1, p. 45-54, 1994.

TEIXEIRA JÚNIOR, J. R.; MELLO, B. da S. **O impacto heterogêneo das crises de 2008-2009 e 2015-2016 sobre os setores da indústria de transformação**. Rio de Janeiro: BNDES setorial, v. 25, n. 50, Setembro de 2019, p. 109-152.

WAKELIN, K. **Productivity growth and R&D expenditure in UK manufacturing firms**. *Research Policy*, v. 30, 2001, p. 1079-90.

WILLIAMSON, O. E. **The economic institutions of capitalism: firms, markets, relational contracting**. The Free Press, 1985.

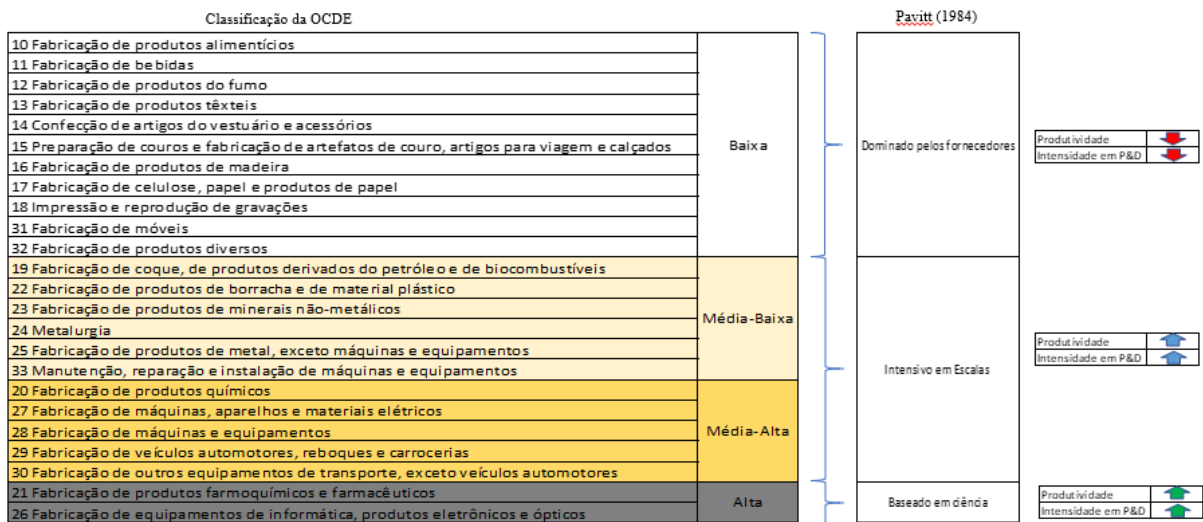
WOOLDRIDGE, Jeffrey M. **Introdução à econometria: uma abordagem moderna**. Pioneira Thomson Learning, 2006.

ANEXOS

ANEXO A – Classificação apresentada por Pavitt (1984)

Dominados pelos fornecedores	Intensivos em escala	Baseados em ciência	
Agricultura; construção civil; têxtil; vestuário; couro; editorial e gráfica; produtos de madeira; produtos de metal simples; manufatura tradicional simples. No geral, as firmas que pertencem a esse agrupamento, são pequenas e possuem uma engenharia pouco complexa somada a uma baixa capacidade de P&D interno, além do fato de que suas inovações (em maior parte de processo) são desenvolvidas em outros setores, fazendo com que suas contribuições para suas tecnologias de processos ou produtos sejam incrementais (ou secundárias).	atividade inovativa está relacionada com a inovações tanto de produtos quanto de processos. Possuem uma produção complexa que geralmente envolve um sistema sofisticado de produção com elevado grau tecnológico e um montante significativo de investimento em P&D interno, demandam complexos canais de escoamento da produção e produzem em grande parte das inovações do seu respectivo setor. Nesse sentido, a sua complexa estrutura produtiva é o que proporciona a apropriação dos ganhos tecnológicos, que estão diretamente ligados ao know-how e ao segredo industrial da firma.	em geral, são formados por firmas grandes e suas inovações estão correlacionadas aos paradigmas tecnológicos resultantes dos avanços da ciência. Possuem um elevado percentual de investimento em P&D e descobertas de novas inovações, fazem uso de sofisticados laboratórios, e produzem para vários outros setores (um percentual alto de suas inovações é exportado para outros setores como insumo de capital ou intermediário). Conforme Pavitt (1984), nessa categoria podem incluir-se os setores eletrônico, farmacêutico, de bioengenharia, de química orgânica etc.	
	Dominados pelos fornecedores	Intensivos em escala	Baseado em ciência
Produtividade	Baixa	Média	Alta
Intensidade em P&D	Baixa	Média	Alta

ANEXO B – Esquema associativo entre Pavitt (1984) e a classificação por intensidade tecnológica da OCDE



ANEXO C – Construção das variáveis a partir da planilha base

Máquinas e Equipamentos por pessoal ocupado: Variável Aquisição de máquinas e equipamentos (Mil Reais) da Tabela 5464 - Empresas que realizaram dispêndios com atividades inovativas e Valor dos dispêndios com atividades inovativas, por atividades inovativas desenvolvidas e atividades da indústria, do setor de eletricidade e gás e dos serviços selecionados sobre variável Pessoal ocupado em 31/12 (Pessoas) da Tabela 1841 - Emprego e salário das empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas, segundo as divisões e os grupos de atividades (CNAE 2.0).

Gasto com pesquisa e desenvolvimento interno por pessoal ocupado: Variável Valor dos dispêndios com atividades internas de pesquisa e desenvolvimento (Mil Reais) da Tabela 5464 - Empresas que realizaram dispêndios com atividades inovativas e Valor dos dispêndios com atividades inovativas, por atividades inovativas desenvolvidas e atividades da indústria, do setor de eletricidade e gás e dos serviços selecionados sobre variável Pessoal ocupado em 31/12 (Pessoas) da Tabela 1841 - Emprego e salário das empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas, segundo as divisões e os grupos de atividades (CNAE 2.0).

Receita Líquida sobre número de empresas: Variável Receita líquida de vendas (Mil Reais) da Tabela 5465 - Número de empresas, Receita líquida de vendas, Empresas que realizaram dispêndios com atividades inovativas e Valor dos dispêndios com atividades inovativas, por atividades da indústria, do setor de eletricidade e gás e dos serviços selecionado sobre variável Pessoal ocupado em 31/12 (Pessoas) da Tabela 1841 - Emprego e salário das empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas, segundo as divisões e os grupos de atividades (CNAE 2.0).

Pessoal ocupado: Variável Pessoal ocupado em 31/12 (Pessoas) da Tabela 1841 - Emprego e salário das empresas industriais com 5 ou mais pessoas ocupadas, segundo as divisões e os grupos de atividades (CNAE 2.0).

ANEXO D – Diagnóstico de Painel (GRETl)

Diagnósticos: utilizando 24 unidades de corte transversal

Estimador de efeitos fixos

permite diferenciar os interceptos por unidade de corte transversal

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	86,8707	14,0687	6,175	4,20e-08	***
PDinterno	3,65616	1,60738	2,275	0,0261	**
ME	13,6148	2,28309	5,963	9,85e-08	***
RecEmp	0,000695059	3,35658e-05	20,71	4,47e-031	***
PO	-6,78048e-05	2,16854e-05	-3,127	0,0026	***

Variância residual: 236637/(96 - 28) = 3479,96

Significância conjunta da diferenciação das médias de grupo:

F(23, 68) = 1,59212 com p-valor 0,0721678

(Um p-valor baixo contraria a hipótese nula de que o modelo MQO agrupado (pooled) é adequado, validando a hipótese alternativa da existência de efeitos fixos.)

Variance estimators:

between = 0

within = 3479,96

theta used for quasi-demeaning = 0

Estimador de efeitos aleatórios

permite um componente específico para a unidade no termo do erro

	coeficiente	erro padrão	razão-t	p-valor	
const	82,1738	13,6917	6,002	3,93e-08	***
PDinterno	3,83221	1,43169	2,677	0,0088	***
ME	12,2257	2,04249	5,986	4,21e-08	***
RecEmp	0,000719395	3,29292e-05	21,85	5,78e-038	***
PO	-4,46691e-05	2,17341e-05	-2,055	0,0427	**

Estatística de teste de Hausman:

H = 21,3437 com p-valor = prob(qui-quadrado(4) > 21,3437) = 0,000270656

(Um p-valor baixo contraria a hipótese nula de que o modelo de efeitos aleatórios é consistente, validando a hipótese alternativa da existência do modelo de efeitos fixos.)