

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA - PROPEC  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM DESENVOLVIMENTO REGIONAL E GESTÃO  
DE EMPREENDIMENTOS LOCAIS**

**Produtividade do trabalho na indústria de transformação nordestina: qual  
a importância do capital humano e do progresso tecnológico?**

Gilvan dos Santos

**São Cristóvão – Sergipe  
Maio de 2016**

Gilvan dos Santos

Produtividade do trabalho na indústria de transformação nordestina: qual a importância do capital humano e do progresso tecnológico?

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Economia-PROPEC da Universidade Federal de Sergipe como parte dos requisitos para a obtenção do título de mestre em Economia

Área de concentração: Desenvolvimento regional

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Fernanda Esperidião

São Cristóvão – SE  
2016

## RESUMO

A evolução da produtividade do trabalho, particularmente no setor industrial, é um tema que vem sendo bastante discutido na literatura econômica brasileira recente e, nos anos 90, transformando-se em questão de grande interesse, dadas as modificações pelas quais passou a economia brasileira. Alguns estudos, como o de Sabóia e Carvalho (1997), trouxeram uma ampla resenha dos debates e controvérsias sobre o assunto; Bonelli e Fonseca (1998) aprofundaram a questão dos ganhos de produtividade e eficiência na economia brasileira; enquanto o estudo de Rossi Jr. E Ferreira (1999) analisou a evolução da produtividade industrial e sua relação com a abertura comercial nos anos 90. No Brasil, o foco do debate residia na discussão de saber se realmente houve aumento da produtividade da indústria brasileira ou se as taxas de crescimento estavam elevadas em virtude da superestimação dos índices do IBGE. E se houve aumento, quais as causas desse aumento. Nossa investigação objetivou entender o comportamento da produtividade do trabalho na indústria de transformação nordestina, identificar os principais fatores determinantes da sua evolução e a verificação empírica com vistas a checar se as fontes dos incrementos da produtividade do trabalho da indústria brasileira, identificadas pela literatura, também se aplica à indústria de transformação nordestina, enfatizando o papel do capital humano e do progresso tecnológico, além de analisar a contribuição desses fatores para o incremento observado. A metodologia consistiu na análise dos dados da PIA-IBGE sobre o comportamento da produtividade do trabalho, bem como a análise dos resultados de uma regressão com dados em painel, utilizando-se o modelo de efeitos aleatórios. Na análise dos resultados o poder explicação da variabilidade da produtividade foi de 70%, demonstrando que a variação entre indivíduos (*between*) superou a variação da mesma variável ao longo do tempo (*within*). O capital humano é a variável que melhor explica a variabilidade da produtividade do trabalho, seguida da variável que representou a abertura da economia ao mercado externo (exportações) e a produção. A proxy escolhida para representar o progresso tecnológico obteve resultado não significativo, ainda que a literatura neoclássica assegure a existência de uma relação de causalidade com o crescimento da produtividade do trabalho. Também ficou demonstrada a existência de uma associação negativa e significativa entre o tamanho da planta em número médio de pessoas ocupadas com a produtividade do trabalho.

**Palavras chaves:** Produtividade do trabalho, capital humano e progresso tecnológico e inovação.

## ABSTRACT

The evolution of labor productivity, particularly in the industrial sector, is a topic that has been widely discussed in recent Brazilian economic literature and, in the 90's, becoming a matter of great interest, in view the changes undergone by the Brazilian economy. Some studies, such as the Savoy and Carvalho (1997), brought a broad overview of the debates and controversies on the subject; Bonelli and Fonseca (1998) deepened the issue of productivity and efficiency gains in the Brazilian economy; while the study of Rossi Jr. and Ferreira (1999) analyzed the evolution of industrial productivity and their relationship with trade liberalization in the 90's in Brazil, the focus of the debate lay in the discussion of whether there really was increased productivity of Brazilian industry or growth rates were high due to the overestimation of the IBGE indices. And if there was an increase, which causes the increase. Our research aimed to understand the labor productivity behavior in the northeastern manufacturing industry, identify the main determinants of its development and empirical verification in order to check the sources of the increases in productivity of the Brazilian industry work identified in the literature, also applies to the northeastern processing industry, emphasizing the role of human capital and technological progress, and to analyze the contribution of these factors to increase observed. The methodology consisted of analysis of PIA-IBGE data on the behavior of labor productivity, as well as the analysis of the results of a regression with panel data, using the random effects model. The analysis of results the power of explanation of variability of yield was 70%, showing that variation between individuals (*between*) exceeded the range of the same variable over time (*within*). Human capital is the variable that best explains the variability of labor productivity, then the variable representing the opening of the economy to foreign markets (exports) and production. The proxy selected to represent the technological progress achieved no significant results, although the neoclassical literature ensures the existence of a causal relationship with the growth of labor productivity. It was also demonstrated the existence of a negative and significant association between the size of the plant in the average number of persons employed with labor productivity.

**Keywords:** Labor productivity, human capital and technological progress and innovation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Contribuição setorial para o crescimento da produtividade do (%).....	55
Figura 2	– Comportamento da produtividade por estado ao longo do tempo .....	66
Figura 3	– Associação entre as variáveis previsoras com a variável dependente....	82

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Valor adicionado, pessoal ocupado e produtividade (taxas percentuais de crescimento).....	52
Tabela 2	– Coeficiente de correlação entre o grau de utilização de métodos de gestão da produção e a taxa de variação da produtividade industriai.....	57
Tabela 3	- Tipos de economia de escala e fatores determinantes.....	58
Tabela 4	– Crescimento do produto da indústria de transformação (valor bruto da produção industrial e valor da transformação industrial), pessoal ocupado e da produtividade do trabalho.....	62
Tabela 5	– Indústria de transformação: Crescimento do Valor Bruto da Produção Industrial, do emprego e da produtividade do trabalho por setores das indústrias.....	65
Tabela 6	– Os 10 Principais setores da indústria de transformação do Nordeste participação dos setores na indústria e produtividade.....	67
Tabela 7	– Principais setores da Indústria de transformação nordestina Taxa de crescimento médio da produtividade do trabalho e Distribuição do setor por estado.....	70
Tabela 8	– Resultado do teste de Hausman.....	89
Tabela 9	– Resultado do teste de Breush-Pagan Lagrange.....	80
Tabela 10	– Correlação entre as variáveis e significância.....	81
Tabela 11	– Estatística VIF (Variance inflation fator).....	83
Tabela 12	– Resultados do modelo com VTI.....	87
Tabela 13	– Resultados do modelo sem VTI.....	88

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	– Crescimento da produção industrial (em mil reais), da população ocupada (número de trabalhadores) e da produtividade do trabalho na indústria de transformação (2000-2013).....	63
Gráfico 2	– Produtividade dos setores industriais, segundo estado.....	68

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>A PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA: ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS.....</b>	<b>13</b>
2.1	CAPITAL HUMANO E PRODUTIVIDADE DO TRABALHO.....	13
2.1.1	Aspectos teóricos do capital humano.....	14
2.1.2	Educação produtividade do trabalho e crescimento econômico.....	17
2.2	O PROGRSSO TECNOLÓGICO E A PRODUTIVIDADE DO TRABALHO.....	20
2.2.1	Progresso tecnológico e inovação, qual a diferença?.....	22
2.2.2	Transformações econômicas e as condições para inovações.....	23
2.2.3	A firma inovadora e as inovações.....	25
2.2.4	Progresso tecnológico e a produtividade do trabalho.....	29
2.3	DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO.....	33
2.3.1	Fatores que afetam a produtividade do trabalho nas empresas.....	34
2.3.2	Fatores que diferenciam a produtividade entre empresas do mesmo ramo de atividade.....	36
2.4	O CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO.....	38
2.5	DIFICULDADES NO USO DO INDICADOR.....	38
<b>3</b>	<b>ESTUDOS RECENTES SOBRE A PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NO BRASIL.....</b>	<b>40</b>
3.1	O FOCO DO DEBATE SOBRE A PRODUTIVIDADE DO TRABALHO.....	41
3.2	OS 10 ARGUMENTOS EQUIVOCADOS.....	44
3.3	FATORES DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE AGREGADA.....	49
3.3.1	A abertura da economia ao mercado externo.....	49
3.3.2	Contribuição setorial versus crescimento do produto.....	50
3.3.3	Reestruturação industrial e a introdução de modernos métodos voltados para o aumento da competitividade da indústria.....	55
3.3.4	Economia de escala.....	58
<b>4</b>	<b>PANORAMA DO DESEMPENHO DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO NORDESTINA.....</b>	<b>61</b>
4.1	DESEMPENHO SETORIAL.....	63
4.2	DESEMPENHO POR ESTADO.....	66

<b>5</b>	<b>METODOLOGIAS E RESULTADOS.....</b>	<b>71</b>
5.1	A ESPECIFICAÇÃO DO MODELO.....	71
5.2	AS VARIÁVEIS SELECIONADAS.....	73
<b>5.2.1</b>	<b>Produtividade do trabalho – Pdt.....</b>	<b>73</b>
5.2.1.1	O valor bruto da produção industrial – VBPI.....	73
5.2.1.2	Pessoal ocupado na produção – PO.....	74
<b>5.2.2</b>	<b>Capital humano – Ch<sub>1</sub>.....</b>	<b>74</b>
<b>5.2.3</b>	<b>Progresso tecnológico - Pt<sub>it</sub>.....</b>	<b>76</b>
<b>5.2.4</b>	<b>Produção industrial – Pind<sub>it</sub>.....</b>	<b>76</b>
<b>5.2.5</b>	<b>Exportações – Exp<sub>it</sub>.....</b>	<b>76</b>
<b>5.2.6</b>	<b>Economia de escala – Esc<sub>it</sub>.....</b>	<b>76</b>
<b>5.2.7</b>	<b>Erro estocástico - <math>\varepsilon</math>.....</b>	<b>77</b>
5.3	BASE DE DADOS.....	77
5.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	78
<b>5.4.1</b>	<b>Efeitos fixos ou Efeitos aleatórios?.....</b>	<b>78</b>
5.4.1.1	Teste de Hausman.....	81
5.4.1.2	Teste de Breuch-Pagan Lagrange.....	79
5.4.1.3	Teste de White.....	80
<b>5.4.2</b>	<b>Análise dos resultados: o modelo de Efeitos aleatórios.....</b>	<b>81</b>
<b>5.4.3</b>	<b>Análise dos resultados: o Modelo de Efeitos Aleatórios.....</b>	<b>83</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>89</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>93</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A evolução da produtividade do trabalho, particularmente no setor industrial, é um tema que vem sendo bastante discutido na literatura econômica brasileira recente e, nos anos 90, transformou-se em questão de grande interesse, dadas as modificações pelas quais passou a economia brasileira. Atualmente a percepção da importância da realização de estudos sobre o tema da produtividade vem se tornando um consenso entre os economistas brasileiros. Dois fatores justificam tal importância. Primeiramente, pela recente utilização de modelos, baseados no estudo de Ball e Moffit (2001) *apud* Curado 2005, que passaram a incorporar a produtividade do trabalho como variável explicativa dos diferenciais de salários na economia americana, o qual obteve resultados satisfatórios, abrindo novas perspectivas para novas pesquisas no Brasil. Em segundo lugar, pelo motivo mais relevante, que é o fato de que as estratégias de busca do crescimento econômico adotadas pela economia brasileira, amparadas, na década de 2000, na expansão da demanda – tanto externa, por commodities, quanto doméstica, em decorrência do aumento da renda e da incorporação de mais pessoas ao mercado de trabalho e de consumo - começou a reduzir-se no período subsequente à crise financeira de 2008.

Nos primeiros anos da década de 2000, a economia brasileira passou por um processo de retomada do crescimento do Produto Interno Bruto (PIB) com redução da pobreza e da desigualdade. Os fatores que concorreram para esse ciclo de crescimento econômico e inclusão social (Cavalcante e De Negri, 2014) envolviam as políticas sociais de redistribuição de renda e de valorização do salário mínimo, a expansão do crédito, a incorporação de um grande contingente de população ao mercado de trabalho e de consumo e um cenário externo de crescimento acelerado que impulsionou a valorização de *commodities* exportadas pelo Brasil.

Trata-se de uma combinação praticamente inédita na história econômica do país, tradicionalmente marcada pela dicotomia entre crescimento *versus* distribuição da riqueza nacional. Nos anos 2000, O PIB cresceu, a uma velocidade bastante superior a que havia crescido na década anterior. Entre 1990 e 1999, esse indicador evoluiu 2,3% ao ano, aproximadamente, ao passo que, entre 2000 e 2009, o crescimento anual foi da ordem de 3,2%. O ciclo de expansão mais significativo, entretanto, se concentrou no período entre 2003-2008, quando o PIB cresceu a uma taxa de 4,8% ao ano, retornando para o patamar de crescimento de 3,4% ao ano, entre 2009-2013.

A opção por estudar o período de 2000 a 2013 deveu-se ao fato de que na pesquisa bibliográfica encontrou-se poucos estudos sobre produtividade do trabalho que retratasse os anos 2000. Nesse período, o crescimento da produtividade agregada do trabalho apresentou desempenho inferior ao observado para a produção, não obstante, De Negri e Cavalcante (2014) terem observado que ao longo da década de 90, o PIB per capita e a produtividade do trabalho cresceram *pari passu*. No mesmo estudo, observou-se que a produtividade agregada do trabalho foi de 1,09% no período de 1992/2001 e de 1,7% entre 2001/2009, contrastando com os resultados encontrados por Bonelli e Bacha (2013), os quais demonstraram uma evolução nos anos de 2000/2009 de 0,36% para 0,67%. Bonelli e Veloso (2012, p. 48) no período de 2003/2009 encontraram taxa média anual de 1,2% e, utilizando procedimento semelhante, Ferreira e Veloso (2013, p. 64) chegaram a taxas de 0,52% e 1,10% respectivamente para os períodos de 1990/2000 e 2000/2009 (Bonelli, 2014).

O exame da produtividade do trabalho na indústria de transformação revelou resultados pífios, tendo sido afetada pelo deflator. Quando calculada pelo IPA o resultado foi -1%, para o período de 1996/2001 e -1,3% para 2003/2011 e pelo IPCA o resultado foi -1,2% e pelo Deflator implícito 0,5% para o período de 2000 a 2011.

Nesse sentido, após a crise de 2008 a estratégia adotada pelas autoridades econômicas parece ter perdido a capacidade de isoladamente, impulsionar o crescimento da economia brasileira. Mesmo as variáveis demográficas e do mercado de trabalho que, durante os últimos anos, contribuíram para alavancar o crescimento econômico chegaram aparentemente ao seu limite, ou próximo dele. O investimento também não chegou a crescer acima do que tem sido seu patamar histórico nas últimas décadas, patamar este que é – e isso é praticamente um consenso entre os economistas – insuficiente para sustentar o crescimento da economia no longo prazo.

O cálculo da decomposição do crescimento médio anual do PIB para os anos 2003 a 2014 (3,4%) atribui esse crescimento do PIB à soma do crescimento da produtividade do trabalho (2,4%), das variáveis socioeconômicas (-0,2%), a taxa de ocupação em horas trabalhadas (sem valor) e do crescimento da população em idade ativa – 10 anos ou mais (1,5%), segundo Bonelli (2014). Esses resultados fundamentam um entendimento de que a retomada do crescimento econômico fica cada vez mais dependente da eficiência produtiva, que tem na produtividade do trabalho seu principal fator. Ou seja, que níveis de crescimento do PIB *per capita* somente podem ser alcançados se houver um crescimento representativo da produtividade do trabalho ao longo dos próximos anos, uma vez que não se espera uma

elevação das variáveis relacionadas ao mercado de trabalho e as variáveis demográficas, no futuro próximo.

Diante do reconhecimento da importância que passou a ter o crescimento da produtividade do trabalho, a partir da década de 90 diversos estudos foram realizados visando à elaboração não só de diagnósticos para verificar o comportamento dessa variável, como também para desvendar as principais causas por trás da sua evolução. Dentre esses estudos, destacam-se os mencionados no tópico 3, a exemplo dos livros publicados pelo IPEA (De Negri e Cavalcante, 2014; Moraes, 2009; Oliveira *et al*, 2015), os quais foram realizados com a participação de dezenas de pesquisadores estudiosos do tema, pertencentes ao Ipea e às mais renomadas Universidades e Instituições de Pesquisa do país.

Com isso, este estudo tem como objetivo examinar o comportamento da produtividade do trabalho na indústria de transformação nordestina, bem como fazer uma verificação empírica com vistas a constatar a validade das fontes dos incrementos da produtividade na indústria, identificadas pela literatura, na indústria de transformação nordestina, enfatizando o papel do capital humano e do progresso tecnológico.

Um exame minucioso dos dados revelou que a produtividade do trabalho na indústria nordestina não se comportou de maneira uniforme em todos os estados, nem em todos os setores. Em alguns estados sua evolução foi mais acentuada ao longo do tempo. Observa-se também que os setores mais importantes da economia nordestina obtiveram melhores desempenhos e a taxa de crescimento da produtividade de determinado setor diverge de um estado para outro.

Este estudo está estruturado em cinco seções, com exceção desta. Na segunda seção foi realizada uma revisão da literatura de forma pormenorizada, na qual abordou-se os aspectos teóricos do capital humano e do progresso tecnológico, principais determinantes da produtividade, introduzidos na literatura pelos teóricos de tradição neoclássica em seus modelos de crescimento endógeno, bem como os determinantes da produtividade do trabalho das empresas e os que diferenciam a produtividade entre elas. Nessa revisão destacou-se a gênese da teoria do capital humano e do progresso tecnológico, seus principais expoentes, assim como os aspectos teóricos mais importantes, destacando o papel dessas teorias no crescimento da produtividade do trabalho. Além disso, realizou-se uma revisão da literatura abrangendo os aspectos teóricos sobre produtividade, na qual abordou-se as formas de se calcular a produtividade, as dificuldades no uso do indicador.

Na terceira seção realizou-se uma revisão da literatura brasileira, e sem pretensão de esgotar o tema, destacou-se alguns dos os principais estudos realizados sobre a produtividade da indústria brasileira, enfatizando o foco do debate recente e os fatores determinantes da produtividade do trabalho à luz da literatura nacional. Para facilitar a análise esses determinantes foram agrupados dentre os dez argumentos equivocados, os fatores determinantes da produtividade agregada para a indústria brasileira.

Na quarta seção realizou-se um panorama do desempenho da produtividade, no qual se observou as seguintes situações. Primeiro, uma instabilidade na taxa de crescimento dessa variável, a qual oscilou em torno de 5,4% (crescimento médio anual); um crescimento da produtividade concentrado nos setores mais intensivos em capital e os de alta intensidade tecnológica, observando-se uma concentração industrial em alguns estados do Nordeste.

Na quinta seção apresentou-se o modelo econométrico utilizado nos cálculos. Trata-se de uma regressão com dados em painel para o qual foi rodado o “*Modelo de efeitos aleatórios*” utilizando o *Stata 12.0*. Os resultados desse modelo mostraram a importância do capital humano na explicação do crescimento da produtividade, confirmando a influência dessa variável no crescimento da produtividade, resultado já encontrado pelos teóricos neoclássicos nos modelos de crescimento endógeno, os quais atribuem ao capital humano alto poder de responsabilidade pelo crescimento do produto dos países, estados ou regiões. Por fim, na sexta seção, estão as considerações finais, onde é realizado um apanhado das principais conclusões das seções deste trabalho.

## 2. A PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA: ASPECTOS TEÓRICOS E METODOLÓGICOS

As formulações *neoclássicas* da teoria do crescimento reconhecem “o avanço do conhecimento” e/ou as diferenças dos níveis educacionais, bem como o “avanço tecnológico” como variáveis centrais para o crescimento da produtividade. Diversos autores como MANSFIELD (1968), GRILICHES (1990), NDITI (1980) apud Nelson (2006) corroboraram com a importância dessas variáveis para o crescimento das nações.

Estudos recentes têm demonstrado que as modelagens de cunho *neoclássicas sozinhas* não conseguem explicar todo o crescimento da produtividade do trabalho. Em decorrência das limitações dessas modelagens, diversos pesquisadores, como Pavitt (19080) apud Nelson (1980) passaram a inserir nos seus estudos variáveis não previstas inicialmente nos modelos neoclássicos do crescimento. Essas novas variáveis não são inconsistentes com essas formulações padrão e, portanto, são inseridas, apenas na tentativa de ampliar tais modelos e de aprofundá-los, com vista a se encontrar outras relações não abrangidas por eles.

Neste tópico discorreu-se sobre as teorias do Capital humano e do Progresso tecnológico, fatores que embora não tenham sido previstas nos modelos neoclássicos, foram reconhecidas pelos modelos de crescimento endógeno, como o modelo de Solow de 1956 e o modelo de Romer de 1986 como fundamentais para o crescimento da produtividade. Além desses fatores, esta seção também tratou dos fatores determinantes da produtividade do trabalho nas empresas do mesmo ramo de atividade.

### 2.1 CAPITAL HUMANO E A PRODUTIVIDADE DO TRABALHO

A teoria do capital humano surgiu nos Estados Unidos, em um cenário marcado pelas transformações propiciadas pela revolução no conhecimento e na informação. Ela não só propôs mudanças nos conceitos de capital, como apresentou uma metodologia alternativa para elaboração dos cálculos de investimento, implicando a ampliação das expectativas de retomada do crescimento econômico, agora depositado no setor educacional. Em função dessas alterações teóricas, a teoria do capital humano provocou aumento do incentivo para a formulação de políticas voltadas para elevação das taxas de escolarização, como forma de obtenção de melhores resultados na produção, em parte decorrente dos ganhos de produtividade.

A teoria do capital humano destaca a importância das habilidades e das competências humanas no interior das empresas, das regiões e das nações para o aumento da produtividade

e do crescimento econômico. Além disso, ela orienta para que as empresas busquem obter capital humano que possa lhes proporcionar as condições para que aprofundem suas competências e as oriente para ações criativas na busca das inovações.

### **2.1.1 Aspectos teóricos do capital humano**

Os primeiros relatos na literatura acerca da origem da teoria do capital humano foram encontrados no texto de Beatriz Loren de 1961. Nesses relatos constavam citações que datam dos anos entre 1913 a 1920 e que tratam da relação entre o elemento humano e a produção industrial. Mas foi na década de 50 que surgiu o primeiro estudo, intitulado “*A nova sociedade, anatomia da sociedade industrial*”, de Peter Drucker publicado em 1950, que trouxe a noção do trabalho como uma “fonte do capital” e não como mercadoria.

Na mesma linha, surgiu em 1959, “*A revolução Educativa*”, publicação que trouxe a ideia de que na nova organização social, o trabalho manual tendia a se tornar improdutivo e que o trabalho verdadeiramente produtivo seria aquele baseado na mente. Nesse sentido, gente instruída seria “*o capital*” de uma sociedade desenvolvida.

Mas a noção de capital humano de Fischer é a fonte primária dessa teoria na forma em que ela surgiu no fim da década de 1960, período a partir de quando diversos estudos foram difundidos, principalmente nos Estados Unidos. O primeiro livro texto sobre a teoria do Capital Humano foi de autoria de Theodore Schultz, publicado em 1963: *The Economic Value of Education*, a partir de um conjunto de estudos divulgados em 1962 (Saul, 2014). Essa teoria tem em Theodore W. Schultz, Jacob Mincer e Gary Becker seus principais expoentes, autores que, embora tenham seguido abordagens diversas, assumiram a posição da educação como qualquer tipo de capital material, aceitando inclusive uma mudança no cálculo da rentabilidade.

Na literatura do crescimento surgiram recentemente duas linhas de pensamento que passaram a considerar os efeitos *spillover* da educação e da formação (capital humano) sobre a sustentação do crescimento. A primeira vê o capital humano como uma entrada comum na produção, com o nível de saída dependendo desse insumo. Isto implica que a taxa de crescimento de saída depende da velocidade com que os países acumulam capital humano no tempo. A outra ideia considera o capital humano como a principal fonte de inovação, do aumento da capacidade dos indivíduos, tanto para produzir as mudanças técnicas e de se adaptar a elas. Ambas associam os níveis de educação (estoque de capital humano) ao crescimento da produtividade, e os retornos da sua acumulação são justificados pelo papel

destacado que ele desempenha na introdução bem sucedida e eficaz das inovações tecnológicas e organizacionais.

A teoria do capital humano é constituída por diversas abordagens que se diferenciam em decorrência de qual autor a ela dedicou estudos. Porquanto, todas foram desenvolvidas tendo a educação como eixo central da sua construção teórica e metodológica. Nesse sentido, vários autores corroboram com a assertiva de que a educação é considerada um elemento fundamental na teoria do capital humano.

Em Schultz (1961), a teoria do Capital Humano faz referência aos investimentos humanos, considerados por ele, componentes de qualidade. Esses componentes são a habilidade, os conhecimentos e os atributos semelhantes que afetam determinadas capacidades humanas para fazer o trabalho produtivo. E o método utilizado para estimar a magnitude do investimento humano é semelhante ao usado para o capital físico, bastando para isso estimativa da magnitude do capital físico por gasto. No entanto, para o capital humano há um problema adicional, que é menos urgente do que para os bens de capital físico, que é a distinção entre despesas com consumo e investimento.

A noção de capital humano presente em Gary Becker é sinônima de conhecimento técnico, com a educação assumindo um caráter de investimento, e de função estratégica na definição dos princípios essenciais da estrutura da sociedade pós-industrial. E a trilha desta construção teórica passa, pelas contribuições de Frederick Taylor em torno da organização científica do trabalho.

Em sua noção de capital humano Mincer (1958) entende que as habilidades relevantes não são distribuídas normalmente, com o Q.I, mas sim, com a distribuição de renda. E visando dar respostas ao paradoxo de Pigou “*de como conciliar a distribuição normal de habilidades com uma acentuada enviesada distribuição de renda*”, ele desenvolveu um modelo para resolver tal paradoxo, através do qual foi possível relacionar os custos de formação com valores presentes dos ganhos durante a vida, supondo-se um rendimento do trabalhador constante durante toda sua vida profissional, seria possível estimar as diferenças de renda a partir das diferenças nos custos do treinamento.

Um ponto enfatizado pelas teorias do capital humano, apresentado como uma dificuldade, refere-se à diferenciação entre as classes e foi resolvido por Schultz em 1961. Essa diferenciação segrega os gastos, com vistas a possibilitar sua classificação entre consumo e investimentos, visando possibilitar a realização de estimativas de investimentos em capital humano.

As despesas de capital humano podem ser divididas em três classes. A primeira, que satisfazem as preferências dos consumidores e que de nenhuma maneira reforçam as capacidades, representam o consumo puro. A segunda classe, é formada pelos gastos que aumentam capacidades e que não satisfazem as preferências dos consumidores, estas representam o investimento puro. E a terceira classe, que é formada pelas despesas que têm ambos os efeitos. A maioria das atividades relevantes estaria inserida, claramente na terceira classe, sendo que parte dela, referindo-se ao consumo e parte ao investimento.

Em princípio, não há um método alternativo para o cálculo de investimento humano que possibilite se chegar ao seu rendimento em vez de a seu custo, uma vez que qualquer capacidade produzida pelo investimento humano torna-se uma parte do agente humano e, portanto, não pode ser vendida. Essas capacidades são, no entanto, adquiridas "em contato com o mercado local". E a relação entre oferta e demanda por capacidade afeta o valor dos salários e/ou os vencimentos do agente humano.

Algumas atividades são consideradas importantes para a melhoria das capacidades humanas, de acordo com essa teoria, que as apresentam agrupadas em grandes categorias: (1) as instalações e serviços de saúde, amplamente concebidas para incluir todas as despesas que afetam a expectativa de vida, força e resistência, vigor e a vitalidade de um povo; (2) *on-the-job training*, incluindo a aprendizagem de estilo antigo organizado pelas empresas; (3) organização formal do ensino nos níveis fundamental, médio e níveis mais elevados; (4) programas de estudo para adultos que não são organizados por empresas, incluindo programas de extensão notadamente na agricultura; (5) a migração de pessoas e famílias para se adaptarem às mudanças.

O essencial neste estudo é que se entenda não só a teoria do capital humano, como sua importância para o crescimento da produtividade do trabalho na indústria. Decerto que na teoria do capital humano está presente a noção de que os gastos aplicados na formação de capacidades individuais incrementam o valor-produtividade do esforço humano (trabalho), resultando em uma taxa positiva de retorno.

E estudos empíricos recentes realizados por diversos autores como Mankiw (1992); Blundell (1999) e Hanushek (2000) demonstraram a importância do capital humano na promoção do crescimento da produtividade do trabalho e do crescimento econômico dos países. Nesses estudos, os referidos autores utilizaram como medida a quantidade de educação formal, a exemplo da matrícula do ensino primário e do ensino secundário, que também foram utilizadas por Romer (1990b); Robert J. Barro (1991); dentre outros.

Algumas dessas formulações de modelos de crescimento utilizando capital humano têm problemas conceituais, visto que o crescimento contínuo da produtividade requer contínuo crescimento de capital humano, o que não se acredita ser possível, visto que mesmo uma considerável injeção de investimentos não garante que os anos de escolaridade de um país, vão se expandir de forma ilimitada. Por outro lado, quando os modelos são formulados em termos de habilidades cognitivas e qualidade do capital humano, o contínuo crescimento da qualidade é mais natural, pode não ser ampliada para patamares bem maiores, além desses modelos serem mais fáceis de serem interpretados.

Mas esse entendimento não é somente nosso, visto que sempre houve críticas à utilização da escolaridade média pelos anos de estudo formal da população como o principal indicador do Capital Humano, utilizado nos estudos sobre crescimento econômico (um bastante citado é Pritchett 2001, 2006 apud Pedrosa 2014). Mas, foi somente a partir do início deste século que alguns autores, notadamente Hanusheke e Kimko (2000) passaram a utilizar as relações entre indicadores de qualidade da educação básica, proveniente dos resultados dos sistemas de avaliações internacionais, como os do PISA (OCDE, 2010) e dos exames de avaliação desenvolvidos pelo Laboratório Latino Americano de Evaluación de La Calidad de La Educación (LLECE), de 1997 e 2006; (Segundo Estudio Regional Comparativo Explicativo, SERCE), e de outros tais sistemas, desde 1996 (Pedrosa, 2014).

Neste estudo, em razão de não coincidir os anos dessas provas e/ou divulgação dos resultados, tivemos restrição na utilização dos resultados da prova do SAEB, ENEM ou IDEB, os quais entendemos serem boas proxies para o capital humano em virtude do resultado dessas avaliações poderem representar a capacidade cognitiva e, por conseguinte, a qualidade do capital humano.

### **2.1.2 Educação e a produtividade do trabalho e crescimento econômico**

A literatura econômica reconhece a importância do papel da ciência e da tecnologia para o crescimento da produção. Entretanto, recentemente esse entendimento tem evoluído no sentido de que a interação entre essas variáveis, bem como seu posterior aproveitamento dentro da estrutura produtiva tem dependido cada vez mais da educação (em termos quantitativos e qualitativos) para funcionar.

O papel da educação no sistema de produção pode ser melhor entendido analisando-se as abordagens relacionadas aos resultados educacionais. A primeira delas, denominada Abordagem produtiva (PA) enfoca nos resultados educacionais, a exemplo da qualidade da educação (dada pelo Currículo dos professores, pela relação professor aluno, etc.), pela

capacidade natural, bons pais, boas instalações escolares, dentre outras. Esses elementos são reconhecidos como cruciais para a acumulação de Capital Humano, que é definido aqui como os “atributos de uma pessoa que é produtiva em determinado contexto econômico” Lanzi (2007).

Nessa abordagem, a educação é vista como um investimento cujo retorno é principalmente privado, enquanto que os retornos sociais são de menor importância. A principal crítica a esta abordagem diz respeito ao fato de que ela reduz a educação a uma questão produtiva, não reconhecendo sua capacidade de produzir benefícios externos. Além disso, reconhece a existência de uma conexão entre entrada e nível de escolaridade, através de uma função de produção de educação, bem como, tem a vantagem de ser operativa, empiricamente verificável e politicamente consistente com o mercado (quase mercado) de educação.

A segunda abordagem, denominada de Abordagem Compability (CA), vê a educação mais ligada à questão humana. Seus benefícios e resultados são vistos como multidimensionais, não isentos de valores e sendo medidos por conquistas substanciais em liberdade, as quais podem ser expressas em termos de recursos humanos e/ou referidos ao funcionamento de todas as dimensões do desenvolvimento humano.

Mas de que maneira a educação influencia na produtividade do trabalho? A resposta a esta indagação passa necessariamente pela compreensão das competências do capital humano promovidas pelo desenvolvimento educacional.

A acumulação dessas competências tem efeitos diversos sobre as capacidades humanas e conseqüentemente sobre a produtividade do trabalho, implicando em fator que impulsiona o crescimento econômico. Essas competências estão organizadas em três grupos de acordo com o nível de desenvolvimento educacional do trabalhador. A primeira delas, a *Instrução elementar* está relacionada às habilidades básicas (leitura, escrita, etc.). A aquisição dessas habilidades aumenta as opções dos indivíduos através da ampliação de sua capacidade cognitiva, lhe concedendo poder para gerir os princípios metodológicos das principais disciplinas teóricas e aplicadas, facilitando sua aprendizagem autônoma, pensamento criativo e aquisição de conhecimentos específicos e, dessa forma, implicando a ampliação de suas opções humanas e sociais.

Existem também as habilidades voltadas para o *conhecimento*, para o desenvolvimento orientado, ao trabalho de técnica aplicadas habilidades, técnicas de trabalho em grupo ou formação. São as *competências profissionais*, não só aumentam as competências orientadas para o trabalho, permitindo a interconexão total entre as competências básicas e as tarefas

operacionais atribuídas, mas também, aumentam a probabilidade de obtenção de um trabalho satisfatório (não alienante), sendo economicamente autossuficiente, e definindo uma identidade social, através da posição de trabalho. Por isso, elas afetam positivamente direitos econômicos, opções de plano de vida e habilidades sociais.

Finalmente, as habilidades relacionadas às *funcionalidades complexas*. As competências relacionadas a esta categoria provocam *processos de auto-aprendizagem, gestão eficaz de conhecimento, partilha e resolução de problemas e atitudes* frente aos problemas enfrentados. Elas também incluem trabalho em equipe e habilidades relacionais, resolução de conflitos e gestão de crises, bem como habilidades interpessoais, intrapessoais e sociais (ou seja, a aquisição de autoconhecimento, autoestima e autoconfiança, mudança do ambiente de trabalho. Essas habilidades também são capazes de controlar os sentimentos e stresses e de sentir empatia, etc. (Gouguelin, 1971 *apud* Lanzi 2007:428).

Mas, as formulações teóricas por si não são suficiente para assegurar a existência de uma relação de causalidade entre a educação e a produtividade do trabalho. Por isso, a necessidade de buscar evidências empíricas que comprovasse tal relação. Essa comprovação foi confirmada por algumas pesquisas, sobre as quais discutiremos em seguida. Um delas foi realizada por Hanushek e Woessmann (2012), com abrangência de 84 países, na qual os teóricos demonstram com clareza a existência, não só da relação da educação com o crescimento do produto, como também, de uma forte associação entre PIB per capita e a produtividade do trabalho (Pedrosa, 2014).

Outros estudos constataram a existência de uma associação entre educação e produtividade do trabalho. Um deles realizado no Reino Unido, pelo Instituto Nacional de Pesquisas Econômicas e Sociais (Blundell, 1999), relatou que em todos os setores os níveis médios mais elevados de produtividade do trabalho nas plantas continentais estavam estritamente relacionados com a maior habilidade e o conhecimento de suas forças de trabalho. O outro, realizado na América Latina e Leste Europeu confirmaram a existência dessa relação. Neste estudo, a correlação entre escolaridade formal e o log da produtividade do trabalho foi de apenas 0,219, enquanto que a correlação entre o escore de desempenho escolar e a produtividade do trabalho chegou a 0,663, confirmando, dessa forma, uma forte associação entre essas variáveis.

Outro estudo realizado por Hanushek e Kimko (2000) constatou em suas estimativas relacionadas às habilidades cognitivas da qualidade da força de trabalho que essas medidas de qualidade são diretamente relacionadas com habilidades da força de trabalho e também com a produtividade dos indivíduos.

No Brasil poucos foram os estudos dedicados à questão da produtividade na indústria, alguns citados no tópico 3, e mais recente o IPEA publicou uma série de livros alguns já citados no tópico da introdução. Desses, nenhum definiu como objeto de estudo a relação entre a educação e a produtividade do trabalho na indústria. Dessa forma, percebemos uma lacuna teórica que tentamos preencher com este estudo, o qual não tem a pretensão de aprofundar.

## 2.2 O PROGRESSO TÉCNOLÓGICO E A PRODUTIVIDADE DO TRABALHO

O progresso tecnológico já fora abordado nos escritos de Smith, Ricardo e Marx, embora não como foco principal da análise econômica. Embora conscientes acerca de sua importância teórica, a revolução marginalista da teoria econômica não lhe dispensou a devida importância. Com isso, embora os impactos das inovações tecnológicas e organizacionais na estrutura da indústria e na organização das instituições tivera sido um consenso na literatura econômica, do ponto de vista da construção teórica, estes impactos não foram prontamente incorporados no pensamento econômico.

Isso se deve ao fato de a escola neoclássica ter buscado a formulação de modelos econômicos que pudessem ser representados matematicamente com foco em variáveis como preços, quantidades e disponibilidade de fatores de produção (capital e trabalho), tendo as instituições sociais sido abstraídas desses modelos e a tecnologia sido reduzida a um coeficiente técnico de uma função de produção, o resíduo de Solow.

Foi somente com Schumpeter em 1934 que o progresso tecnológico voltou a ser estudado como um elemento fundamental para o desenvolvimento econômico em economias capitalistas. “*Inovação*” foi a palavra usada por esse teórico para descrever uma série de novidades que podem ser introduzidas no sistema econômico e que alteram substancialmente as relações entre produtores e consumidores, sendo, na definição dele, o elemento fundamental para o desenvolvimento econômico, a força que faz mover a economia afastando-a do equilíbrio.

A partir desse ano, uma série de trabalhos foram realizados visando estudar a importância do progresso tecnológico para o desenvolvimento econômico. Muitos focaram nos efeitos do progresso tecnológico sobre as taxas de crescimento do PIB, outros tentaram explicar o ganho de produtividade a partir do estudo de tecnologias específicas (Rosemberg, 1971 *apud* Torres 2012).

Para uma melhor compreensão acerca da inovação tecnologia e sua relação com a produtividade dos fatores de produção, recorreremos aos estudos realizados pelos teóricos da escola Shumpeteriana e/ou evolucionistas, a exemplo de Steindell (1952), Schumpeter (1934), dentre outros. O primeiro deles é considerado fundamental pela literatura, em razão da sua contribuição no reconhecimento da importância da inovação como um elemento capaz de “desestabilizar” as estruturas de mercados existentes. Schumpeter introduziu à teoria econômica outras formas de inovação, também identificou as forças da concorrência e reconheceu a inovação como uma poderosa fonte geradora de assimetrias, retratada pela expressão “*Destruição Criadora*”, a natureza dinâmica do capitalismo.

A continuidade de sua obra foi seguida pelos teóricos conhecidos como evolucionistas, cuja teoria considera o progresso tecnológico como a força motriz da dinâmica econômica moderna, atribuindo à firma, o papel de principal agente na geração de inovações tecnológicas, sem deixar de reconhecer o papel das instituições na criação dos condicionantes externos necessários ao processo de inovação.

Assim, para uma melhor compreensão do fenômeno do progresso tecnológico voltaremos nossa atenção para os principais aspectos que envolvem o processo de criação e difusão de inovações. Abordagem desse estudo segue as ideias presentes na teoria Schumpeteriana e evolucionista, especialmente a de que a introdução de inovações é um processo sistêmico, que é levado a cabo pela empresa oligopolista, mas que é dependente de vários fatores externos e internos a ela. Ou seja, a ideia de que a empresa depende de vários fatores externos e internos para obter sucesso no processo de desenvolvimento e introdução de inovações, razão pela qual adotaremos uma abordagem abrangendo os dois aspectos citados.

O primeiro aspecto para entender o processo de inovação é assumir que a firma depende de características próprias para aplicar ou desenvolver inovações, denominadas pela literatura como *competências*, as quais reúnem as habilidades e uso de recursos internos, como a construção de habilidades para pesquisa e desenvolvimento (P&D), o aprimoramento de processos e produtos, o desenvolvimento de novos *designers* e ferramentas mercadológicas. O segundo aspecto refere-se ao entendimento de que para as firmas implementarem inovações é imprescindível o relacionamento com agentes externos (instituições e capital social), como institutos de pesquisa, universidades, agentes financiadores, consultores de projetos e pesquisa (Steingraber 2009 : p28). Dessa forma, a inovação é gerada em função das estratégias da empresa e de suas competências internas de comunicação e interação com o

ambiente que proporcionam o aumento da probabilidade de sucesso da inovação, bem como da construção de competências externas à empresa para sua interação com atores externos.

O desenvolvimento deste tópico seguirá com a análise de alguns conceitos a luz da “Teoria do Desenvolvimento Econômico” (TDE), baseando-se nos escritos de Schumpeter (maior expoente dessa teoria) e outros autores evolucionistas, como Possas e Rosemberg, dentre outros. O estudo contempla não só aspectos mais gerais e conceituais, como também aspectos de causalidade entre as inovações e a produtividade, a distinção entre a invenção e inovação, entre mudança técnica e progresso técnico e/ou tecnológico, bem como algumas evidências da relação do impacto do progresso tecnológico sobre a produtividade dos fatores de produção. Discorreremos ainda acerca de diversos aspectos acerca das inovações e o papel dessas inovações e/ou difusão de novas tecnologias para a produtividade do trabalho.

### **2.2.1 Progresso tecnológico ou Inovação? Qual a diferença?**

Na literatura econômica, a *invenção* é entendida como a criação de um novo artefato que pode ou não ter relevância econômica. E ela é considerada uma *inovação* se for transformada em uma mercadoria ou em uma nova forma de produzir mercadoria, e que seja explorada economicamente. Nesse sentido, *inovação* refere-se a novas combinações de recursos já existentes para produzir novas mercadorias, ou para produzir mercadorias antigas de uma forma mais eficiente, ou ainda mesmo para acessar novos mercados (Schumpeter 1934).

Os economistas geralmente associam à palavra “*invenção*” aquelas inovações que podem ser patenteadas. A solução de Usher foi defini-la como o surgimento de “novas coisas” que requerem “atos de *insight*”, que vão além do exercício normal das habilidades técnicas ou profissionais (USHER, 1955 *apud* Torres 2012). E sob o guarda-chuva da “*inovação*” estariam todas as “*novas coisas*” nas áreas da ciência, da tecnologia e da arte.

Assim, quando for necessária maior precisão na definição, o termo “*inovação*” poderia ser acompanhado de um adjetivo, como “*inovação científica*”, “*inovação técnica*”, “*inovação organizacional*”. A invenção seria apenas um subconjunto da inovação técnica, para a qual se pode obter uma patente. E, como a invenção pode ser explorada comercialmente, ela é comportada dentro do simples termo “*inovação*”. Essas inovações são subdivididas por Schumpeter em cinco tipos: (1) novos produtos, (2) novos métodos de produção, (3) novas fontes de matéria-prima, (4) exploração de novos mercados e (5) novas formas de organizar as empresas.

Há ainda na literatura econômica uma confusão conceitual entre os termos “*mudança técnica*” versus “*progresso técnico*”. A mudança técnica pode ser entendida como a mudança no produto final utilizando-se as mesmas quantidades de fatores de produção (capital, trabalho e terra), geralmente entendido **como variação na produtividade dos fatores**. O progresso técnico (ou tecnológico), pode ser entendido como um conjunto de conhecimentos que torna possível a produção, a partir de uma quantidade limitada de recursos, (1) de um maior volume de produtos ou (2) de produtos qualitativamente superiores.

O termo “*progresso técnico*” empregado por Rosemberg tem o mesmo sentido de inovação de Schumpeter, concepção essa que remete a ideia de “*destruição criadora*” desse teórico, em “*Capitalismo, Socialismo e Democracia*”. Esse termo remete à ideia de que as inovações tecnológicas geravam descontinuidades nos produtos ou nas formas de produzir, ou seja, a criação de uma nova tecnologia levava a destruição da velha. Nesse sentido, tanto a “*Mudança Técnica*” quanto o “*Progresso Técnico*” (ou tecnológico) de Rosemberg remetem à ideia de inovação tecnológica e resultam na variação da produtividade dos fatores.

O progresso tecnológico se manifesta através da criação e da difusão de novas tecnologias, as quais são levadas a cabo pelas empresas. Dessa forma, a análise do processo de criação e difusão de inovações requer um estudo da competência, da evolução e das características da empresa inovadora (oligopolista), visto que ela é considerada pela literatura schumpeteriana o principal agente dessas inovações. Nesse contexto, também foram levados em consideração os atores sociais (institucionais e o capital social) presentes no processo de inovação. A análise conjunta desses atores é necessária já que o processo de inovação ocorre de uma relação entre a empresa e o ambiente, extrapolando dessa forma, os limites do mercado, ao incorporar fatores sociais e institucionais no referido processo.

## **2.2.2 Transformações econômicas e as condições para inovações**

Sabe-se que as inovações tecnológicas são levadas a cabo pelas empresas e auxiliadas pelas instituições existentes no ambiente externo a elas. Mas por que a teoria neoclássica não tratou das inovações em suas formulações? A resposta a esta indagação está relacionada ao tipo de empresa idealizado por ela. O modelo de firma idealizado por Marshall no desenvolvimento da teoria neoclássica referia-se à firma existente no final do Século XIX, quando a Grã-Bretanha despertava como a oficina do mundo e possuía o modelo de firma mais bem sucedido. Esse modelo tinha como característica a firma-propriedade, que era gerenciada pelos próprios donos, geralmente uma família ou pequeno grupo de sócios. Esse tipo de firma era restringido pelos limitados recursos gerenciais e financeiros, geralmente

tinha uma única planta, especializada em uma estreita gama de atividades. Em consequência, ela tinha que ocorrer ao mercado para obter os insumos necessários e distribuir seus produtos.

Nesse modelo de firma, o uso da escala de produção como fator de aumento da produtividade não era utilizada como uma estratégia empresarial típica. Além disso, faltavam recursos técnicos e financeiros para promover investimentos em equipamentos e desenvolver formas de organização de produção que garantissem a produção em massa com qualidade.

Não obstante houvesse avanços da automação em determinados segmentos da indústria, havia uma “escala típica” determinada pela capacidade nominal dos bens de capital disponíveis no mercado e pelos modelos organizacionais vigentes. Nesse tipo de empresa as *inovações organizacionais* eram pouco frequentes e o papel da mudança tecnológica era pouco importante na dinâmica econômica para os empresários britânicos do final do século XIX.

Com as transformações tecnológicas e econômicas ocorridas ao longo dos dois últimos séculos se estabeleceu um novo paradigma, a partir das inovações técnicas e organizacionais, abrindo uma trajetória inteiramente nova para a organização interna da firma e sua interação com o mercado. Isso modificou consideravelmente a dinâmica de acumulação do capital e possibilitou a introdução de inovações.

Essas transformações, iniciadas pelo progresso revolucionário dos meios de comunicação e transportes propiciados pelas grandes inovações do final do Século XIX, provocaram implicou uma mudança no perfil das firmas e da estrutura dos mercados. E tais mudanças foram influenciadas fortemente pelo surgimento do telégrafo, das ferrovias e dos navios a vapor, as quais permitiram a unificação de mercados (locais, nacionais e internacionais), a destruição de barreiras econômicas assentadas nos altos custos de transportes. Isso possibilitou o surgimento de oligopólios mais estáveis.

O impacto das inovações referentes à difusão das ferrovias, do telégrafo e dos navios a vapor implicou a instituição de um novo modelo de firma e de mercado, não obstante, três áreas de inovações tecnológicas merecem atenção especial por terem contribuído para alterar radicalmente o perfil da estrutura da indústria nos países mais desenvolvidos, gerando modelos de firma e de mercados até então inexistentes. São elas a *eletricidade*<sup>1</sup>, o *motor a combustão*<sup>2</sup> e as *inovações organizacionais*<sup>3</sup> nos moldes “fordistas-tayloristas”.

---

<sup>1</sup>A influência da *eletricidade* na conformação da estrutura tipicamente oligopolista que assumiu a indústria no século seguinte é dupla. Primeiro, as novas fontes de energia permitiram a exploração mais ampla das *economias de escala*, através do desenvolvimento de máquinas maiores e mais eficientes e de sistemas integrados de produção, a exemplo da linha de montagem. Segundo, a eletricidade permitiu a criação, por inventores-empresários, de grandes firmas inovadoras que praticamente monopolizaram o novo e dinâmico setor produtor de equipamentos de geração, transmissão e aplicação de energia. Os nomes de inventores como Werner Siemens,

Esses sistemas de inovação provocaram uma mudança no centro dinâmico do capitalismo para os Estados Unidos e, em menor escala, para a Alemanha e França segundo Tigre (1998). Além disso, provocaram uma mudança no perfil das empresas de forma que no final da primeira metade do século XX o capitalismo proprietário deu lugar ao “capitalismo gerencial”, como motor dominante do desenvolvimento econômico mundial. Com efeito, as inovações organizacionais e tecnológicas permitiram o uso de estruturas gerenciais para planejar e coordenar a produção em larga escala e aplicar os conhecimentos científicos à indústria.

O resultado dessas inovações foi que nos anos 20 o oligopólio já caracterizava parte da indústria manufatureira americana. E as críticas ao modelo concorrencial já o classificava como a forma mais típica de estrutura da indústria vigente.

### 2.2.3 A firma inovadora e a dinâmica das inovações

Até aqui demonstramos como as grandes invenções/inovações do Século XIX, período de um capitalismo incipiente, favoreceram o surgimento de um padrão de firma mais estruturada, capaz de explorar *economias de escalas* e de *escopo*, do tipo oligopolista. Mas é preciso compreender que foi somente anos mais tarde, quando o resultado das referidas invenções foram sendo incorporadas às atividades produtivas, a exemplo da *eletricidade*, do *motor a combustão* e das *inovações organizacionais* fordistas-tayloristas, que a firma passou a se beneficiar delas e, assim, desempenhar um papel ativo na promoção e na difusão das inovações tecnológicas (em produtos e em processos) ao adotarem estratégias de sobrevivências nos mercados.

Nesse contexto, a grande empresa e a concentração da produção assume um papel fundamental para o progresso tecnológico, pois a busca dessas empresas por inovações, na visão de Schumpeter, constitui o motor da concorrência, especialmente aquela que se impõe

---

Alexander Graham Bell, Thomas Edison, Elihu Thompson e George Westinghouse praticamente se confundem com as grandes empresas oligopolistas que passaram, juntamente com empresas automobilísticas, químicas e de petróleo, a liderar a indústria mundial no século XX.

<sup>2</sup>A invenção do *motor a combustão* deu origem ao automóvel, trator, caminhão e avião e possibilitou o surgimento da indústria automobilística e de petróleo. Poucas décadas depois, graças às inovações organizacionais, a Ford e a General Motors consolidaram-se como grandes empresas oligopolistas dominando o mercado até hoje.

<sup>3</sup>A terceira área de inovação tecnológica refere-se às *inovações organizacionais*, as quais contribuíram para viabilizar a administração eficiente da grande corporação e eliminando as *deseconomias externas*. Primeiro foi a *produção em massa*, modelo que combinava princípios da divisão do trabalho, iniciada por Henry Ford e mais tarde aperfeiçoada por Frederick Taylor, através do seu *Princípio de administração científica*, publicado em 1911.

na busca pela sobrevivência delas em um ambiente hostil e em mutação. Essa concorrência é tida como um processo de ruptura e de transformação no âmago da dinâmica capitalista. Nesse processo, destaca-se o papel central que a busca pelo lucro extraordinário cumpre na introdução de inovações, bem como da relevância das implicações do processo de introdução de inovações para a análise da dinâmica do capitalismo.

Nesse sentido, a empresa oligopolista é tida como o principal agente do processo de “*destruição criadora*”, uma vez que ela é considerada o principal agente de introdução de inovações, que surgem no contexto da concorrência intercapitalista, na busca pela valorização dos capitais. Nesse caso, a concorrência se manifesta em uma disputa permanente entre as empresas pela sobrevivência no mercado. E essa disputa constitui o motor principal da dinâmica capitalista. Num contexto de constantes mudanças, a concorrência que conta é a concorrência ativa/ofensiva que se dá por meio de novas mercadorias, novas técnicas de produção, novas fontes de suprimento, novos meios de transportes, novas fontes de energia, novos mercados, novas formas de organização, ou seja, inovações.

Nesse contexto, o progresso tecnológico é decorrente das inovações, empreendidas pelas empresas oligopolistas, quando na busca de vantagens competitivas, através da diferenciação, introduzem inovações que lhes possibilitem a obtenção de lucro extraordinário, os quais lhes promovem a valorização de seu capital, bem como lhes colocam em condição de liderança em um mercado competitivo.

A dinâmica do processo inovativo e/ou progresso tecnológico descrito em seguida é apoiada no entendimento de *projeto dominante* de Nelson e Winter (1977), no qual está presente a ideia do caráter cumulativo da tecnologia e de que a indústria parece mudar no decorrer da vida de uma tecnologia. De acordo com essa abordagem, quando uma nova tecnologia passa a ganhar existência, surgem incertezas sobre quais possíveis variantes dessa tecnologia serão bem sucedidas. Após certo período de competição, uma ou algumas poucas variantes dessa tecnologia serão bem sucedidas e dessa forma, irão dominar as demais, implicando a canalização de recursos em sua direção, em detrimento das demais. E na medida em que determinada tecnologia obtém vantagem sobre suas concorrentes, haverá fortes incentivos no sentido de que recursos sejam retirados das tentativas de fazer avançar as tecnologias rivais, uma vez que maiores avanços seriam necessários para torná-las mais competitivas.

Nesse sentido, à proporção que mais recursos sejam concentrados sobre a tecnologia líder, posteriores melhoramentos podem brevemente torná-las o único caminho econômico a seguir, posto que projetos concorrentes serão deixados muito para trás. Além disso,

considerando o aspecto sistêmico, bem como a economia de interação, pode ocorrer que a mediada que o número de quem possui e usa uma variante particular cresce, bem como desenvolve-se ferramentas que são particulares para elas, ou ainda são feitos investimentos em produtos complementares projetados para aquela variante particular pode resultar em uma configuração ou “*sistema de soluções dominantes*”. E quando um projeto dominante ganha existência, inovações de produtos radicais diminuem, e melhoramentos de projetos de produtos tornam-se incrementais. Dessa forma, o caráter cumulativo explicado do progresso tecnológico, aliado à comutatividade das vantagens competitivas parece conduzir à evolução das indústrias no sentido da concentração dos mercados.

Via de regra, as inovações ocorrem por esforço da empresa oligopolista, entretanto para que introduzam inovações, ela necessita de capacidade tecnológica industrial no seu interior (Bell & Pavitt, 1995), bem como da infraestrutura tecnológica e de inovação (universidades e seus diversos departamentos, institutos públicos e privados de pesquisa, centros de formação e treinamento, consultorias, banco de dados), visto que eles contribuem para o processo inovador em nível de empresas. Por isso, é ponto de consenso na literatura o fortalecimento dos vínculos entre empresas e a infraestrutura de tecnologia e inovação, ou seja, um maior ajuste entre os vários atores que compõem o sistema local e/ou nacional de inovação.

O avanço tecnológico, em muitos ramos de atividade econômica, acontece com um importante descobrimento ocasional, envolvendo uma significativa mudança dos princípios vigentes, seguido por uma série de aperfeiçoamentos e variações. Esses avanços subsequentes podem vir a ter um impacto cumulativo tão importante quanto a ruptura original (Nelson 2006 pg.64), e de acordo com esse teórico, fenômeno observado empiricamente por Jon Enos (1962) – indústria do petróleo; Ronald Miller e David Sawers (1968), na indústria de aeronaves e Davendra Sahal (1981) na de tratores (Torres, 2012).

Mas nem toda inovação ocorre ocasionalmente, visto que em outras situações as empresas buscam promover inovações, e elas o fazem em um ambiente de incertezas. Por isso, em seu comportamento ativo para inovar, a empresa busca um comportamento cauteloso e defensivo que reflita a opinião média, melhor expressa no emprego de procedimentos convencionais. E visando minimizar os riscos, adotam como estratégias regras práticas (Nelson e Winter, 1977) expressas em rotinas de busca pela inovação, como por exemplo, o gasto de uma determinada fração do faturamento em P&D, ordenação de projetos potencialmente rentáveis (segundo critérios que levem em conta o potencial de viabilidade

técnica e a demanda potencial pelo produto), estratégias de prospecção tecnológica, formas de importação e atualização de tecnologias e atividades de engenharia reversa.

Um fenômeno tão ou talvez mais importante do que a própria inovação para o progresso tecnológico é a difusão das novas tecnologias. Esta atividade pode ocorrer por imitação, por licenciamento, por engenharia reversa, por compra de equipamentos com a nova tecnologia incorporada, etc. O amplo uso destas, com o uso de máquinas movidas a energia elétrica ao invés de queima de carvão ou outros combustíveis fósseis, por exemplo, é que permite a mudança, descrita acima, em nível agregado (HALL, 2005 *apud* TORRES 2012). Mas este fenômeno é conflitante, visto que para o inovador, é interessante manter o monopólio sobre uma inovação, pois isso lhe proporciona lucros extraordinários, conforme teorizado por Schumpeter (1934). Do ponto de vista social, uma nova tecnologia se amplamente utilizada, pode elevar o padrão de vida da sociedade, seja pela maior produção com o uso de menos recursos, seja pela produção de mercadorias de melhor qualidade, como definido por Rosenberg (1982).

Não obstante as inovações sejam levadas a cabo pelas empresas, é amplamente reconhecido na literatura que o progresso tecnológico depende da interação dessas empresas com o ambiente institucional (mercado financeiro, universidades, centros de pesquisa etc.), visto que a obtenção e a difusão de conhecimentos para a promoção das inovações é feita utilizando-se da “*infraestrutura tecnológica*” (física e social), ideia compartilhada por Dosi, Orsenigo e Silberg *apud* Steingraber, (2009), que reconhecem que o relacionamento entre a empresa com o ambiente institucional é vital para o sucesso das inovações. E que esse relacionamento se materializa pela existência de capital social<sup>4</sup> formado por uma “rede” de atores.

A infraestrutura tecnológica é definida na literatura como um conjunto de arranjos institucionais organizados em torno de um objetivo básico: facilitar a disseminação de tecnologia e outros conhecimentos relacionados; de fontes relevantes para as empresas e outras organizações; para auxiliá-las no desenvolvimento de suas capacidades tecnológicas e na adoção, produção e comercialização de inovações. Esses arranjos institucionais cobrem uma diversidade de mecanismos e processos que servem de apoio para a provisão de serviços, tais como contratos de pesquisa, assistência técnica, certificação, consultoria, treinamento, etc. Em geral, os arranjos são criados e/ou mantidos através da provisão de recursos (financeiros) públicos que permitem que a oferta de serviços acima mencionada ocorra a um preço abaixo do preço de mercado (Vedovello & Godinho, 2003). Essa perspectiva sobre a

---

<sup>4</sup> A definição de capital social presente aqui é a de Putman (2009), a qual se refere à potencialização dos processos de crescimento advindos da interação (formal ou informal) entre indivíduos e a sociedade.

infraestrutura tecnológica transcende a abordagem convencional de infraestrutura física – baseada somente no capital físico e humano, mas envolve também elementos institucionais e organizacionais que apoiam as atividades inovadoras das empresas.

O impacto do capital social sobre o sucesso das inovações é decorrente de duas relações existentes no seu interior: a densidade e a extensão. Nesse sentido, o impacto do capital social será maior quanto mais densa for a relação entre os agentes, em razão do aumento do fluxo de informações que circulam entre eles. Da mesma forma, o capital social terá mais influência no sucesso das inovações, proporcionalmente ao tamanho da sua rede. Isso porque o conhecimento tecnológico é cumulativo e quanto maior número de indivíduos da rede, maior será a ajuda na geração de novas ideias e na aplicação do conhecimento.

Nesse contexto, ganha importância a universidade-empresa, visto que aquela é citada por Nelson e Rosenberg (1993) como instituição de geração de conhecimento e que é responsável pelo aumento das chances de inovação na economia.

#### 2.2.4 O progresso técnico e a produtividade do trabalho

A discussão teórica acerca do papel do progresso tecnológico para o crescimento da produtividade tem sua gênese nas formulações neoclássicas. A principal contribuição nesse sentido surgiu com os estudos de Robert Solow no final dos anos 50. Essa nova teoria de crescimento, assume o papel do conhecimento como elemento relevante na teoria econômica, apesar de vários autores já terem mencionado sua importância na produtividade do trabalho.

No final dos anos 50, Robert Solow, professor do MIT, observou que o crescimento dos Estados Unidos nos 20 anos anteriores não poderia ser somente atribuído aos fatores capital e trabalho, mas também ao aumento de outras fontes de crescimento econômico, denominado resíduo de Solow, entre estas fontes, o aumento da tecnologia aplicada no processo produtivo.

O resíduo de Solow é a expressão quantitativa do progresso tecnológico, método usado por esse teórico e que ainda é utilizado até hoje. Dado o pressuposto, escrevemos: sendo Y o produto, N o trabalho e W/P o salário real, definimos a variação do produto sendo igual o salário real multiplicado pela variação do trabalho.

$$\Delta Y = \frac{W}{P} \cdot \Delta N \quad (3.0)$$

Dividindo ambos os lados da equação pelo produto Y, além de dividir e multiplicar o lado direito por N e reorganizando a equação, obtemos:

$$\frac{\Delta Y}{Y} = \frac{WN}{PY} \cdot \frac{\Delta N}{N} \quad (3.1)$$

O primeiro termo da equação  $(WN/PY)$  é igual à participação do trabalho no produto, ou seja, o montante total - em unidade monetária qualquer - da folha de pagamentos da economia, dividido pelo valor do produto também em unidade monetária. Solow denomina esta parte como  $\alpha$ . Já  $\Delta Y/Y$  é a taxa de crescimento do produto e será representada por  $gr$ . Análogo a isso,  $\Delta N/N$  é a taxa de variação do insumo de trabalho e é representado por  $gN$ . A relação agora pode ser escrita como

$$gr = gN \quad (3.2)$$

De maneira geral, o raciocínio implica que a parte do crescimento do produto que pode ser atribuída ao aumento do insumo de trabalho é igual a  $\alpha$  vezes  $gN$ . Feito isso, pode-se então calcular a parte do crescimento do produto que pode ser atribuído ao aumento do estoque de capital. Como há apenas dois fatores de produção, trabalho e capital e como a participação do capital na renda será igual a  $(1-\alpha)$ . Dado que a taxa de crescimento do capital é igual à  $gN$ , então o aumento do produto que pode ser atribuído ao crescimento do capital é igual a  $(1-\alpha)gr$ , obtendo retornos constantes de escala.

Juntando as contribuições do trabalho e do capital, o crescimento do produto que pode ser atribuído ao crescimento de trabalho e capital é igual a  $\alpha g_N + (1-\alpha)gr$ .

Configurando a equação  $(\alpha g_N + (1-\alpha)gr)$ , podemos medir os efeitos do progresso tecnológico pelo cálculo do que Solow chamou de resíduo, que nada mais é do que excesso de crescimento do produto real sobre o que pode ser atribuído ao crescimento do capital e ao do trabalho:

$$\underbrace{\text{Resíduo} = gY}_{\text{Crescimento observado}} - \underbrace{[\alpha \cdot g_N + (1-\alpha)gr]}_{\text{Crescimento atribuído ao aumento do trabalho e do capital}} \quad (3.3)$$

Crescimento observado                      Crescimento atribuído ao aumento do trabalho e do capital

Essa medida é chamada de resíduo de Solow, e às vezes chamado de taxa de aumento da produtividade multifatores. De um modo simples, o resíduo de Solow está relacionado à taxa de progresso tecnológico de um modo simples. O resíduo é igual à parcela do trabalho vezes a taxa de progresso tecnológico:

$$\text{Resíduo} = \alpha gA \quad (3.4)$$

Portanto, temos um instrumento com forte embasamento teórico através do qual podemos medir um possível nível de Progresso Tecnológico, sendo o produto do trabalho vezes o estado da tecnologia. Se o resíduo de Solow for igual a zero, o progresso tecnológico

também será. Para uma estimativa de  $gA$ , tem-se de elaborar o resíduo de Solow e depois dividi-lo pela parcela do trabalho.

O modelo de crescimento de Solow fornece uma noção teórica da medição do progresso tecnológico pela ótica da produtividade total dos fatores, no entanto, o foco deste estudo é a produtividade do trabalho. Nesse sentido, sua relação com a PTF pode ser expressa por:

$$YL = A +_{sK} (KL) \quad (3.5)$$

Admitindo, no momento, retornos constantes de escala – possibilitando a suposição de que,  $sL=1$   $sK$  –.

O termo do lado esquerdo da equação acima,  $\bar{Y} - \bar{L}$ , representa o crescimento da produtividade do trabalho. O lado direito, por sua vez, decompõe esse crescimento em duas partes: uma, referente ao progresso técnico,  $\bar{A}$ ; outra, a partir do aumento do capital por trabalhador,  $s_K (\bar{K} - \bar{L})$ .

A partir dessa decomposição, pode-se notar que, além do progresso técnico, o crescimento da produtividade reflete também o crescimento da relação capital por trabalhador. Dessa forma, a produtividade do trabalho reflete não apenas o progresso técnico – como ao menos pretende a PTF –, mas também o aprofundamento do capital (Messa, 2014).

Segundo Nelson, os modelos teóricos abrem perspectiva para a verificação empírica da realidade e o modelo de Solow, dessa forma, não é diferente. A análise da realidade empírica utilizando esse modelo não foi suficiente convincente para alguns teóricos, que diante da insatisfação com as explicações neoclássicas para o crescimento econômicos dos países, definiram os Modelos de Crescimento Endógeno. Dentre eles o modelo de Romer, que para explicar o crescimento dos países passou a incorporar o capital humano e os efeitos das pesquisas “*Spillover*”, e com isso, a explicação do crescimento dava-se em decorrência das forças que estão por trás do progresso tecnológico.

Nesse sentido, a contribuição do progresso tecnológico para o crescimento da produtividade dos fatores de produção também foi desenvolvida no modelo de crescimento de Romer<sup>5</sup> (1990). O qual foi definido como  $Y = K^\alpha (A L_y)^{1-\alpha}$ . Neste modelo o estoque de ideias, que é o parâmetro responsável pela produtividade dos fatores de produção (capital e trabalho) é determinado por:  $A = \bar{\delta} L_a$ , onde  $L_a$  é o número de trabalhadores dedicados à atividade de

---

<sup>5</sup> O modelo de Romer é apresentado da seguinte maneira:  $Y = K^\alpha (A L_y)^{1-\alpha}$ , Onde Y é o produto da economia, K é o estoque de capital, A é estoque de ideias,  $L_y$  é o número de trabalhadores e é um parâmetro entre 0 e 1.

descoberta de novas ideias (pessoas dedicados a atividades de P&D, por exemplo) e  $\bar{\delta}$  é a taxa à qual eles descobrem novas ideias, sendo  $L_a + L_y$  o total de trabalhadores de uma economia.

Assim, de acordo com o referido modelo, o progresso tecnológico será mais intenso quanto mais pessoas tiverem empregadas em atividades inventivas e quanto maior o número de ideias que essas pessoas conseguem descobrir. Obviamente existe um limite para a primeira condição, pois ao empregar pessoas em atividades inventivas, reduz o número de pessoas empregadas em atividades produtivas. O modelo de Romer assume que as inovações são resultado da dedicação exclusiva de pessoas à descoberta de novas ideias, como aquelas que trabalham em departamento de P&D de empresas, em universidades ou institutos de pesquisa.

Abramovith (1956), por exemplo, argumenta que gastos específicos na economia como investimento de recursos em pesquisa, educação e saúde resultam em aumento da produtividade do trabalho. Segundo esse autor pode ocorrer que a introdução de novas tecnologias no sistema produtivo provoque aumento na produtividade dos fatores. Porém, é possível que a mudança tecnológica (produtividade dos fatores) decorra de outras causas – como da existência de economias de escala crescentes – sem que haja qualquer mudança tecnológica.

Embora tal possibilidade possa ocorrer, via de regra, é reconhecida a eficácia da introdução de P&D para o progresso tecnológico. Na teoria evolucionista do crescimento da produtividade de Nelson está presente a ideia de que potencialmente, a introdução de P&D pode ser lucrativa para uma firma se resultar em uma melhor tecnologia, e se os competidores não forem capazes de imitá-las fácil e rapidamente. Para a economia como um todo, com o passar do tempo, a produtividade cresce à medida que novas tecnologias vão sendo descobertas e adotadas, à medida que novas tecnologias descobertas por algumas firmas são imitadas por outras, e que as empresas lucrativas forem crescendo em relação às não lucrativas. Esses modelos evolucionários recentes, embora não analisem as instituições econômicas, nem uma boa definição do clima econômico, proporcionam um relato do crescimento da produtividade que é consistente com o que se sabe sobre os processos de mudança tecnológica.

Já a difusão da inovação desempenha um papel crucial no crescimento da produtividade agregada, e seu impacto será maior ou menor de acordo com o emprego da nova tecnologia em vários setores econômicos. Assim, a melhoria nos transportes, pode aumentar a produtividade em outros setores, como na agricultura (escoamento e preservação da produção). Ao contrário, uma inovação isolada, portanto, não é responsável pelo aumento da

produtividade. Mais importante é a capacidade de gerar inovações em uma economia, a capacidade de gerar soluções alternativas e complementares que promovam o progresso técnico de maneira generalizada (Rosenberg, 1982 *apud* Torres 2012).

### 2.3 DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO

As modelagens neoclássicas têm contribuído significativamente com os conhecimentos acerca dos fatores subjacentes ao crescimento da produtividade. No entanto, um volume considerável das pesquisas sobre o tema, embora inicialmente empreendidas com vistas à ampliação e ao aprofundamento do simples modelo neoclássico, tem identificado fenômenos e relações não tratadas adequadamente, ou mesmo recusadas, pela teoria.

Em função da deficiência no tratamento desses fatores, as diversas pesquisas empíricas sobre a produtividade parecem seguir duas perspectivas. Algumas delas parecem seguir mais de perto a linha neoclássica, enquanto outras parecem se desviar das formulações dessa doutrina em alguns de seus encaminhamentos. O surgimento da segunda perspectiva decorre do fato de as pesquisas realizadas seguindo as formulações ortodoxas terem deixado de responder adequadamente certas questões e de que, quando essas respostas são fornecidas acabam levantando a outras, como, por exemplo, o que explica as diferenças nos níveis de produtividade entre os países?

Nelson (2006) afirma que as pesquisas sobre esse tema são pouco conclusivas e que as diferenças na relação capital e trabalho, bem como os níveis dos sistemas educacionais, podem talvez explicar parte das diferenças nos níveis de produtividade, mas o fator residual continua existindo. Ele destaca o trabalho de Denison (1967) como representativo desse problema. Segundo este autor, as diferenças nas taxas de crescimento da produtividade dos vários países após a 2ª Guerra Mundial não estão correlacionadas com as diferenças nos gastos com P&D. Elas se mantêm, no entanto, fortemente vinculadas a duas outras variáveis – seus níveis iniciais de produtividade (distância desses níveis em relação aos Estados Unidos) e as taxas de crescimento de seus estoques de capital físico.

Abandonando as colocações mais genéricas voltaremos nossa atenção para a natureza das variáveis que tiveram comprovação empírica como causas do aumento da taxa de crescimento da produtividade do trabalho. Inicialmente apresentou-se as variáveis que afetam a produtividade nas empresas individuais, segundo Nelson (2006) e na sequência os fatores identificados como causas das diferenças entre as taxas de crescimento da produtividade entre empresas do mesmo ramo.

### 2.3.1 Fatores que afetam a produtividade das empresas

Existe uma variedade de literaturas que enxergam as empresas simplesmente como entidades com fins lucrativos que escolhem seus insumos e sua tecnologia dentro de um contexto caracterizado por uma ampla disponibilidade de conhecimentos tecnológicos e por preço de fatores. Pelo contrário, o material bibliográfico em que este estudo foi baseado Nelson (2006) encara a empresa como um “*sistema social*” capaz de motivar seus membros em maior ou menor grau, e de influenciar como as decisões administrativas são postas em prática, e como certas alternativas são percebidas e avaliadas. Vários estudos sobre as diferenças de produtividade entre empresas consideram importantes as variáveis relacionadas ao “*sistema social*”.

Poucos foram os estudos encontrados que enfatizam os determinantes da produtividade nas empresas individuais. Não obstante, Richard. R. Nelson (2006) e outros autores reconheçam sua importância para explicar o crescimento dos setores industriais e até as diferenças nas taxas de crescimento da produtividade entre países, a importância desses fatores está associada ao fato de que as diferenças na produtividade entre as empresas também podem influenciar indiretamente a produtividade dos setores, das regiões, dos estados ou até mesmo dos países, visto que determinados setores e/ou espaços tornam-se mais produtivos quando no seu interior as empresas são mais produtivas.

Para que possamos compreender esses fatores partiremos da teoria neoclássica. Essa teoria concebe a empresa como uma máquina, com algumas partes humanas, com um comando gerencial controlando suas ações e fazendo escolhas que são postas em prática através de um comando direto, talvez mediado por uma rígida estrutura hierárquica. E a teoria neoclássica não mostra algumas complicações desse modelo de empresa. Por exemplo, em uma dada divisão do trabalho, as funções devem ser compativelmente projetadas e adequadamente integradas. Para isso, é necessário que haja uma rede de informações para que os trabalhos sejam realizados sem dificuldade. Mas de modo geral os empregados de uma empresa não partilham dos mesmos objetivos dos gerentes. Daí a necessidade de promover a motivação e o monitoramento do trabalho.

Por isso, os teóricos das organizações, influenciados pelos estudos de Roethlisberger & Dickson (1939) apud Nelson (2006), realizado há mais de 80 anos, abandonaram a noção das organizações como “*máquinas*” que poderiam ser programadas e rigidamente controladas pela alta administração, e reconheceram explicitamente que a organização constitui um *sistema social* que pode ser resistente ou indiferente aos comandos administrativos.

No âmbito desta teoria (da organização enquanto “*sistema social*”), a tecnologia é encarada como conjunto de instruções bem articuladas, que apenas define o que deve ser feito dentro de amplos limites, entre os quais há um considerável espaço para variações quanto ao empenho, à atenção, e à cooperação. Ou seja, um cuidadoso planejamento pode estreitar os limites, mas não eliminá-lo. Dessa forma, os administradores não podem “escolher” efetivamente o que deve ser feito de forma detalhada, dispondo somente de um controle amplo/genérico sobre o que vem sendo feito e sua qualidade. Apenas uma pequena parte do que as pessoas realmente fazem no trabalho pode ser pormenorizadamente monitorada.

Diante da ampla margem de flexibilidade permitida pela tecnologia e pelas instruções e supervisões administrativas, é o “*sistema social*” de trabalho que estabelece normas, impõe e resiste às pressões ou as ordens administrativas que são inconsistentes com as normas. Por outro lado, esses procedimentos e normas podem ser influenciados pelos sentimentos e atitudes dos trabalhadores e, de modo geral, pelo espírito da administração.

Nesse sentido, algumas variáveis foram definidas por teóricos diversos para tentar explicar as causas da produtividade nas empresas. A primeira delas, definida por Taylor e Gulick, bem como seus seguidores foi: *a maneira como os trabalhadores se sentem em relação a seu trabalho e a seus colegas de trabalho, diante da administração e sobre a organização*. Esta variável, segundo Nelson (1981) talvez seja mais importante na influência sobre a produtividade do que a maneira particular pela qual eles são instruídos a fazer seus trabalhos, do que a estrutura organizacional formal ou do que até mesmo os incentivos financeiros.

Outra variável, por exemplo, se refere as três funções, definidas por Chester Barnar (1938) apud Nelson (2006), para os administradores atuarem no cenário mais restrito, quais sejam: *o estabelecimento das estratégias de longo prazo que proporcionam orientações aos escalões inferiores nas tomadas de decisões; a criação de um contexto social e de um sistema de incentivos para que esses escalões inferiores atuem de acordo com os interesses das empresas; e a negociação dos casos e problemas excepcionais que não podem ser tratados ou delegados rotineiramente*.

Também foi criada pelo teórico Christopher Argyris (1962) apud Nelson (2006) a variável definida pelas perguntas seguintes: *se, com melhores informações, poderiam ser tomadas melhores decisões, e se a implementação delas seria mais efetiva em moldes participativos de tomada de decisões ou em um regime hierárquico por que as decisões são tomadas de cima, com pouca participação dos escalões inferiores*.

Por fim, outras tradições de pesquisadores presentes nos estudos de Christopher Argyris (1962); Richard Heckman e Greg Oldham (1990) *apud* Nelson (1981) se voltaram para as questões da disposição e da lealdade dos trabalhadores em relação à organização. Um grupo de estudiosos se concentrou no fato de que os trabalhadores trazem para seus empregos sentimentos e problemas externos, assinalando que ao negligenciá-los, a administração estava promovendo a alienação. Reclamações dos trabalhadores também foram estudadas para se verificar de que maneira elas influenciavam nos índices de absenteísmos e produtividade. E outros pesquisadores, dentre eles Richard Hackman & Greg Oldham (1980) *apud* Nelson (2006), estudaram os modos como projetos do processo de trabalho influenciavam a satisfação e o interesse dos trabalhadores.

Os resultados das pesquisas revelaram que em alguns experimentos, a maior participação dos trabalhadores aumentou a produtividade, mas, em outros ela diminuiu, e, em outros ainda, não chegou a influir. Em alguns experimentos, o “enriquecimento com o trabalho” deixou os funcionários mais contentes e mais produtivos, em outros, mais contentes, porém não mais produtivos, e em outros menos contentes, mas nem por isso menos produtivos.

Nesse sentido, seria de grande valia se os teóricos das relações humanas e da organização social das empresas fossem capazes de identificar e documentar relações estáveis bem definidas entre essas variáveis sob controle administrativo e a efetividade do desempenho dos trabalhadores. No entanto, por serem pouco estudadas pelos referidos teóricos, não foram encontradas muitas dessas relações estáveis nos últimos anos, implicando o pouco conhecimento dessas variáveis, ver Hackman & Oldham (1980) e Victor Vroom (1976) *apud* Nelson, (1981). De qualquer modo, Nelson (2006) faz a seguinte afirmação:

*“Os economistas que deixaram de lado esse tipo de questões que influenciam a produtividade dificilmente podem queixar-se do lento avanço no seu conhecimento”.*

Por fim, podemos inferir que os fatores que explicam o crescimento da produtividade agregada sofrem forte influência dos determinantes da produtividade nas empresas.

### **2.3.2 Fatores que diferenciam a produtividade entre empresas do mesmo ramo de atividade**

Diversas pesquisas foram desenvolvidas visando identificar as variáveis responsáveis pelas diferenças na produtividade das empresas do mesmo ramo de atividade industrial. Em geral essas pesquisas tentavam explicar as diferenças de produtividade entre empresas de

diferentes países, e boa parte delas estava preocupada com a baixa produtividade das empresas britânicas. Nesse contexto, surgiram duas ondas de estudos. A primeira, surgida logo após a Segunda Guerra Mundial, orientou-se para as comparações entre o Reino Unido e os Estados Unidos. A segunda onda, mais recente, se preocupou em comparar o atraso da produtividade da Grã-Bretanha em relação aos demais países da Europa.

A primeira, dentre várias pesquisas da primeira onda, foi de autoria de Rostas (1948). Ela foi publicada logo após a Segunda Guerra Mundial e se orientou para as comparações entre o Reino Unido e os Estados Unidos da América. Essa pesquisa identificou as variáveis que mais tarde viria dominar o pensamento a respeito, quais sejam: *as diferenças na intensidade do capital* (avaliado por meio da energia), *o tempo de uso e a qualidade dos equipamentos empregados, as economias de escala e as habilidades de explorar economias de escala*, bem como *o tamanho do mercado*. Essas variáveis foram identificadas como as principais responsáveis pelos diferenciais de produtividade entre indústrias do mesmo ramo de atividades. Além delas, Richard Nelson considerou outras variáveis defendidas por Taylor, tais como *o Layout do trabalho na fábrica e a qualidade geral da administração*, bem como *as atitudes e práticas da força de trabalho*.

Da segunda leva destacou-se a pesquisa realizada por Pratten (1976<sup>a</sup>), que comparou plantas da mesma empresa. Ela identificou o *melhor maquinário e a menor proporção de trabalhadores na produção* como responsáveis pelas diferenças na produtividade industrial. Esses fatores tiveram sua eficácia confirmada nos experimentos de Jones & Prais (1978), em seu estudo sobre as diferenças de produtividade nas fábricas de automóveis nos Estados Unidos, na Alemanha e no Reino Unido.

Esses autores além de enfatizarem a grande quantidade de trabalhadores nas plantas britânicas, também destacaram a existência de *um menor tempo de trabalho devido a quebras nos equipamentos*, acrescidas *a pressões dos sindicatos* no que se refere ao tamanho das equipes de reparos, *à diminuição do ritmo de trabalho*, bem como *as greves*. Eles também assinalaram *o pequeno tamanho das plantas britânicas*, alegando que isso deve ter alguma relação com a produtividade.

Outros fatores como *maior mecanização, melhores relações trabalhistas e uma administração tecnicamente mais sofisticada* também foram identificadas como fatores responsáveis pelos diferenciais de produtividade em favor das indústrias suecas em detrimento das britânicas, segundo Prateen (1976b). Mais tarde a eficácia dessas variáveis foi comprovada pela Agência de Estatística do Trabalho (Bureau of Statistics – BLS), em

diversos setores (vestuário e confecções 1939, pneus para veículos 1933 etc) por meio de estudos nas empresas no interior dos Estados Unidos.

## 2.4 O CÁLCULO DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO

A produtividade do trabalho corresponde ao quociente entre alguma medida de produto, como o valor adicionado, o valor da transformação industrial (VTI) ou a produção física; e alguma medida de trabalho. Ainda que seja um indicador parcial, “*labour productivity is more closely related to current living standards, which is what society ultimately cares about*” (Sargent e Rodriguez, 2000 *apud* Cavalcante e Di Negri 2014). Este indicador pode ser mais facilmente decomposto setorialmente, permitindo análises desagregadas.

Uma das medidas mais diretas da produtividade do trabalho corresponde ao quociente entre o produto (Y) e o número total de pessoas ocupadas (L).

$$Pdt = \frac{Y}{L} \quad (2.0)$$

Considerando-se essas informações, há duas maneiras de calcular a produtividade do trabalho. A primeira é dividindo a produção física pelo pessoal ocupado na produção e a segunda é dividindo pelo número de horas trabalhadas e pagas. O cálculo da produtividade do trabalho também pode ser obtido utilizando-se os valores índices. Para isso, deve-se transformar os valores índices de produção física e horas pagas na produção em logaritmos naturais (ln) e subtraindo um pelo outro, obtém-se os valores para a variável produtividade do trabalho (Netto e Curado, 2005).

## 2.5 DIFICULDADES NO USO DO INDICADOR

Não obstante a simplicidade do cálculo da produtividade do trabalho, diversas são as causas apontadas pela literatura acerca da limitação ao uso desse indicador para mensurar a eficiência produtiva de um país, região ou estado. De Negri e Cavalcante (2014) apontaram três (3) limitações, que estão presentes na literatura sobre produtividade.

A primeira e mais evidente limitação apontada como dificuldade no uso da produtividade do trabalho como indicador para medir a eficiência deve-se ao fato de que a produtividade do trabalho é uma medida parcial da produtividade, visto que ela leva em conta apenas um dos fatores empregados na produção – o trabalho. Ela ignora tanto a intensidade, quanto a qualidade do capital utilizado na produção, além da qualidade do trabalho (ou capital humano). Por essa razão, boa parte das diferenças observadas na produtividade do trabalho

entre setores, empresas ou mesmo no tempo, decorrem das diferentes intensidades de utilização de capital, não obstante existam outras como, a organização interna das empresas, *layout* do trabalho na fábrica, qualidade da administração, bem como as atitudes da força de trabalho e seus sindicatos, conforme entendimento de Nelson e Winter (1977). Nesse sentido, setores como a indústria extrativa – muito intensiva em capital – sempre terão indicadores de produtividade do trabalho muito superiores aos verificados em setores intensivos em mão-de-obra.

Em segundo lugar estão as dificuldades relacionadas à mensuração do produto e da quantidade de trabalho. Na mensuração do produto, é possível a utilização de indicadores de produção física ou indicadores monetários de valor adicionado. A opção pelos indicadores de produção física ocasiona dificuldades na compatibilização de múltiplos produtos e múltiplos insumos. Por conta disso, de modo geral, levam em conta apenas o produto final sem descontar os insumos utilizados, ou seja, não refletem o valor adicionado, mas apenas a quantidade do produto final. Indicadores monetários de valor adicionado são mais precisos, nesse sentido, para mensurar a eficiência. No entanto, por ser monetário, são mais sujeitos às variações de preços relativos que não expressam eficiência: insumos mais baratos, por exemplo, afetariam positivamente os indicadores de produtividade sem nenhuma mudança na eficiência.

Para medir a quantidade de horas de trabalho utilizada, pode-se recorrer a quantidade de horas – as mais precisas, mas nem sempre disponíveis – ou de número de trabalhadores, ou, ainda, quando se utilizam as contas nacionais, número de ocupações (ou postos de trabalho). Essas diferentes medidas também podem afetar a evolução dos indicadores de produtividade, especialmente quando existem mudanças significativas na jornada de trabalho: indicadores que utilizam número de trabalhadores podem subestimar os ganhos de produtividade na redução significativa na jornada de trabalho, como mostraram Barbosa Filho e Pessoa (2013).

A fim de superar algumas das limitações dos indicadores parciais, utiliza-se a produtividade total dos fatores - PTF, indicador que procura medir a produtividade levando em conta todos os fatores que concorrem para a produção. Trata-se de uma medida mais completa, cujo cálculo baseia-se na estimação de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas e cujas limitações não discutiremos aqui, por não ser objeto de estudo, não obstante analisaremos apenas alguns de seus pontos, ficando uma apresentação dela quando da apresentação do modelo de Solow, no tópico 2.2.4

Nem mesmo a PTF está imune às dificuldades quanto ao seu método. As dificuldades com o cálculo da PTF não se resumem em aceitar a hipótese de que é possível representar

uma economia por meio de uma função de produção agregada, bem como, a escolha da função de produção. Mesmo ignorando esses dilemas ainda existem dificuldades associadas à medidas de produto, dos fatores e à própria estimação dos parâmetros da função.

Uma vez definida a função de produção a ser utilizada, a PTF é obtida de forma residual: consiste no crescimento do produto que não é explicado pelo respectivo aumento na utilização dos fatores produtivos.

Fried, Lovell, and Schmidt 2008 *apud* De Negri e Cavalcante (2014) elencam fatores como diferenças na tecnologia, na escala de operação, na eficiência operacional e no ambiente operacional no qual a produção ocorre como principais fatores que concorrem para o aumento da produtividade. Eles ressaltaram ainda que quanto mais se conhece a função de produção, ou quanto mais especificada ela for, melhor será a medida da produtividade.

Outro ponto negativo é a heterogeneidade entre as firmas. Por exemplo, supor funções de produção homogêneas entre firmas é ignorar a enorme heterogeneidade existente entre elas. Isso significaria atribuir à PTF uma série de outras diferenças entre empresas que não necessariamente estão relacionadas à sua eficiência produtiva no sentido *stricto*. Nesse sentido, De Negri e Cavalcante (2014:32) alertam sobre as limitações existentes nos indicadores de produtividade, os quais devemos entender não como um desencorajamento do seu uso e sim como subsídio para uma análise mais precisa das evidências reveladas por cada um.

Independentemente da maneira como se mede a produtividade, e a respeito de algumas variações nessas medidas, o seu crescimento tem sido menor do que o necessário para sustentar o crescimento de longo prazo da economia brasileira. Isso é especialmente relevante em função das mudanças demográficas que teremos à frente e da resiliência da taxa de investimento – o que, também, pode ser uma das causas para o baixo crescimento da produtividade do trabalho, conforme alertado por Bonelli (2014).

### **3 OS ESTUDOS RECENTES SOBRE PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NO BRASIL**

A evolução da produtividade do trabalho, particularmente no setor industrial, é um tema que vem sendo bastante discutido na literatura econômica brasileira recente e, nos anos 90, transformou-se em questão de grande interesse, dadas as modificações pelas quais passou a economia brasileira. Alguns estudos, como por exemplo, Sabóia e Carvalho (1997), trouxeram uma ampla resenha dos debates e controvérsias sobre o assunto, reunindo

argumentos encontrados em inúmeros textos desde a década de 1960 e discutindo questões metodológicas e empíricas. Trabalhos posteriores, como Bonelli e Fonseca (1998), aprofundaram a questão dos ganhos de produtividade e eficiência na economia brasileira, enquanto o estudo de Rossi Jr. e Ferreira (1999) analisou a evolução da produtividade industrial e sua relação com a abertura comercial nos anos 90.

Um dos artigos mais pormenorizados a respeito dos debates sobre a questão da produtividade do trabalho no Brasil nos anos 90 foi elaborado por Carvalho e Feijó (2000), no qual destacou posicionamentos oficiais e críticos sobre o assunto. Entre outras investigações, o trabalho apresentou uma discussão detalhada sobre as possíveis causas do aumento da produtividade no período, constatando uma associação mais forte desse crescimento com o aumento da produção, relativamente à redução do emprego.

Outro estudo abrangente sobre a questão da produtividade do trabalho foi elaborado por Bonelli (2000), analisando detalhadamente os ganhos de produtividade nos anos 90 em 42 setores da economia brasileira, a partir dos dados do Sistema de Contas Nacionais do IBGE. Nesse estudo, entre outras questões, realizou uma análise de decomposição na verificou-se a importância de cada setor para o aumento da produtividade agregada no período 1991- 1998, dividindo o aumento da produtividade em parcelas explicadas por três efeitos: (i) composição, (ii) aprofundamento dos ganhos de produtividade e (iii) mudança estrutural. A mesma análise de decomposição foi apresentada em Bacha e Bonelli (2001), embora sem mencionar o efeito composição.

Recentemente, em 2014 o IPEA publicou alguns livros, dentre eles, o *Produtividade no Brasil: Desempenhos e determinantes*, organizado por De Negri e Cavalcante (2014), *Produtividade e desenvolvimento*, organizado por Oliveira *et al* (2015), os quais reuniram diversos artigos de pesquisadores renomados, que trataram dos diversos aspectos produtividade, desde metodologia de cálculo, as causas, os desafios desse indicador e a sua evolução sobre diversas óticas, visando aumentar a compreensão desse fenômeno.

### 3.1 O FOCO DO DEBATE SOBRE A PRODUTIVIDADE DO TRABALHO

O interesse pelo tema do crescimento da produtividade já estava presente nos estudos de Adam Smith, John Stuart Mil, Karl Marx e Marshall. Até os primeiros anos do pós-guerra, segundo Abramovith (1952), as pesquisas empíricas da época possuíam mais vínculos com o pensamento clássico, chamando a atenção para um reduzido número de desenvolvimentos teóricos. Contudo, apesar da ausência de um sistema mais moderno de pensamento

econômico sobre o crescimento da produtividade, os trabalhos de Jacob Schmookler (1952), Theodore Schultz (1953), Salomon Fabricant (1954), John Kendrick (1956) e Moises Abramovith (1956) chegaram a resultados que anos depois se tornaram as conclusões centrais de estudos feitos no contexto do sistema neoclássico.

Essas conclusões afirmavam que o aumento da produção experimentado pelos Estados Unidos havia sido significativamente maior do que racionalmente se poderia atribuir ao crescimento dos seus insumos. Nesses estudos foram reconhecidos os avanços tecnológicos, as mudanças da composição da força de trabalho, os investimentos em capital humano, a redistribuição de recursos das atividades de baixa para as de alta produtividade e as economias de escala. E no final dos anos 50 surgiu o modelo de crescimento de Solow, apresentado no tópico 2.2.4.

No Brasil, até o final dos anos 80, raros eram os estudos sobre produtividade do trabalho. Somente nos anos 90, período em que o tema ganhou destaque, em razão da política econômica da época ter como base de sustentação uma taxa de câmbio fixada em nível elevado, esses estudos se intensificaram. A expectativa dos formuladores de política era de que a sobrevalorização cambial daí decorrente seria absorvível pelas empresas devido ao crescimento da produtividade.

O primeiro estudo que tratou das causas do aumento da produtividade é datado do final dos anos 70, no qual Candal (1977) *apud* Saboia e Carvalho (1997), retratando o período dos anos de 1950 a 1960, realizou uma pesquisa sobre a industrialização brasileira, na qual reconheceu que a elevação da produtividade da economia brasileira estava mais associada aos avanços tecnológicos e organizacionais do que às mudanças na estrutura do emprego.

Em seguida surgiram outros estudos que, segundo Carvalho e Bernardes (1996), tentavam responder se esses aumentos de produtividade seriam provenientes de um movimento defensivo diante da recessão, similar ao ocorrido no início dos anos 80 [Considera e Silva (1993); Silva *et alii* (1994)], ou se teria também um importante componente estrutural ligado à reestruturação produtiva [Amadeo e Villela (1994); Feijó e Carvalho (1993 e 1994)]. Essa polêmica já foi superada, com vários trabalhos recentes, como SEADE (1995); Carvalho e Bernardes (1996), dentre outros que corroboraram com a segunda posição.

A opção teórica que atribui a responsabilidade do crescimento da produtividade à reestruturação industrial é amplamente reconhecida pela literatura, tendo em Neto e Curado (2005) seus principais defensores. Esses autores reconheceram o efeito positivo da reestruturação produtiva, adotada pelas empresas nacionais, sobre o crescimento da produtividade do trabalho na indústria brasileira. Reconhecem que tal reestruturação ocorreu

no contexto do processo de estabilização da economia com o Plano Real, em 1994, o qual somou ao que se designou de "novo modelo de inserção da economia brasileira". Este novo modelo de inserção contemplava uma série de indicações e estratégias para a política industrial e de comércio exterior, dentre elas a exposição da indústria à competição internacional, visando uma maior inserção no mercado externo e à melhoria de qualidade e preço no mercado interno, ao aumento da competição em setores oligopolizados e à capacitação tecnológica da empresa nacional.

Na década de 90 a discussão mudou de foco. A questão central do debate nesse período passou a centrar-se na identificação das causas estruturais que teriam causado o aumento da produtividade e, principalmente, na magnitude das taxas. Vários economistas acreditavam que os índices estavam superestimados [Castro (1996); Gazeta Mercantil (1996)] *apud* Sabóia e Carvalho (1997) o que gerava a superestimação das taxas de crescimento. Com relação às causas do crescimento, não houve consenso entre os teóricos sobre esse aumento observado nos estudos realizados.

Conforme mencionado, o interesse pelo estudo do crescimento da produtividade do trabalho só voltou a reascender nos anos de 1992, após a mudança significativa do quadro econômico com a abertura da economia e com a reestruturação produtiva, tendo sido reforçado pela cobertura dada pela imprensa aos elevados índices de produtividade divulgados pelo IBGE. Posteriormente, com o Plano Real, a manutenção de crescimento da produtividade passa a ser peça-chave na estratégia da política econômica do governo.

A partir de então, surgiram textos específicos sobre o tema, iniciando-se o debate sobre as causas do significativo aumento da produtividade na década de 90. Nesse primeiro momento os estudos podem ser divididos em dois grupos — os que desqualificavam o aumento da produtividade [Considera e Silva (1993) e Silva *et alii* (1994)] e os que aceitavam as taxas apresentadas pelo IBGE e procuram explicá-las dentro do novo contexto econômico [Feijó e Carvalho (1993); Amadeo e Villela (1994); SEADE (1995); Carvalho e Bernardes (1996)]. E segundo Sabóia e Carvalho (1997), a partir de 1996, o eixo de debate mudou, e praticamente todos os analistas passaram a concordar que houve elevação da produtividade na indústria brasileira.

No tocante ao primeiro grupo de teóricos, ressalta-se que, não obstante houvesse divergência do ponto de vista predominante (artigos de Salm *et alii* 1997 e Bonelli 1996), a maioria dos especialistas acreditava, no entanto, que os índices estavam superestimados devido à deficiência das pesquisas do IBGE [Castro (1996); Gazeta Mercantil (1996); Franco (1996); FIESP (1996); Considera e Valadão (1995); Correa e Moreira (1996); Pastore

e Pinotti (1994)]. E isso soou com certa desinformação acerca do índice de produtividade do IBGE. Essa argumentação que já estava presente na primeira fase do debate, agora retoma com mais força, enfatizando a questão da distorção nos índices, provocada pela terceirização, pela importação de insumos e pela não utilização do valor agregado no cálculo.

No âmbito do segundo grupo, o debate centrou-se nas causas (fatores) responsáveis pelo expressivo incremento da produtividade da indústria. Não obstante, não tenha havido consenso quanto a elas. Fatores como reestruturação produtiva, aumento dos salários provocado pelo fortalecimento dos sindicatos, economias de escala, crescimento do produto, abertura da economia ao comércio exterior, bem como reestruturação industrial como reação desse setor a sua exposição à competitividade internacional figuraram como as principais causas. Além disso, há também os 10 argumentos cujo resumo apresentamos no tópico 2.6, retirado de Sabóia e Carvalho (1997) que os consideraram equivocados.

No tópico seguinte apresentamos os 10 argumentos que tentam explicar as causas do aumento da produtividade do trabalho na indústria brasileira defendido por diversos autores reunidos no texto de Sabóia e Carvalho (1997) os quais são considerados por esses autores como argumentos equivocados. Em cada texto, Sabia e Carvalho (1997) apresentam as ideias dos autores que os defendem e em seguida apresenta seu argumento explicando o porquê eles os consideram equivocados:

### 3.2 OS 10 ARGUMENTOS EQUIVOCADOS

Apresentamos na sequência uma relação dos dez argumentos defendidos por diversos teóricos na tentativa de explicar as causas do crescimento da produtividade na indústria brasileira, os quais foram compilados por Sabóia e Carvalho (1997), para explicar cada argumento, com as devidas citações e em seguida justificar os motivos pelos quais os considera equívocos.

*1) O aumento da produtividade tem fôlego curto, pois não se baseia no crescimento dos investimentos.*

A trajetória ascendente da produtividade já dura cinco anos e, portanto, o fôlego não pode mais ser considerado curto. Nesse período, até houve anos em que o investimento cresceu, e boa parte dele foi direcionado para modernização industrial, conforme Sondagem Conjuntural da FGV e Carvalho e Bernardes (1996). Atualmente, ao contrário dos anos 70, pode-se aumentar a produtividades, apenas com investimentos em mudanças organizacionais, havendo ainda muito espaço para o incremento da produtividade, em especial nas pequenas e

médias empresas, onde as novas técnicas ainda estão pouco difundidas — ver [BNDES, CNI e SEBRAE (1996)].

*2) O crescimento da produtividade é conjuntural, fruto do ajuste recessivo.*

A produtividade tende a aumentar nos anos de recessão [Chahad e Luque (1992)], pois as empresas procuram racionalizar a produção para enfrentar a crise. Porém, se o declínio da atividade econômica fosse o determinante na elevação da produtividade, esta teria registrado queda após 1993, quando a indústria retoma o crescimento. Uma evidência de que o ajuste dos anos 90 é eminentemente estrutural está no fato de o nível de emprego industrial estar decrescendo há sete anos.

*3) O que explica o crescimento da produtividade é o aumento da economia informal, e isso não é captado pelas estatísticas industriais.*

Nos anos 90, aumentou a proporção da população empregada na economia informal, como autônomos ou trabalhadores sem carteira assinada. Esse movimento também ocorreu na indústria, embora com uma intensidade menor do que no comércio e nos serviços. Em princípio, quanto mais informal se torna a economia, menor a exatidão das estatísticas em estabelecimentos industriais. Os levantamentos domiciliares, tradicionalmente, são os mais adequados para o estudo da economia informal. Portanto, um confronto entre estas duas fontes de dados — PIM (pesquisa em estabelecimentos) e PME (pesquisa domiciliar) — será útil para verificar essa tese. No período 1985/1990, o emprego na indústria de transformação aumentou 4,6%, segundo a PIM—DG, e 18,2%, segundo a PME. Já em 1990/1995, as variações negativas são de -23,0% e -22,2%, respectivamente. Portanto, como as taxas estão agora mais próximas, em princípio, as estatísticas por estabelecimento não estão mais imprecisas nos anos 90 do que estavam nos anos 80.

Essa conclusão é reforçada pela evidência de que não houve, na indústria como um todo, uma substituição de trabalhadores formais (com carteira) por informais (sem carteira e conta própria). Portanto, a queda do emprego foi real, e não uma *ilusão estatística* provocada por transferência de trabalhadores do setor formal para o setor informal, onde supostamente a exatidão das estatísticas é menor.

*4) A produtividade por trabalhadores está aumentando simplesmente porque a produção se eleva, mas o emprego não, devido à maior utilização de horas extras.*

Este argumento não se sustenta porque tem aumentado tanto a produtividade por trabalhador, como por hora, e as taxas são muito próximas. Portanto, não é o número excessivo de horas extras que tem garantido o acréscimo de produtividade.

*5) As elevadas taxas de crescimento da produtividade são irrealistas porque não captam a terceirização.*

O argumento aqui é que parte substancial da queda do emprego industrial seria, novamente, uma ilusão estatística. Os trabalhadores continuam fisicamente no mesmo local, só que agora trabalham para outra empresa, mas isto seria captado na pesquisa do IBGE como uma contração da força de trabalho industrial.

A primeira observação a ser feita é que apenas a terceirização da produção pode afetar o índice do IBGE. Se muda o empregador do funcionário que trabalha no restaurante ou na limpeza, isso não afeta as estatísticas, pois este não é um trabalhador ligado diretamente à produção. É exatamente a terceirização de serviços (restaurantes, segurança, transporte, assistência médica, etc.) a mais utilizada pelas empresas — ver, entre outros, [Rego (1994); FIESP (1995)]. A segunda observação é que apenas um número pequeno de empresas (9%) utiliza a terceirização, de qualquer tipo, em médio e alto grau — ver [BNDES/CNI/SEBRAE (1996)].

Além disso, a parcela dos empregados em serviços para produção ficou praticamente estável no período 1989—1994, segundo os dados da PED, não indicando, portanto, transferência de empregos da indústria para o setor serviços, via terceirização de atividades anteriormente verticalizadas [Carvalho e Bernardes (1996)].

*6) O aumento da produtividade é fruto do processo, seleção natural das empresas, que vem ocorrendo com a recessão e a abertura econômica.*

A elevação da produtividade seria fruto de um *efeito composição*. Como as empresas menos eficientes são excluídas do mercado, automaticamente eleva-se a produtividade média da indústria. Dentro desse raciocínio, portanto, não teria importância o aumento da eficiência das empresas que ficaram no mercado, e há várias evidências de que isso foi relevante — ver, por exemplo, [Fleury (1995)].

Sendo verdadeira essa tese, deveria haver uma correlação positiva entre o aumento da produtividade e a diminuição do número de unidades industriais. Foi feito este teste utilizando-se dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA), do IBGE, para os períodos 1990/92 e

1990/93. Os resultados mostraram correlações muito baixas e não significativas. Portanto, as evidências não sustentam a tese da *seleção natural* como causa do aumento da produtividade.

7) *As taxas de produtividade são excessivamente elevadas em termos internacionais e, portanto, estão erradas.*

A taxa média geométrica do crescimento da produtividade nos anos 90 é de cerca de 7% ao ano. Esse não é um índice excessivamente elevado quando comparado à média histórica do período 1971—1995 (4%), e diante dos resultados obtidos por outros países nas duas últimas décadas. Há vários casos de países que tiveram crescimento da produtividade acima de 7% ao ano durante longos períodos. Portanto, os incrementos da produtividade da indústria brasileira não são nada absurdos quando comparados a outros países.

8) *Os índices de produtividade estão superestimados, pois utiliza-se no seu cálculo a produção física da indústria, e não o valor agregado.*

Não há dúvida de que, em princípio, o valor agregado é mais adequado do que a produção física (PF) para o cálculo da produtividade. Inclusive o IBGE pesquisa a PF da indústria porque parte do pressuposto de que esta é uma boa *proxy* para o valor agregado (VA). Como os dados da PIA para o início dos anos 90 estão disponíveis, pode-se calcular a produtividade com base no valor da transformação industrial (VTI), que é uma variável conceitualmente muito próxima do VA. Os resultados mostram que, com esses novos dados, o aumento da produtividade fica ainda maior. Portanto, o cálculo da produtividade com a produção física estaria subestimando, e não superestimando o incremento da produtividade.

9) *Com a abertura da economia, está havendo uma substituição de valor agregado nacional por insumos importados, e isso não é captado pelos índices de produção física, ocasionando elevação artificial da produtividade.*

Certamente está havendo substituição de valor agregado nacional por importação, o que pode ocasionar distorção no índice. Por exemplo, suponhamos que num determinado setor, devido à abertura econômica, só existam indústrias *maquiadoras*. Estas importam, praticamente, toda sua produção do exterior. No país, apenas colocam a marca ou etiqueta nacional no produto importado ou, quando muito, fazem uma montagem extremamente simples dos componentes comprados fora. Nesse caso, o valor agregado, no Brasil, será muito pequeno, tanto em termos absolutos como em relação ao total do valor de produção da empresa. O correto seria diminuir o peso dos produtos desse setor na PIM-PF, pois agora

essas mercadorias agregam menor valor. Como a pesquisa não está atualizada, isso não é possível. Portanto, ocorre uma superestimação do valor agregado desses segmentos e, conseqüentemente, da produtividade.

A questão é saber se isso está ocorrendo de forma generalizada na economia, o que significaria um processo de desindustrialização. Não há dúvida de que há aumento de importações de insumo de componentes, tanto em termos absolutos como em relação à oferta global [Correa e Moreira (1996)]. Mas isso caracterizaria uma desindustrialização, entendida como diminuição do valor agregado industrial?

Em termos relativos, o peso da indústria no PIB diminuiu de 41,9%, em 1990, para 33,6%, em 1995, segundo as Contas Nacionais [IBGE (1996b)]. No entanto, a indústria cresceu 10,2% ao longo desse período. Portanto, não houve perda de importância absoluta, e sim relativa. Vale ressaltar que uma participação da indústria de cerca de 30% no PIB não pode ser considerada baixa em termos internacionais, pois é similar, por exemplo, à dos Estados Unidos, Itália e Inglaterra. Com o desenvolvimento econômico é natural que, a partir de um determinado patamar produtivo, a indústria perca peso para o setor terciário. Dessa forma, esses dados não sustentam a tese de desindustrialização, pelo menos para o conjunto da indústria.

O aumento da penetração das importações foi generalizado por todos os setores industriais [Correa e Moreira (1996)], mas nem todos tiveram queda de valor agregado, e a indústria como um todo cresceu. Por conseguinte, não há uma relação direta entre mais importações e menor produção nacional. Está ocorrendo, sem dúvida, uma desindustrialização parcial, pois alguns setores *encolheram* com a abertura comercial, por não conseguir competir com as importações. Delineia-se, assim, uma nova estrutura industrial, e as evidências existentes até o momento não mostram nenhuma regressão ao estágio primário-exportador, que é o temor de muitos analistas. Comparando a estrutura de 1990 com a de 1995, a partir dos dados das Contas Nacionais, quatro gêneros nitidamente ganham peso-mecânica, material de transporte, papel e papelão, e farmacêutica, e quatro perderam importância relativa-química, têxtil, vestuário e produtos alimentares. Os setores em declínio são quase todos tradicionais, e aqueles em ascensão são modernos.

Outra evidência é o fato de, com a abertura econômica, a indústria ter-se tornado mais intensiva em valor agregado, pois aumentou, de forma generalizada, a relação valor da transformação industrial (VTI)/valor da produção (VP), passando de 0,55, em 1990, para 0,61, em 1993. Se a indústria brasileira estivesse se tornando maquiadora, deveria ocorrer exatamente o inverso. O maior peso do VTI deve-se a uma conjugação de fatores-a

participação dos insumos cai, pois são usados de forma mais eficiente, e seu preço diminui com o acesso aos importados, e o acréscimo do salário médio acaba por aumentar a massa salarial, elevando o VTI.

Não há evidências, portanto, de que a maior penetração das importações acarrete diminuição, de forma generalizada, do valor agregado da produção nacional. Logo, não deve causar distorção no índice de produtividade de magnitude a comprometer seus resultados.

*10) A utilização dos índices parciais de produtividade, como a produtividade do trabalho, é um procedimento pouco rigoroso. O correto é trabalhar com a produtividade total dos fatores.*

Argumenta-se que a produtividade do trabalho acaba incorporando na sua evolução movimentos que são provocados pela variação da produtividade do capital e dos recursos naturais. Portanto, suas taxas estariam distorcidas, o que não acontece quando se trabalha com a produtividade total dos fatores (PTF). A questão é que o cálculo da PTF, além de exigir uma maior disponibilidade de dados, apresenta também limitações metodológicas. A PTF tem como base o conceito de função de produção, o qual carrega várias hipóteses restritivas, tais como a remuneração dos fatores pelo produto marginal e retornos constantes de escala. Além disso, em trabalho recente [Bonelli (1994)] mostrou que, no curto prazo, a variação da PTF é proporcional e menor que a produtividade do trabalho.

### 3.3 ATORES DETERMINANTES DA PRODUTIVIDADE AGREGADA

#### 3.3.1 A abertura da economia ao mercado externo

Uma das abordagens que estuda a produtividade do trabalho na indústria brasileira reconhece a abertura da economia ao mercado externo como um fator que contribui para o seu crescimento. Tal abordagem é aceita por alguns autores como Bonelli e Fonseca (1998); Feijó e Carvalho (1994), os quais compartilham da hipótese de que o aumento da produtividade na indústria é decorrente das mudanças estruturais provocadas pelas transformações pelas quais passou a economia brasileira, a partir do final dos anos 80 e início dos anos 90, que ocasionou grandes alterações estruturais nas empresas, originando o “novo paradigma técnico-gerencial”.

A ação da abertura econômica sobre as empresas impuseram-lhes diversas transformações que as levaram, principalmente aquelas que já tinham pouca expressão no mercado externo antes das mudanças, a um movimento concorrencial interno muito

expressivo. Netto e Curado (2005) que também corroboram com a abordagem da atuação da abertura comercial sobre a produtividade, assumiram a tese de que o crescimento da produtividade observado é decorrente da conjugação dos aspectos macro e microeconômicos, respectivamente. Os aspectos macroeconômicos são caracterizados pela queda do produto industrial provocada pela recessão dos anos 80 e pelo declínio das taxas de investimentos e fechamento de empresas menos produtivas. Enquanto que os aspectos microeconômicos referem-se à exposição das empresas à concorrência internacional, obrigando-as a empreender um vigoroso programa de modernização tecnológica e especialização e, por conseguinte, obtenção de produtos com qualidade e preços mais competitivos.

Em consequência, a combinação dos fatores macro e microeconômicas agiram sobre os salários reais, os quais no início da década de 90 estavam referenciados em índices de preços. Segundo Netto e Curado (2005) a estabilização da moeda e a valorização cambial provocaram redução dos preços dos bens assalariados e também das tarifas de importação. A conjugação desses fatores influenciou a taxa de crescimento dos salários reais, que tiveram comportamentos semelhantes, no início da década, mas que num segundo momento tiveram suas trajetórias se distanciando, implicando um resultado positivo no crescimento da produtividade. Esse fato foi reforçado pelo esforço para a redução do custo da mão-de-obra, pelas tecnologias poupadoras desse recurso e a consequente redução do emprego.

Portanto inferiu-se que a abertura comercial influenciou o crescimento da produtividade tanto barateando o custo dos insumos e dos bens de capital, como estimulando a concorrência entre os produtores nacionais e estrangeiros, forçando os primeiros a se modernizarem. Com isso, esse movimento de abertura resultou em uma reestruturação industrial levado a cabo pelas indústrias nacionais (Feijó *et al*, 2003).

### **3.3.2 Contribuição setorial versus crescimento do produto**

Para a análise da contribuição setorial e do crescimento da produção industrial para o incremento da produtividade do trabalho destacou-se as referências teóricas embasando-nos no estudo de Cavalheiros (2003), através de duas abordagens e em seguida relatou-se os resultados das pesquisas empíricas.

Na primeira abordagem, tratou-se da relação de causalidade entre a contribuição dos setores industriais para o crescimento da produtividade, a qual é corroborada pelos teóricos Marinho, Claudio e Rosa (2002). A ideia é de que quando a produção cresce, ao longo do tempo, ocorrem relevantes transformações na estrutura produtiva de um país e na composição

da sua demanda. Essas transformações vêm beneficiar a indústria através da inserção de novos processos produtivos e de fatores essenciais. Em decorrência dessas transformações, surgem novas unidades empresariais e/ou a ampliação das existentes possibilitando o emprego de equipamentos mais modernos. Como consequência, espera-se que haja uma relação direta entre aumento da produção e da produtividade, confirmando o que propõe a chamada Lei de Kaldor-Verdoorn<sup>6</sup> (Verdoorn, 1951, 1956, 1980, Kaldor 1975, Rowthorn, 1975 a,b, 1979).

A comprovação empírica obtida por Cavalheiro (2003), em seu estudo sobre a indústria de transformação brasileira, foi obtida por meio do teste de causalidade de Granger (proposto por Saren Johansen – Banerjee, 1993 *apud* Hill *et al*, 1999). Por meio deste constatou-se que os resultados foram satisfatórios, demonstrando que para o período de (janeiro de 1985 a dezembro de 1997) o aumento da produção tem impacto positivo sobre a produtividade da indústria de transformação brasileira, corroborando, assim, com a evidência empírica da lei de Kaldor-Verdoorn.

Os resultados referentes à influência do crescimento do produto demonstram (Tabela 5) a existência de uma relação forte entre as taxas médias de crescimento, principalmente em alguns setores da indústria, indicando que a correlação entre as taxas anuais pode ser positiva para muitos deles. Ademais, há indícios de que a lei de Kaldor-Verdoorn se verificou em diversos setores. Observou-se ainda que a produtividade do trabalho cresceu de forma diferenciada, conforme mencionado anteriormente, nos setores industriais que utilizam mais intensivamente tecnologia e capital, assim como na construção civil. Ao contrário, naqueles setores que utilizam intensivamente trabalho e recursos naturais, o maior crescimento da produtividade ocorreu após 1994.

### **Tabela 1**

Valor adicionado, pessoal ocupado e produtividade (taxas percentuais de crescimento)

---

<sup>6</sup> A lei de Kaldor-Verdoorn – decorrente dos estudos de Kaldor (1966) e de Verdoorn (1949) – é uma generalização empírica que estabelece uma relação de causalidade entre o crescimento da produção e o crescimento da produtividade do trabalho e só pode ser medida mais rigorosamente no longo prazo, quando é possível verificar se as variáveis se cointegram (Cavalheiro, 2003).

Classes e atividades	1990 - 1994			1994 - 1998			1998 - 2000			1990 - 2000		
	Valor adic.	Pessoal ocup.	Pdt	Valor adic.	Pessoal ocup.	Pdt	Valor adic.	Pessoal ocup.	Pdt	Valor adic.	Pessoal ocup.	Pdt
<b>Agropecuária</b>	<b>12,04</b>	<b>3,04</b>	<b>8,73</b>	<b>7,78</b>	<b>-13,49</b>	<b>24,58</b>	<b>10,65</b>	<b>1,53</b>	<b>8,99</b>	<b>33,61</b>	<b>-9,49</b>	<b>47,63</b>
<b>Indústria</b>	<b>9,28</b>	<b>-9,6</b>	<b>20,88</b>	<b>9,56</b>	<b>-1,88</b>	<b>11,66</b>	<b>0,71</b>	<b>6,6</b>	<b>-5,53</b>	<b>20,58</b>	<b>-5,45</b>	<b>27,53</b>
<b>Indústria extrativa</b>	<b>3,73</b>	<b>-17,45</b>	<b>25,56</b>	<b>31,07</b>	<b>-15,14</b>	<b>54,45</b>	<b>20,15</b>	<b>6,22</b>	<b>13,11</b>	<b>63,35</b>	<b>-25,59</b>	<b>119,53</b>
Extração mineral (exceto combs)	3,11	-18,09	25,89	8,95	-15,81	29,4	-1,35	-2,41	1,09	10,82	-23,7	64,68
Extração de petróleo, gás, carvão e outros	3,89	-17,73	17,69	36,89	-9,63	51,49	24,64	72,06	-27,55	77,28	37,24	29,17
<b>Ind. Intens. Tec e capital</b>	<b>17,3</b>	<b>-15,77</b>	<b>39,26</b>	<b>2,65</b>	<b>-7,3</b>	<b>10,73</b>	<b>3,27</b>	<b>7,65</b>	<b>-4,07</b>	<b>24,33</b>	<b>-15,95</b>	<b>47,92</b>
Siderurgia	20,03	-23,75	57,43	-1,48	-29,23	39,21	7,72	9,24	-1,39	27,39	-41,06	116,11
Metalurgia dos não ferrosos	24,35	-22,14	59,72	1,1	-1,25	2,38	8,54	14,49	-5,2	36,45	-11,98	55,01
Fabricação de outros prod. metalúrgicos	14,3	-14,91	34,32	7,26	10,05	-2,53	-2,43	7,44	-9,18	19,62	0,61	18,9
Fabr. e manutenção de máquinas e tratores	14,74	-17,1	38,41	-1,13	-9,95	9,79	11,2	20,69	-7,86	26,16	-9,9	40,02
Fabr aparelhos equip mat elétrico	18,63	-27,36	63,3	8,44	-10,55	21,23	6,2	-1,21	7,5	36,61	-35,81	112,81
Fabr aparelhos equip mat eletrônico	18,03	-27,3	62,36	-9,9	-16,96	8,51	-18,41	-1,63	-17,06	-13,23	-40,61	46,16
Fab de autos, caminhões e ônibus	53,6	-17,79	84,59	-3,67	-25,17	28,72	6,92	18,52	-9,78	58,2	-26,2	114,36
Fab de outros veículos, peças e acessórios	27,29	-16,69	52,79	-3,74	-20,24	20,69	12,67	18,59	-4,99	38,06	-21,2	75,19
Indústria de papel e indústria gráfica	18,24	-6,79	26,85	4,18	-3,91	8,42	5,44	4,56	0,85	29,89	-6,35	38,7
Indústria da borracha	11,5	-14,89	31,01	-4,77	-31,29	38,61	12	15,11	-2,7	18,93	-32,69	76,69
Fab elementos químicos não-petroqs.	2,79	-16,96	23,79	3,09	-21,34	31,07	-5,28	-7,37	2,26	0,38	-39,5	65,91
Refino de petróleo e ind. Petroquímica	17,65	-14,84	38,15	8,99	-34,18	65,59	0,71	-8,15	9,64	29,13	-48,52	150,82
Fab de produtos químicos diversos	15,79	-16,99	39,49	5,74	-1,89	7,78	2,95	-6,21	9,76	26,06	-23,61	65,02
Fab de prods farmacêutico e perfumaria	4,98	3,79	1,14	18,61	4,22	13,81	0,36	-3,04	3,51	24,97	4,89	19,15
<b>Ind itens trabalho</b>	<b>-4,29</b>	<b>-7,84</b>	<b>3,85</b>	<b>-0,31</b>	<b>-11,82</b>	<b>13,05</b>	<b>1,84</b>	<b>17,07</b>	<b>-13,01</b>	<b>-2,83</b>	<b>-4,86</b>	<b>2,13</b>
Fab de minerais não metálicos	3,36	-15,21	21,9	14,06	-10,59	27,57	1,23	13,37	-10,71	19,34	-14,06	38,86
Serraria e fab de art de madeira e mob	-1,64	-5,62	4,22	4,21	-4,94	9,63	12,05	17,46	-4,61	14,86	5,38	8,99
Ind de transformação mat plástico	-2,93	-14,92	14,09	21,74	13,07	7,67	-19,46	16,91	-31,11	-4,83	12,47	-15,38
Indústria textil	-4,71	-15,47	12,72	-18,37	-33,02	21,88	-2,82	9,7	-11,41	-24,41	-37,89	21,71
Fabr de art de vestuários e acessórios	-15,2	-4,15	-11,53	-9,67	-12,41	3,12	10,63	17,72	-6,02	-15,26	-1,16	-12,26
Fabr de calçados e art de couro e peles	1,89	-7,06	9,62	-16,61	-17,02	0,5	8,82	23,14	-11,62	-7,54	-5,03	-2,64
<b>Ind inten em recursos naturais</b>	<b>7,52</b>	<b>3,56</b>	<b>3,82</b>	<b>12,75</b>	<b>-2,11</b>	<b>15,18</b>	<b>19,44</b>	<b>1,62</b>	<b>17,54</b>	<b>44,79</b>	<b>3,02</b>	<b>40,55</b>
Indústria de café	11,28	4,51	6,48	-8,99	-3,5	-5,69	21,23	5,31	15,12	22,77	6,2	15,6
Benf de prods vegetais, ind de fumo	11,8	-1,36	13,34	15,28	0,88	14,28	1,27	1,09	0,18	30,52	0,59	29,76
Abate e preparação de carnes	5,04	8,31	-3,03	11,87	-2,39	14,61	-3,01	1,7	-4,7	13,97	7,6	5,92
Resfr e preparação de leite e laticínios	-11,7	6,39	-17	29,83	-8,06	41,21	8,86	0	8,86	24,79	-2,18	27,58
Industria do açúcar	-4,11	10,85	-13,49	22,47	-15,24	44,48	-8,26	6,82	-14,12	7,74	0,37	7,34

**Tabela 1 (continuação)**

Valor adicionado, pessoal ocupado e produtividade (taxas percentuais de crescimento)

Classes e atividades	1990 - 1994			1994 - 1998			1998 - 2000			1990 - 2000		
	Valor adic.	Pessoal ocup.	Pdt	Valor adic.	Pessoal ocup.	Pdt	Valor adic.	Pessoal ocup.	Pdt	Valor adic.	Pessoal ocup.	Pdt
Fabr ref óleos vegetais, gord al	12,59	-5,33	18,93	9,89	-28,57	53,85	13,42	0,28	13,74	40,33	-32,57	108,12
Outras indústrias de alimentos e bebidas	15,67	3,83	11,4	13,21	1,06	12,03	72,93	1,08	71,08	126,46	6,07	113,51
<b>Indústrias diversas</b>	<b>11,76</b>	<b>7,68</b>	<b>3,79</b>	<b>4,23</b>	<b>-5,38</b>	<b>10,16</b>	<b>26,19</b>	<b>15,45</b>	<b>9,3</b>	<b>47</b>	<b>17,62</b>	<b>24,98</b>
<b>Servs e inds de utilidade pública</b>	<b>16,91</b>	<b>-12,5</b>	<b>33,61</b>	<b>27,08</b>	<b>-16,05</b>	<b>51,37</b>	<b>1,38</b>	<b>-9,58</b>	<b>12,12</b>	<b>50,61</b>	<b>-33,58</b>	<b>126,76</b>
<b>Construção civil</b>	<b>3,5</b>	<b>-11,48</b>	<b>16,93</b>	<b>14,47</b>	<b>15,84</b>	<b>-1,19</b>	<b>-13,36</b>	<b>0,59</b>	<b>-12,85</b>	<b>2,64</b>	<b>1,94</b>	<b>0,69</b>
<b>Serviços</b>	<b>8,31</b>	<b>8,96</b>	<b>-0,6</b>	<b>8,56</b>	<b>8,16</b>	<b>0,37</b>	<b>7,13</b>	<b>9,57</b>	<b>-2,23</b>	<b>25,98</b>	<b>29,12</b>	<b>-2,43</b>
Comércio	13,06	12,21	0,76	8,5	6,17	2,2	14,83	11,66	2,84	40,86	33,02	5,9
Transportes	13,08	3,57	9,18	9,53	11,66	-1,91	1,46	4,61	-3,01	25,66	20,98	3,87
Comunicação	57,66	5,95	48,78	54,97	12,95	37,21	29,62	21,06	7,07	216,69	44,89	118,57
Instituições financeiras	13,46	-16,51	3,66	-4,02	-17,53	16,37	4,71	5,01	-0,29	-13,03	-27,7	20,28
Serviços prestados às famílias	11,75	7,98	3,49	5,82	14,96	-7,95	2,8	8,49	-5,24	21,57	34,66	-9,72
Serviços prestados às empresas	28,16	25,9	1,79	26,71	33,05	-4,76	16,05	14,72	1,17	88,46	92,17	-1,93
Aluguel de imóveis	10,75	-18,76	36,33	10,95	1,14	9,7	5	-6,49	12,28	29,02	-23,17	67,92
Administração pública	6,38	-1,41	7,89	5,47	-2,25	7,89	3,81	6,79	-2,79	16,47	2,92	13,06
Serviços privados não-mercantis	11,32	24,24	-10,4	-0,62	6,09	-6,32	11,92	11,51	0,37	23,82	46,96	-15,75
<b>Total</b>	<b>8,94</b>	<b>3,12</b>	<b>5,64</b>	<b>8,88</b>	<b>0,6</b>	<b>8,23</b>	<b>4,97</b>	<b>7,22</b>	<b>-2,1</b>	<b>24,51</b>	<b>11,22</b>	<b>11,95</b>

Fonte: elaborada com dados – Tab. 4/ Carvalho, 2003

O mecanismo que provoca o impacto da produtividade setorial sobre o incremento da produtividade do trabalho da indústria como um todo ocorre tanto em nível micro como em nível macroeconômico. Em nível micro o funcionamento desse mecanismo ocorre da seguinte forma. Quando a produção e a produtividade estão crescendo acima da média em um determinado setor, este movimento tende a ser associado com a queda dos seus custos relativos e, conseqüentemente, com a queda dos seus preços relativos, aumentando, assim, a demanda pelo produto em questão.

Já no nível macro, uma maior produtividade frequentemente implica aumento da produtividade das exportações, em razão delas ficarem mais baratas e/ou porque os produtos passam a apresentar um melhor nível de qualidade. Desta forma, mais exportações levam ao crescimento do produto industrial, na medida em que se eleva a demanda pelos produtos exportáveis, e isso tem um efeito indireto, visto que o crescimento das exportações gera recursos adicionais para financiar as importações necessárias ao crescimento mais acelerado da produção. Adicionalmente, um nível mais elevado de produtividade pode, ainda, significar maiores lucros para as firmas, o que também pode afetar positivamente a demanda, na medida em que estas firmas podem investir mais.

Uma comprovação empírica dessa hipótese foi obtida por Carvalheiro (2003), quando demonstrou a contribuição setorial para o crescimento da produtividade do trabalho. No seu estudo utilizou as informações sobre as produtividades setoriais para a construção de uma curva de contribuição relativa de cada setor para o crescimento da produtividade agregada do trabalho (esta curva é análoga à conhecida curva de *Lorenz*), na qual consta no eixo horizontal a participação acumulada dos diversos setores no valor adicionado total, no ano base, enquanto no eixo vertical é mostrada a contribuição acumulada de cada setor para a mudança na produtividade do trabalho entre o ano final e o ano base<sup>7</sup>.

Os resultados que podem ser observados na Figura 2, combinado com a Tabela 2 mostraram que no primeiro período (1990-1994) as contribuições setoriais para o crescimento da produtividade agregada do trabalho foram desiguais. O aumento da produtividade do trabalho de pouco mais de 42% do valor adicionado pelos setores em 1990 — correspondente a 23 setores — foi igual ao aumento da produtividade da economia. Nesse caso, percebe-se que a indústria intensiva no uso de tecnologia e capital participou fortemente do crescimento da produtividade no período analisado. No segundo período (1994-1998), a desigualdade reduziu-se levemente, sugerindo que o crescimento da produtividade foi um pouco mais uniforme. Aproximadamente 63% do valor adicionado dos setores foi responsável pelo aumento total da produtividade, correspondendo a 24 setores. Além disso, é notável a diminuição do peso da indústria intensiva no uso de tecnologia e capital no crescimento da produtividade. O terceiro período (1998-2000) é atípico, nesse período aproximadamente 30% do valor adicionado dos setores, correspondendo a 20 setores, contribuíram positivamente para o aumento da produtividade do trabalho, enquanto os restantes 70% tiveram uma contribuição negativa.

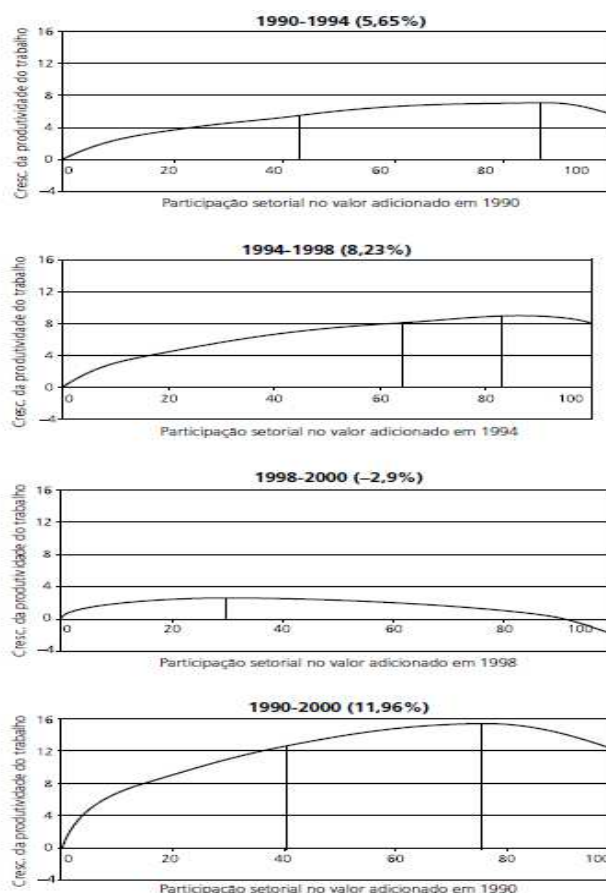
Para a década como um todo, o crescimento maior de alguns setores — refletindo maior desigualdade da contribuição setorial — foi importante para explicar o pequeno aumento da produtividade agregada do trabalho no período. Cerca de 41% do valor adicionado dos setores, correspondendo a 18 setores, respondeu pelo aumento total da produtividade.

### Figura 1

Contribuição setorial para o crescimento da produtividade do (%)

<sup>7</sup> A participação percentual acumulada de cada setor no valor adicionado total no ano base é dada pela expressão:  $PPAVA_{i0} = \sum VA_{i0} / VA_{T0}$ , onde  $VA$  representa o valor adicionado.

Por sua vez, a contribuição percentual acumulada de cada setor para o crescimento da produtividade agregada do trabalho é dada pela expressão:  $PPA\Delta P_i = [\sum P_{i1} (L_{i1} / L_{T1}) - \sum P_{i0} (L_{i0} / L_{T0})] / P_{T0}$



Fonte: IBGE. Elaboração do autor.

Fonte: retirado do artigo Carvalheiro, 2003

### 3.3.3 Reestruturação industrial e a introdução dos modernos métodos voltados para o aumento da competitividade da indústria

A abertura comercial e a conseqüente exposição das indústrias brasileiras à competição no mercado internacional ocasionou uma reestruturação industrial e/ou produtiva que provocou uma série de mudanças no setor industrial nacional. Essas mudanças consistiram, em primeiro lugar, na alteração da participação da indústria na composição da produção nacional; também houve uma redução na oferta de emprego pelos setores industriais; uma redução no tamanho das plantas industriais; uma realocação das indústrias no território nacional; bem como, a introdução de modernos métodos de gestão voltados para aumentar a competitividade industrial. Essa reestruturação foi confirmada por estudos realizados por Ferraz, Kupfer, Serrano (1997); Carvalho e Feijó (*s.d*) e Castro (1996).

Todas essas mudanças forçaram as indústrias brasileiras a se adequarem visando melhorar sua capacidade para competir com as indústrias internacionais. Nesse sentido a reestruturação produtiva tornou-se algo generalizado. E segundo Coutinho (1997), um processo virtuoso, e se capaz de produzir ganhos de produtividade significativos e

persistentes, seria suficientes para neutralizar os efeitos da apreciação da taxa de cambio pós-Real, bem como estimular uma reação das exportações.

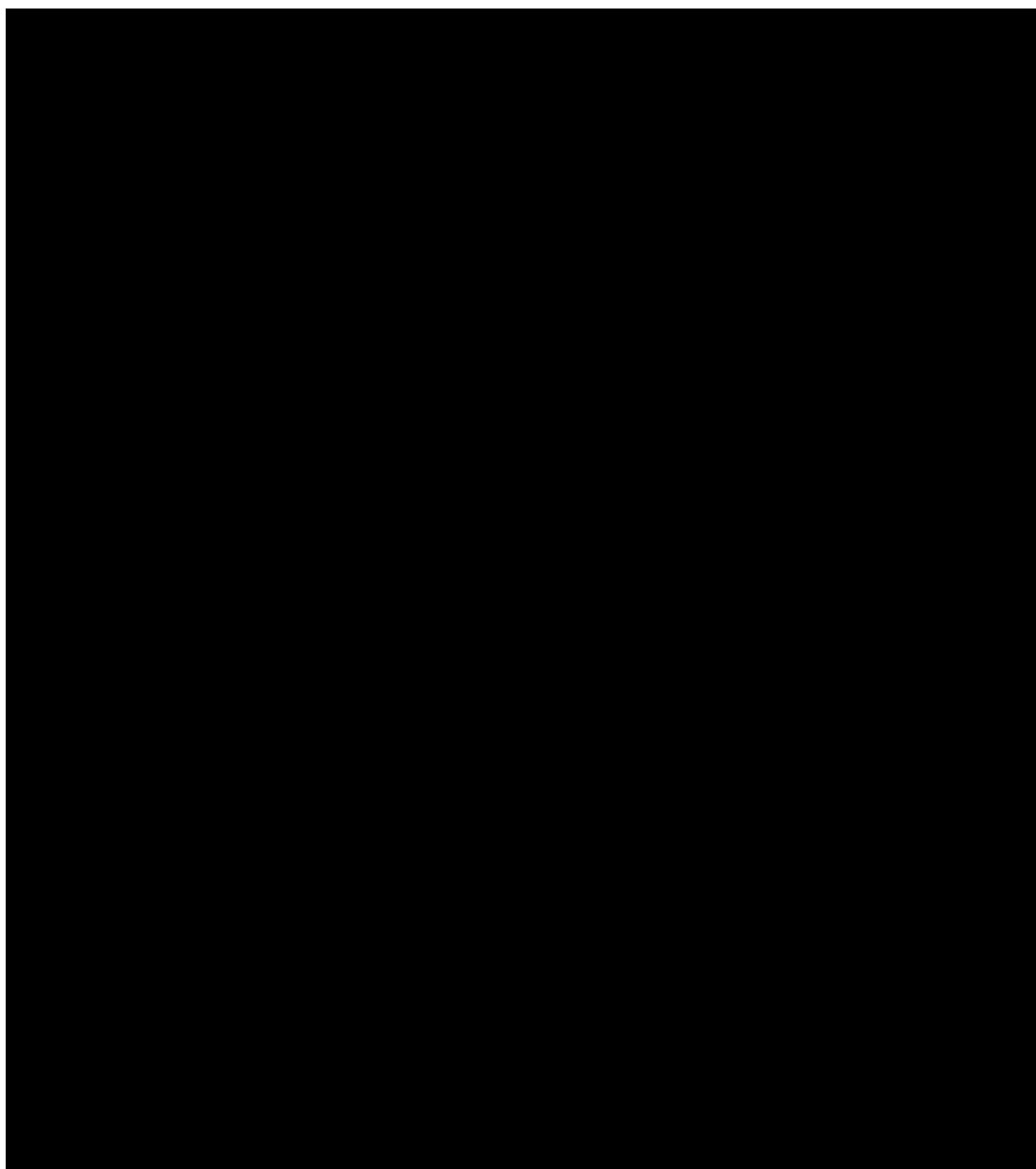
A reestruturação industrial e/ou produtiva se deu como um corolário do processo de abertura da economia, implicando a exposição das indústrias brasileiras à competitividade com indústria do exterior. Essa reestruturação provocou uma mudança no peso relativo dos setores industriais na composição do PIB, uma redução na oferta de empregos na indústria, uma redução no tamanho médio das plantas industriais, uma realocação das indústrias no território nacional e a introdução de modernos métodos de gestão voltados para o aumento da competitividade.

Estudos realizados nas indústrias brasileiras, dentre eles os realizados por Ferraz, Kupfer e Serrano (1997); Carvalho e Feijó (*s.d*) e Castro (1996), confirmaram a relação de causalidade entre a introdução de modernos métodos de gestão e o aumento da produtividade. A introdução dessas técnicas, segundo Ferraz, Kupfer e Serrano (1997) *apud* Carvalho e Feijó (*s.d*), tiveram como propósito o aumento da competitividade da indústria, entretanto, sua introdução tornou-se eficaz elevando a produtividade industrial. A eficácia desses métodos foi reconhecida até pelos teóricos considerados críticos moderados da produtividade (Amadeus, Soares 1996 *apud* Carvalho e Feijó *s.d*), os quais afirmaram ter havido uma reação positiva da indústria à abertura. Com isso, houve *um processo em marcha de modernização/reestruturação*. Em decorrência desse processo foram introduzidas técnicas produtivas e organizacionais relativas ao novo paradigma de produção, que até então estavam pouco difundidas, seja devido ao fechamento da economia, seja por causa da instabilidade macroeconômica da década de 80. (Castro, 1998 *apud* Carvalho e Feijó, *s.d*)

Mais tarde, em 1997, Salm *et al* (1997) também confirmou a existência dessa relação, por meio de um estudo realizado com 1.356 empresas de diversos portes em 14 estados. Esses estudos possibilitaram a conclusão de que os setores industriais que mais avançaram na implementação desses métodos tende a coincidir com aqueles que apresentaram os maiores incrementos na produtividade. Os resultados (ver tabela 2) dão respaldo ao argumento de que a utilização de tais métodos teria sido uma das causas para o alto crescimento da produtividade na indústria nos últimos anos. Nessa tabela são mostradas algumas técnicas que apresentaram todas as correlações positivas e significativas – Redução do *lead time*, troca rápida de ferramenta, manufatura assistida por computador (CAD), projeto assistido por computador (CAM), multifuncionalidade, gestão da qualidade total, ISSO-9000, terceirização e planejamento das necessidades materiais (MRP).

**Tabela 2**

Coeficientes de correlação entre grau de utilização de métodos de gestão da Produção e a taxa de variação da produtividade industrial – 1990/95 e 1992/95



Esse processo de reestruturação/modernização das indústrias observado na década de 90, que foi iniciado com a racionalização da produção e em seguida com a introdução de componentes importados. Além disso, no processo *em marcha de modernização/reestruturação*, a introdução das técnicas agiu no sentido de reforçar a capacidade de reação da indústria brasileira frente à abertura econômica. Sendo a introdução dessas técnicas um dos aspectos dessa reestruturação/modernização.

#### **3.3.4 As economias de escala**

As economias de escala, segundo Szwarcfiter e Dalcol (1997) ocorrem quando o aumento do volume da produção de um bem por período reduz os seus custos. Esta redução pode se dar pela possibilidade de utilização de métodos produtivos mais automatizados ou mais avançados, mas também pode estar relacionada a ganhos em propaganda, marketing, P&D, financiamento, enfim qualquer etapa da produção e comercialização.

A economia de escala subdivide-se em economias internas e economias externas. As economias internas "são aquelas que são abertas a uma única fábrica ou única firma independentemente da ação de outras firmas. Resultam de um aumento na escala de produção da firma, e não podem ser obtidas a não ser que a produção aumente" (CAIRNCROSS, 1973, p. 102). Por outro lado, as economias externas são aquelas em que um número de firmas ou indústrias toma parte "quando a escala de produção em uma indústria ou grupo de indústrias aumenta." (*ibid.*, p. 103) Estas economias "não são monopolizadas por uma única firma quando a mesma cresce em tamanho, mas são conferidas a esta quando algumas *outras* firmas crescem." (*Ibid.*)

Alguns autores argumentam que não existe uma clara distinção entre economias internas e externas. O que é externa em um dado momento pode ser considerado economia interna em outro. Outros autores sequer abordam a questão das economias externas, amalgamando-as com as economias internas. Além disso, existem autores que definem os fatores determinantes das economias de escala em função de parâmetros, a exemplo tempo (curto, médio e longo prazo). Para ilustrar, o Quadro 1 resume os fatores determinantes ou as subdivisões de cada tipo de economia de escala, do ponto de vista dos autores de economia em geral.

**Tabela 3**

Tipos de economias de escala e fatores determinantes

<b>Tipo de economia de escala</b>	<b>Fatores determinantes</b>
<b>Economias externas</b>	Economias de concentração Economias de informação Economias de desintegração
<b>Economias internas</b>	Indivisibilidade Especialização Economias de grandes dimensões Economias de recursos em grandes quantidades Economias financeiras Economias de processos interligados Economias de menor exposição aos riscos

Fonte: Retirado do texto SZWARCFITER e Dalcol (1997)

Considerando-se um enfoque mais pertinente à engenharia é interessante analisar as economias de escala de acordo com as razões que levam ao decréscimo dos custos unitários quando a produção é aumentada: os custos fixos são diluídos entre mais unidades, os custos e despesas de construção são reduzidos, os custos na compra de materiais e serviços podem ser cortados e, além disso, melhorias e cortes de custos no processo produtivo podem ser obtidos (KRAJEWSKI e RITZMAN, 1996).

É exatamente no último item acima que a Engenharia de Produção tem se mostrado particularmente importante. Altos volumes de produção apresentam oportunidades para a redução de custos e obtenção de benefícios através do aumento da velocidade do efeito da "curva de experiência", políticas de estoque mais adequadas, racionalização dos processos e melhoria de projetos de trabalho, simplificação de fluxos, etc. Sem a intenção de aprofundar essa discussão, é interessante observar o que é considerado dentro das chamadas Economias de Especialização. A divisão do trabalho e a consequente especialização constitui talvez o alicerce mais importante das economias de escala na produção em massa e, mais ainda, segundo muitos economistas políticos e sociólogos, uma das mais importantes características da produção industrial no modo de produção capitalista.

Uma interessante observação feita por SCHERER (1980) a respeito das economias de especialização identificou o conceito com o processo de aprendizagem do *learning by doing*. Ele afirma que neste processo, os trabalhadores adquirem mais proficiência nas suas tarefas com o acúmulo de experiência; verifica-se o aumento da produtividade por trabalhador, a diminuição do número de erros cometidos e um declínio dos custos unitários ao longo da chamada curva de aprendizado. O autor exemplifica o conceito com a indústria de aviação militar Norte Americana, durante a Segunda Guerra Mundial, quando se observou uma redução de 20 por cento nos custos unitários de mão-de-obra cada vez que dobrava a produção acumulada.

A especialização, que é fundamental para os ganhos de escala, pode se dar em nível de equipamentos, uma vez que a análise do processo de trabalho permite a invenção de equipamentos adequados para cada tarefa. Os equipamentos de uso mais geral são substituídos por outros especializados projetados para executar operações específicas, com consequente aumento na produtividade. Vale lembrar que isso só é possível com o aumento de escala. As grandes firmas normalmente são menos expostas ao risco devido à sua capacidade de agrupá-los: "Quanto maior o número de instâncias, menor o risco de erro no julgamento. Em um grande negócio, logo, onde a mesma operação é mais frequentemente

repetida do que em um pequeno negócio, a incerteza pode ser reduzida". (CAIRNCROSS, 1973, p. 114)

A diversificação de mercados e de fontes do suprimento também é fundamental. No primeiro caso, o risco de flutuações na demanda pode ser reduzido através da comercialização do mesmo em diversos mercados, por exemplo, de um mercado local para o nível nacional ou global. No tocante a diversificação de fontes de suprimento, tem-se que as grandes plantas normalmente têm mais condições de manter a produção quando uma determinada fonte de suprimentos é cortada por um motivo qualquer. Por exemplo, duas fontes de energia podem ser utilizadas (*e.g.* vapor e eletricidade), ou os suprimentos de matérias-primas podem ser adquiridos de uma área geográfica mais ampla, reduzindo-se a possibilidade de um corte total de determinado suprimento.

Por fim, outra característica da economia de escala é a diversificação da produção e dos processos de manufatura. No primeiro caso, se existe uma probabilidade razoável de uma firma ser afetada por um declínio na demanda para o seu produto, a mesma pode manter sua produção direcionando os esforços de produção para o produto não afetado. Analogamente à diversificação de fontes de suprimentos, uma grande firma tem maiores possibilidades de continuar a manter o processo produtivo em operação quando um determinado processo de manufatura torna não econômico ou até mesmo impossível.

#### 4 PANORAMA DO DESEMPENHO DA PRODUTIVIDADE DO TRABALHO NA INDÚSTRIA NORDESTINA

Analisaremos neste tópico o comportamento do crescimento da produtividade do trabalho na indústria de transformação do Nordeste, com o propósito de verificar o seu desempenho nos principais setores industriais. Nessa análise relacionaram-se os setores industriais mais dinâmicos versus o mais importante para a economia dos estados, além disso demonstrou-se as diferenças no crescimento da produtividade do trabalho dos mesmos setores em estados diversos.

A Tabela 4 mostra a taxa anual de crescimento da produção da indústria de transformação do Nordeste, (calculada utilizando como *proxy*, o valor bruto da produção industrial -VBPI e o valor da transformação industrial - VTI, a taxa de crescimento do pessoal ocupado e a produtividade do trabalho-Pdt para essas variáveis. Uma breve análise nos possibilita observar que o VBPI tendeu a queda nos anos 2000, enquanto o VTI oscilou bastante. A taxa de crescimento da produtividade do trabalho, teve um desempenho marcado pela manutenção de certa instabilidade, com tendência de redução, oscilando em torno de 5,4% (taxa anual do crescimento). Em 2007 ela caiu bruscamente, em razão do grande aumento do emprego, o qual consideramos um *autlier*, fenômeno que causado pela mudança na metodologia da Pesquisa Industrial Anual - PIA, pelo IBGE.

Percebe-se ainda que as taxas baseadas no VBPI<sup>8</sup> ou VTI<sup>9</sup>, não apresentaram grandes divergências. Sendo que as baseadas no VBPI são levemente superiores as que utilizam o Valor da transformação industrial-VTI, com exceção dos anos 2000, 2005 e 2008. Observamos ainda que a taxa de crescimento da produtividade do trabalho na indústria de transformação seguiu um padrão de crescimento associado ao crescimento do produto superior ao do emprego, resultado semelhante à conclusão a que chegou Carvalho e Feijó em seu estudo sobre a produtividade industrial no Brasil.

---

<sup>8</sup> VBPI corresponde ao valor das vendas de produtos fabricados e serviços industriais prestados pela unidade local, acrescido do valor das transferências dos produtos fabricados para venda em outras unidades locais.

<sup>9</sup> VTI corresponde à diferença entre o valor bruto da produção industrial (VBPI) e o custo das operações industriais (COI), calculados ao nível das unidades locais produtivas industriais.

**Tabela 4**

Crescimento do produto da indústria de transformação (valor bruto da produção industrial e valor da transformação industrial), pessoal ocupado e da produtividade do trabalho.

ANO	VBPI	VTI	PO	VBPI/PO	VTI/PO
2000	33,1	33,3	10,9	20,1	20,3
2001	14,4	12,5	6,3	7,6	5,9
2002	21,9	17,4	0,0	21,9	17,4
2003	25,1	20,1	10,5	13,3	8,7
2004	20,8	16,9	8,1	11,7	8,1
2005	8,4	10,1	4,6	3,6	5,2
2006	10,0	17,7	5,7	4,1	11,4
2007	5,5	4,7	116,0	-51,2	-51,5
2008	16,7	20,4	4,3	12	15,5
2009	-6,3	-8,5	6,7	-12,2	-14,2
2010	17,8	21,1	6,3	10,9	14,0
2011	9,4	9,3	0,3	9,7	9,6
2012	10,1	6,8	0,7	9,3	6,1
2013	10,4	9,5	-48,6	114,6	82,5

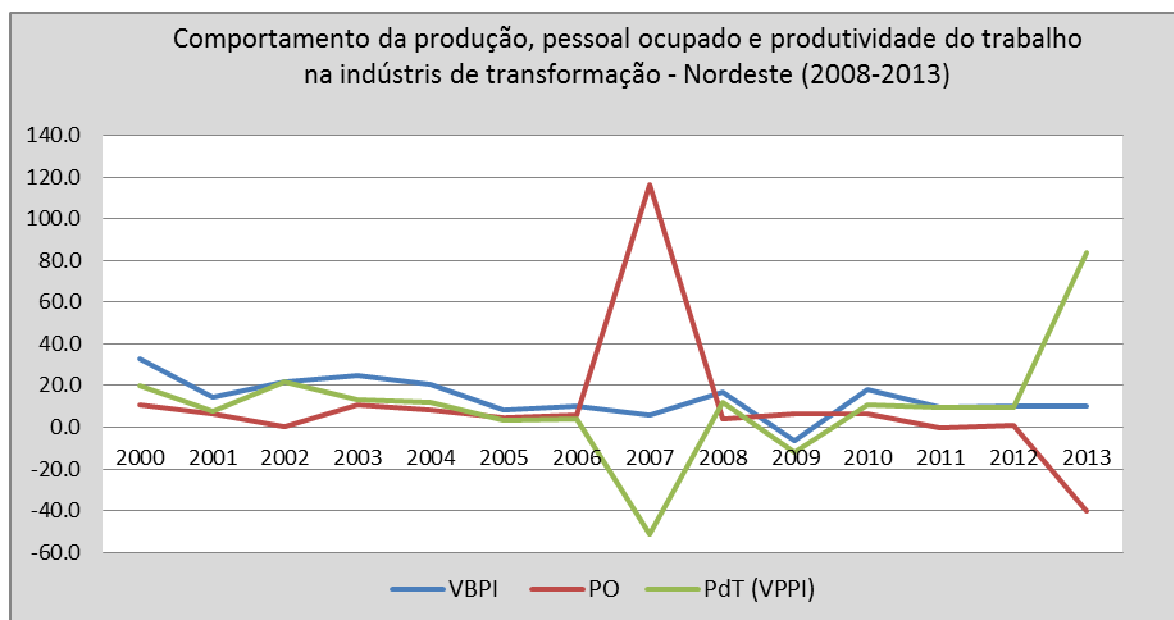
Fonte: Elaboração própria: dados da Pesquisa Industrial Anual PIA/IBGE

\* VBPI: Valor bruto da produção industrial; VTI: Valor da transformação industrial.

Desde o início do ano 2000 até 2004, observa-se que o incremento da produtividade permaneceu alto (Gráfico 1). A taxa anual de crescimento esteve acima de 10%, com exceção de 2001, quando registrou 7,7%. A partir deste período, caiu para um patamar em torno de 4% e despencou, em 2007 atingindo taxa negativa de -51,2%, em decorrência do aumento do emprego combinada com a própria manutenção de baixo crescimento da produção industrial. A partir de 2008, com exceção do ano de 2009, a taxa voltou a proporções cada vez maiores até chegar 114,6% em 2013, provocado provavelmente pela redução do emprego ocorrido na economia em decorrência da crise pela qual vem passando a economia brasileira.

**Gráfico 1**

Crescimento da produção industrial (em mil reais), da população ocupada (número de trabalhadores) e da produtividade do trabalho na indústria de transformação (2000-2013)



Fonte: Elaboração própria. Dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA/IBGE)

#### 4.1 DESEMPENHO SETORIAL

As informações da Pesquisa Industrial Anual (PIA) possibilitam a realização de uma análise da produtividade pelos setores das indústrias de transformação. Para isso, confeccionou-se a Tabela 5, que apresenta os setores da indústria de transformação (em ordem decrescente de produtividade) separados em dois grupos dentre aqueles que obtiveram taxa de crescimento anual de produtividade acima da média (6,3% a.a) e os que tiveram taxas abaixo da média do total das indústrias analisadas.

Dentre os setores com crescimento da produtividade acima da média (6,3%), destacaram-se aqueles mais intensivos em capital, bem como os de alta intensidade tecnológica, como setores automobilístico, eletrônico e químico. Em geral esses setores obtiveram ganhos de produtividade associados ao aumento do produto acima do aumento do emprego, com o aumento daquele até o tripulo da média, como é o caso do setor automobilístico.

Dentre os (12) doze setores das indústrias com desempenho acima da média (6,3%), destacaram-se a *fabricação e montagem de veículos automotores*, com taxa de crescimento

médio anual de 20%; seguido da *fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações*, com taxa de 12,5%; o setor de *fabricação de outros equipamentos de transporte*, com taxa de 11,4%; e o setor de *fabricação de artigos de borracha e plástico* com taxas de 10%, dentre outros. Essas indústrias somadas representavam, em 2000, 62,6% do valor bruto da produção industrial (VBPI) de toda a indústria de transformação e 69,4%, em 2013, obtendo um incremento de 4,3% no período. No final do período analisado, a participação deles era de 69,4% no VBPI e 68% da PO.

Os setores de menor crescimento da produtividade apresentaram expansão da produção acima do crescimento do emprego, com exceção de alguns de menor relevância. Dentre esses setores, se destacam alguns que obtiveram taxas de crescimento da produtividade do trabalho próximas à média das taxas, como o setor de *fabricação de máquinas para escritórios e equipamentos de informática* (6,2%); seguido da *fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool* (6,1%); da *preparação de couro e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados* (5,7%); da *fabricação de celulose e papel* (5,2%); e da *fabricação de produtos têxteis*, com taxa de 5,1%.

Ademais, destacou-se um grupo de setores de grande relevância para a economia regional, por sua grande participação no total da indústria de transformação, visto que em 2013, somados eles representavam 29,5% do Valor bruto da produção industrial (VBPI) e 20,6% da força de trabalho empregada (PO). Neste grupo estão os setores de *Fabricação de coque, refino de petróleo* (10,5% em 2000 e 10,6% em 2013), *elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool, fabricação de produtos têxteis* (6,95% em 2000 e 8,8% em 2013), *metalurgia básica* (7,8 % em 2000 e 5,2 % em 2013) e *preparação de couro e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados* (4,6 % em 2000 e 4,9 % em 2013).

**Tabela 5**

Indústria de transformação: Crescimento do Valor Bruto da Produção Industrial, do emprego e da produtividade do trabalho por setores das indústrias

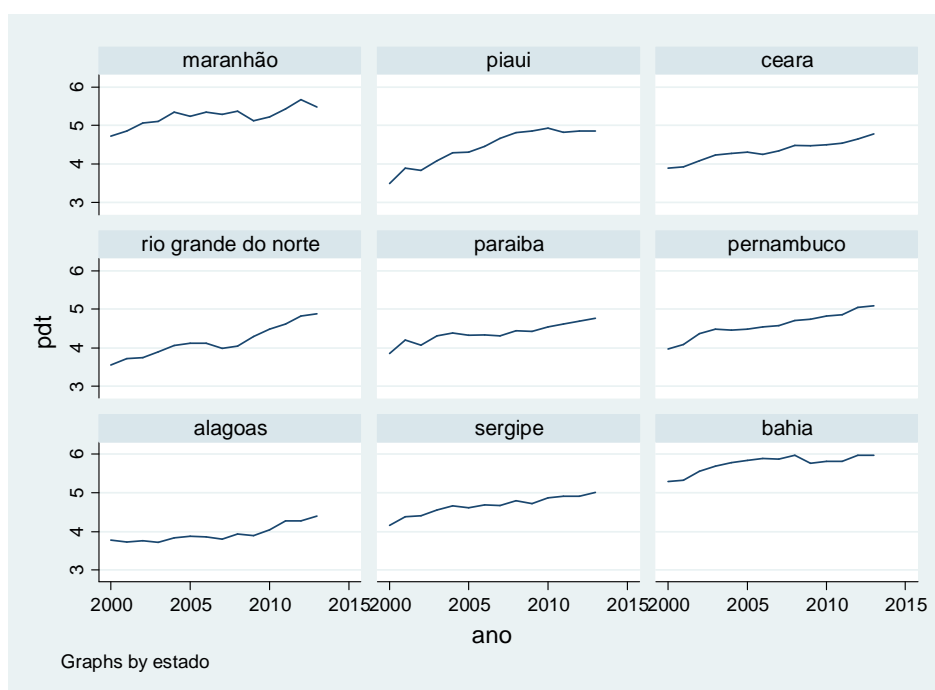
<b>SETORES DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO - CNAE</b>	<b>VBPI</b>	<b>PO</b>	<b>PdT (VBPI/PO)</b>
<b>Setores com produtividade acima da média</b>			
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	35,3	18,4	20,1
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	16,0	4,4	12,5
Fabricação de outros equipamentos de transporte	29,6	16,4	11,4
Fabricação de artigos de borracha e plástico	17,1	6,5	10,0
Fabricação de móveis e indústrias diversas	12,5	3,9	8,3
Fabricação de produtos alimentícios	11,6	3,5	7,8
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	14,2	6,1	7,6
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	16,6	8,4	7,6
Fabricação de máquinas e equipamentos	8,1	0,5	7,5
Fabricação de produtos de madeira	6,2	-1,1	7,4
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	12,0	4,8	6,9
Fabricação de produtos químicos	8,1	1,2	6,8
Fabricação de bebidas	12,0	5,2	6,5
<b>Setores com produtividade abaixo da média</b>			
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	8,1	6,9	6,2
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	11,4	4,9	6,1
Preparação de couros e Fab. de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	11,8	5,8	5,7
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	11,9	2,0	5,5
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	12,5	7,0	5,2
Fabricação de produtos têxteis	5,1	0,0	5,1
Fabricação de produtos do fumo	7,6	2,6	4,8
Edição, impressão e reprodução de gravações	3,8	-0,4	4,2
Fabricação de produtos diversos	15,3	6,3	4,1
Fabricação de produtos de metal - exceto máquinas e equipamentos	13,9	7,4	3,8
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	11,6	5,8	2,7
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	11,3	6,5	2,2
Metalurgia básica	8,1	5,9	2,1
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos	-3,7	-2,4	-0,7
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	0,0	-0,2	0,1

Fonte: Elaboração própria dados da pesquisa Industrial Anual-PIA/IBGE

## 4.2 DESEMPENHO POR ESTADO

A figura 2 foi confeccionada no *Stata 12.0*, utilizando-se os dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA/IBGE) a partir do log da produtividade do trabalho, com vistas a demonstrar as diferenças na evolução do crescimento da produtividade entre os estados e sua evolução ao longo do período analisado. Ela mostra uma clara diferença no desempenho do indicador entre os estados ao longo do tempo. Verifica-se que embora o crescimento seja positivo para todos os estados, Alagoas, Paraíba e Rio Grande do Norte possuíam, no início dos anos 2000, os menores desempenhos, mas ao longo do período analisado conseguiu chegar a taxas melhores; a Bahia e o Maranhão, que já possuíam desempenhos superiores aos demais estados, teve um crescimento menos acentuado, embora sua evolução tenha ocorrido com certa estabilidade; Sergipe, Pernambuco, Piauí e Rio Grande do Norte se destacaram como os estados que mais evoluíram saindo de níveis mais baixos e atingindo patamares maiores no período analisado. Nesses estados é possível observar curvas que demonstram crescimentos mais acentuados.

**Figura 2**  
Comportamento da produtividade por estado ao longo do tempo



Fonte: elaborada própria com dados da PIA/IBGE- Stata 12.0

Na Tabela 6, ordenados pelo peso no total da indústria de transformação nordestina, destacaram-se os dez principais setores e as respectivas taxas média de crescimento da produtividade do trabalho, para o período de 2000 a 2013. Esses setores industriais são muito importantes para a economia regional, devido ao peso deles no Valor Bruto da Produção Industrial (VBPI) da indústria de transformação. Juntos, eles representavam, em 2013, 79,6%. Merece destaque o setor de *alimentos* representando 19,4%; seguindo do setor de *fabricação de produtos químicos* (16,7%); e do setor de *refino de petróleo e produção de álcool* (10,6%). Eles apresentaram desempenho satisfatório, obtendo taxas de crescimento da produtividade acima da média (6,3%), com exceção da *fabricação de produtos têxteis* que obteve uma taxa de crescimento da produtividade do trabalho de 5,1%; do setor de *fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados*, com taxas de 5,7%; e do setor de *refino de petróleo e produção de álcool* (6,1%).

**Tabela 6**  
Os 10 Principais setores da indústria de transformação do Nordeste  
participação dos setores na indústria e produtividade - 2013

SETORES DA INDÚSTRIA	VBPI SETOR/VBPI	VBPI/PO
Fabricação de produtos alimentícios	19,4%	7,8%
Fabricação de produtos químicos	16,7%	6,8%
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	10,6%	6,1%
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	5,7%	7,6%
Fabricação de bebidas	5,5%	6,5%
Fabricação de artigos de borracha e plástico	5,3%	6,8%
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	5,3%	20,1%
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	4,9%	5,7%
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	3,1%	6,9%
Fabricação de produtos têxteis	3,1%	5,1%

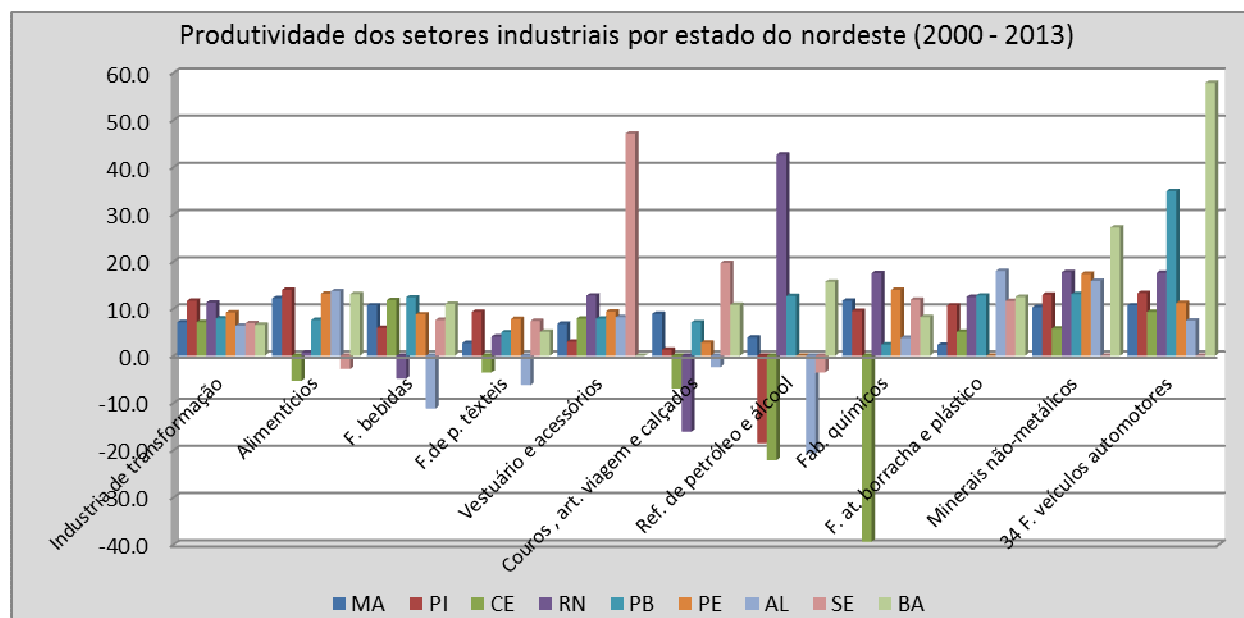
*Fonte: elaboração própria-dados da pesquisa industrial anual-PIA/IBGE*

Uma análise de corte transversal nos possibilita analisar as diferenças na taxa de crescimento da produtividade do trabalho desses setores por estado, conforme pode ser observado no Gráfico 2, o qual deve ser analisado com informações da Tabela 7. Nessa análise, é possível observar não só o desempenho dos referidos setores industriais nos estados nordestinos, como também, a distribuição dos setores por estado.

Um exame minucioso percebe-se que as taxas de crescimento da produtividade de determinado setor divergem de um estado para outro. E essas diferenças, em alguns casos são substanciais, como por exemplo, as observadas na *fabricação de vestiário e acessório*, setor que em Sergipe obtém uma taxa de crescimento da produtividade de 47%, não obstante seja um pequeno produtor, respondendo com apenas 2,5% desse setor. Esse desempenho foi superior ao observado no Ceará que é o maior produtor (com 45,7%) e obteve taxa de crescimento da produtividade de apenas 7,9. Outro setor que merece destaque é o de *refino de petróleo e produção de álcool*, o qual embora tenha tido um bom desempenho na Bahia (15,7%), maior produtor regional com 89,6% da produção da região, teve sua taxa de crescimento superada pelo Rio Grande do Norte, que obteve taxa de 42,7%, não obstante possua participação insignificante, respondendo com 0,01%. Merece destaque ainda a *fabricação de veículos automotores*, setor em que a Bahia é disparadamente o maior produtor, respondendo por 91,2% do valor bruto da produção industrial. Nesse estado, a taxa de crescimento de produtividade foi superior registrando 57,9%, contra 11,2% de Pernambuco, segundo maior produtor com 4,5% da produção regional.

**Gráfico 2**

Produtividade dos setores industriais, por estados do Nordeste



Fonte: Elaboração própria/IBGE/PIA

Ainda com relação à Tabela 7, é possível observar que 45% de toda a indústria de transformação se encontra instalada no estado da Bahia, onde se concentra 91,2% de toda a indústria de *fabricação de veículo automotores* e 89,6% da produção de combustíveis (refino de petróleo); seguida por Pernambuco (18,8%), estado que possui uma indústria mais diversificada, tendo como principais setores a fabricação de alimentos (23,5%), bebidas (28%) e borrachas e plásticos (25,3%); e o Ceará com 14,4% e que detém 45,7% da produção de vestuário e 18,3% da *indústria de alimentos*, dentre outros.

**Tabela 7**  
Principais setores da Indústria de transformação nordestina  
Taxa de crescimento médio da produtividade do trabalho e Distribuição do setor por estado

IND./SEORES MAIS PRODUTIVOS	ESTADOS NORDESTINOS -2013																	
	MA		PI		CE		RN		PB		PE		AL		SE		BA	
	PdT	%	PdT	%	PdT	%	PdT	%	PdT	%	PdT	%	PdT	%	PdT	%	PdT	%
<b>Indústria de transformação</b>	<b>7,1</b>	<b>4,9</b>	<b>11,7</b>	<b>1,9</b>	<b>7,1</b>	<b>14,4</b>	<b>11,3</b>	<b>4,0</b>	<b>8,0</b>	<b>4,4</b>	<b>9,2</b>	<b>18,8</b>	<b>6,4</b>	<b>3,5</b>	<b>6,9</b>	<b>3,3</b>	<b>6,6</b>	<b>45,0</b>
Fabricação de produtos alimentícios	12,2	4,4	14	3,9	-5,3	18,3	0,7	5,5	7,6	4,5	13,2	23,5	13,7	9,8	-2,8	5,1	13,1	25
Fabricação de bebidas	10,7	11,9	5,9	5,7	11,8	15,7	-4,8	5,3	12,4	7,4	8,8	28	-11,2	1,6	7,6	4,6	11	19,8
Fabricação de produtos têxteis	2,7	0,1	9,3	0,4	-3,5	30,6	4,1	13,7	5	16,6	7,8	9,9	-6,2	1,2	7,4	11,4	5,1	16,1
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	6,8	0,7	3	1,9	7,9	45,7	12,8	14,9	7,9	2,2	9,4	17,1	8,2	0,2	47,1	2,5	-	14,9
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	8,9	1,4	1,3	0,6	-6,9	51	-	0	7,1	21,1	2,8	2,8	-2,4	0,1	19,7	3,4	10,8	19,6
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	3,9	1,3	-18,5	0	-22,1	5,3	42,7	0	12,7	2,1	-	0,7	-20,7	0,5	-3,5	0,6	15,7	89,6
Fabricação de produtos químicos	11,7	3,8	9,5	0,3	-39,4	4,6	17,5	0,5	2,4	0,4	14	19,8	3,8	5,3	11,9	2,3	8,2	63,1
Fabricação de artigos de borracha e plástico	2,3	0,5	10,7	0,8	5,1	4,2	12,5	2,3	12,8	4,5	-	25,3	18	4,6	11,6	1,4	12,5	56,3
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	10,3	6,9	13	3,4	5,8	16	17,7	6,2	13,1	12,4	17,4	25,3	15,9	3	-	9,8	27,2	17,1
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	10,7	0,2	13,3	0,3	9,3	2,9	17,6	0,2	34,9	0,1	11,2	4,5	7,5	0,2	-	0,4	57,9	91,2

Fonte: elaboração própria: Dados da Pesquisa industrial anual PIA/IBGE

## 5 METODOLOGIA E RESULTADOS

Este capítulo tem como objetivo identificar as fontes da variação da produtividade do trabalho na indústria de transformação da região Nordeste no período de 2000 a 2013. Optou-se pela década de 2000 em razão de que durante as pesquisas bibliográficas encontraram-se poucas pesquisas que tenham estudado a produtividade do trabalho na década de 2000. Para isso, foi definida uma modelagem de regressão com análises de dados em painel com informações da indústria de transformação dos estados dessa região. O modelo econométrico visa determinar a importância de alguns fatores apresentados neste estudo como determinantes da variação da produtividade do trabalho, bem como a contribuição deles para essa variação.

### 5.1 A ESPECIFICAÇÃO DO MODELO

Os estudos que utilizem como técnica a regressão com dados em painel requer necessariamente que o pesquisador opte entre o *modelo de efeitos fixos* e o *modelo de efeitos aleatórios* com vistas a escolher o mais adequado para seu estudo. E para subsidiar essa escolha faz-se necessária a aplicação de testes com vistas a optar por aquele que seja mais adequado e que melhor consiga explicar a variação da variável dependente, em razão das especificidades das variáveis explicativas e dos seus efeitos sobre a variável dependente.

O modelo de *efeitos fixos* é recomendado sempre que estamos interessados em analisar o impacto de variáveis que variam ao longo do tempo, geralmente quando cada entidade (ou indivíduo) possui características individuais que podem ou não influenciar a variável de previsão. E este modelo remove o efeito dessas características invariantes no tempo, para que seja possível uma avaliação dos efeitos líquidos das variáveis previsoras na variável prevista. Outro pressuposto desse modelo é que essas características invariantes no tempo são únicas para o indivíduo e não devem ser correlacionadas com características de outro indivíduo. Cada entidade é diferente, portanto, o termo de erro da entidade e a constante (que capta características individuais) não deve ser correlacionado com os outros (Verde, 2008:p 183 apud Torres e Reyna 2012 ).

Já o modelo de *efeitos aleatórios* é, ao contrário do modelo de efeitos fixos, aquele cuja a variação entre as entidades é assumida ser aleatória e não correlacionada com a variável prevista ou com as variáveis previsoras, incluídas no modelo. A distinção crucial entre eles é a correlação ou não dos erros com as variáveis previsoras.

O modelo econométrico aqui desenvolvido consiste em uma regressão com dados em painel, que conjuga anos como informações verticais e os estados nordestinos, como informações de corte transversal. Trata-se de um painel longo<sup>10</sup> utilizado em análise de dados cujos indivíduos são caracterizados pela heterogeneidade entre eles, denominado na literatura como sendo *Modelo de regressão de efeitos aleatórios*.

O *Modelo de efeitos aleatórios* padrão pode ser definido como:

$$Y = \beta_{it} + (u_{it} + \varepsilon_{it}) \quad (3.7)$$

Sendo  $u_{it}$  o erro ou efeitos aleatórios entre as entidades (países, estados, empresas, indivíduos etc.) e  $\varepsilon_{it}$  o erro idiossincrático, no interior da entidade. Em que  $w_{it} = u_{it} + \varepsilon_{it}$

Dessa forma, o *Modelo de efeitos aleatórios* definido para este estudo foi o seguinte:

$$\ln \frac{VBPI}{PO} = \beta_1 \ln Ch_{it} + \beta_2 \ln Pt_{it} + \beta_3 \ln Pind_{it} + \beta_4 \ln Exp_{it} + \beta_5 \ln Esc_{it} + w_{it} \quad (3.8)$$

$i = 1, 2, \dots, 9$   
 $t = 1, 2, \dots, 13$

Sendo (i) os estados do Nordeste e (t) os anos em análise; ln é o logaritmo natural; O termo  $u_{it}$  refere-se ao erro entre as entidades (países, estados, empresas, indivíduos etc.) e  $\varepsilon_{it}$  o erro no interior da entidade. Em que  $w_{it} = u_{it} + \varepsilon_{it}$

A variável prevista é  $\ln \frac{VBPI}{PO}$ , da produtividade do trabalho. Esta variável é obtida por meio de um logaritmo natural da razão entre o Valor bruto da produção industrial (VBPI) e a quantidade de pessoal ocupado na produção (PO), em 31/12 de cada ano:  $Pdt_i = \ln \frac{VBPI}{PO}$ ;

Neste modelo os coeficientes  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ ,  $\beta_4$  e  $\beta_5$  são as elasticidades dos insumos em relação à produtividade do trabalho. Ou seja, as mudanças na produtividade do trabalho anual por 1000 reais/trabalhador quando um ano de escolaridade é adicionado à escolaridade média do trabalhador ou quando uma patente é depositada no INPI, respectivamente, mantidas as condições constantes.

Tal raciocínio se aplica para cada uma das variáveis previsoras, que são respectivamente: o capital humano, o progresso tecnológico, o produto, as exportações e a economia de escala, as quais foram definidas conforme segue.

<sup>10</sup> Painel longo refere-se ao modelo no qual a quantidade de anos é superior a quantidade de casos, ou seja, T > N.

Onde  $\beta_0$  foi incorporado ao termo de erro  $\beta_0 = \beta_0 + \varepsilon_i$  é o ponto onde a linha de regressão intercepta o eixo  $Y$  no gráfico. O regressor  $Ch_1$  é o capital humano, representado pelo número médio de anos de escolaridade do trabalhador da indústria (retirado da Relação Anual de Informações Sociais - RAIS);  $Pt_2$  é o progresso tecnológico, representado pela quantidade de patentes depositadas no INPI;  $Pind_3$  é o produto industrial, medida em mil reais, obtido da Pesquisa Industrial Anual - PIA/IBGE, representado pelo valor da transformação industrial (VTI);  $Exp_4$  refere-se às exportações;  $Esc_5$  é uma proxy para economia de escala, representada pelo tamanho médio da planta das fabricas em número médio de trabalhadores (retirada da Relação de Informações Sociais-RAIS) e  $\varepsilon_i$  é o erro estocástico, que representa o valor previsto pela linha para o caso  $i$  e o escore que o participante  $i$  realmente obteve .

## 5.2 AS VARIÁVEIS SELECIONADAS

### 5.2.1 Produtividade do trabalho – pdt

O indicador de produtividade do trabalho pode ser obtido através da razão entre uma variável de mensuração do produto, seja ele o valor da produção ou o valor adicionado pela quantidade de horas trabalhadas ou pessoas ocupadas. Como proxy utilizamos o logaritmo natural da razão entre o valor bruto da produção industrial (VBPI) e a quantidade de pessoas ocupadas na produção (PO).

#### 5.2.1.1 O Valor bruto da produção industrial - VBPI

A utilização da produção física, representada pelo valor bruto da produção industrial no cálculo da produtividade do trabalho parece razoável, uma vez que o IBGE a utiliza como *proxy* do valor agregado (IBGE, 1991). Isso significa supor que a relação entre o valor da produção e o consumo intermediário seja constante no longo prazo. Esta hipótese parte do pressuposto de que permanecem inalterados os preços relativos, a organização industrial-principalmente a integração vertical e a diversificação das empresas, dentre outros fatores.

De fato pode até ter havido alteração na relação valor de produção/consumo intermediário, via queda nos preços relativos. Essa mudança é provocada pelo progresso

tecnológico e pela importação de componentes, em alguns setores. No entanto, no tocante a organização industrial, embora no Brasil, tenha havido mudanças no nível de integração vertical por meio das políticas de terceirização, isso não é capaz de alterar o resultado do índice, visto que este somente seria possível se a terceirizada ocorresse na produção<sup>11</sup>, e não nas atividades de serviços (alimentação, transporte etc.), visto que essas atividades não afetam o cálculo da produção física industrial, tampouco das horas trabalhadas, já que seus dados não são contabilizados pela PIA.

#### 5.2.1.2 Pessoal ocupado na produção – PO

O IBGE disponibiliza para o cálculo da produtividade do trabalho, tanto horas pagas, quanto quantidade de pessoal ocupado na produção. Neste estudo optamos pela produtividade por pessoal ocupado, embora esta *proxy* não seja tão precisa quanto a produtividade por horas pagas, pois não incorpora a jornada de trabalho. Ou seja, a produção por operário pode aumentar simplesmente porque estes estão trabalhando mais tempo, sem significar uma produção por hora maior.

#### 5.2.2 Capital humano – $ch_{it}$

As descrições qualitativas de capital humano, geralmente, vêm de uma das duas fontes seguintes: medidas de insumos escolares (tais como despesas, professor ou salários) ou medidas diretas de habilidades cognitivas dos indivíduos. O emprego de medidas diretas de habilidades cognitivas tem a vantagem significativa de captar a qualidade do capital humano, permitindo diferenças que surgem de fatores que estão fora da educação formal (escolas), enquanto que as medidas de insumos escolares têm vantagens potenciais, se importantes aspectos do capital humano são relevantes apenas parcialmente.

Não obstante a maioria dos estudos que analisam o capital humano utilizarem como *proxy* a taxa de matrícula do ensino primário e do ensino secundário, a exemplo de Romer (1990b); Robert J. Barro (1991) e N. Gregory Mankiw *et al* (1992), optamos por utilizar a quantidade de anos de escolaridade e a qualidade da força de trabalho, em detrimento das variáveis convencionais. Portanto, para representar aquela variável, utilizamos o **número**

---

<sup>11</sup> Um levantamento feito pelo BNDES/CNI/SEBRAE 1996 *apud* Saboia et al 1997, constatou que apenas 9% das indústrias brasileiras, do painel pesquisado, utilizam intensamente qualquer tipo de terceirização.

*médio de anos de escolaridade da força de trabalho retirada da RAIS* e deveríamos utilizar para esta, a média por estado das notas dos alunos que fizeram o exame nacional do ensino médio (ENEM), o que não foi possível em razão da dificuldade em baixar dos dados da base do INEP.

É compreensivo que alunos com boa compreensão de matemática e ciências formem uma base de futuros engenheiros e cientistas, conforme o entendimento do John Bispo (1992) e cuja importância para a produtividade individual e para aumento da renda foi afirmado por Hanushek e Kimko, em sua obra de 2000.

A quantidade média de anos de escolaridade da força de trabalho foi obtida a partir de uma média ponderada da quantidade de vínculos na indústria de transformação, retirada da RAIS, utilizando como fator de ponderação o número de anos de estudo de cada intervalo de grau de instrução<sup>12</sup> (por exemplo 4ª série completa estudou 4 anos), conforme a fórmula descrita na nota de rodapé.

A média por estado das notas dos alunos que fizeram o ENEM foi obtida a partir da base de micro dados do INEP. Para chegar à média por estado, foi calculada a média simples das disciplinas cobradas no referido exame, conforme descrição seguinte:

$$Med = CN + CH + LC + M .$$

Sendo *Med* a média; *CN* a nota da prova de Ciências da Natureza; *CH* a nota da prova de Ciências Humanas; *LC* a nota da prova de Linguagens e Códigos e *M* a nota da prova de matemática.

---

<sup>12</sup> Número médio de anos de escolaridade (N) foi obtido por meio da formula seguinte:

**De 2000 a 2005**

$$N = \left[ (0 * Qtv_1) + (3 * Qtv_2) + (4 * Qtv_3) + (7 * Qtv_4) + (8 * Qtv_5) + (9,5 * Qtv_6) + (11 * Qtv_7) + (13 + Qdv_8) + (15 * Qtv_9) \right] / (Qtv)$$

Onde os números 0; 3; 4; 7; 8; 9,5; 11; 13 e 15 são respectivamente os números de anos de estudos e as  $Qtv_1; Qtv_2; Qtv_3; Qtv_4; Qtv_5; Qtv_6; Qtv_7; Qtv_8; Qtv_9$  são as quantidades de vínculos das seguintes séries: analfabetos; quarta série incompleta; quarta série completa; oitava série incompleta; oitava série completa; segundo grau incompleto; segundo grau completo; superior incompleto e superior completo. A partir de 2006 a RAIS modificou os intervalos dos graus de instrução e incorporou o mestrado e o doutorado. Diante dessa alteração à formula acima foi adicionado no numerador ...  $(18 * Qtv_{10}) + (22 * Qtv_{11})$ , ficando no formato seguinte:

**De 2006 a 2013**

$$N = \left[ (0 * Qtv_1) + (4 * Qtv_2) + (5 * Qtv_3) + (7 * Qtv_4) + (9 * Qtv_5) + (10,5 * Qtv_6) + (12 * Qtv_7) + (14 + Qdv_8) + (16 * Qtv_9) + (18 * Qtv_{10}) + (22 * Qtv_{11}) \right] / (Qtv)$$

Onde os números 0; 4; 5; 7; 9; 10,5; 12; 14; 16; 18 e 22 são respectivamente os números de anos de estudos e as  $Qtv_1; Qtv_2; Qtv_3; Qtv_4; Qtv_5; Qtv_6; Qtv_7; Qtv_8; Qtv_9; Qtv_{10}; Qtv_{11}$  são as quantidades de vínculos das seguintes séries: analfabetos; quinta série incompleta; quinta série completa; 6º ao 9º do fundamental; fundamental completo; médio incompleto; médio completo; superior incompleto e superior completo; mestrado e doutorado.

### **5.2.3 Progresso tecnológico – $pt_{it}$**

O progresso tecnológico foi reconhecido como fator que influencia a produtividade não somente pelos teóricos neoclássicos (Solow e Romer), como Schumpeter e outros teóricos evolucionistas. Variáveis como crescimento do investimento, formação bruta de capital fixo, volume de recursos aplicados em atividades de P&D, quantidade de pessoas dedicadas às atividades de P&D, número de patentes depositadas no INPI, dentre outras, são exemplos de proxies que poderiam ser utilizadas aqui. Devido a dificuldades relacionadas à obtenção dos dados que se adequassem ao painel balanceado, utilizamos depósito de patentes no INPI.

### **5.2.4 Produto industrial – $pind_2$**

O crescimento do produto industrial é reconhecido pela literatura como umas das fontes do crescimento da produtividade do trabalho na indústria brasileira. Diversos estudos citados no tópico 3 constataram uma forte associação entre essas variáveis. Por isso, utilizou-se o Valor da transformação industrial (VTI) como Proxy para o crescimento do produto da indústria de transformação nordestina. Esta variável é o conceito operacional adotado pelo IBGE nos censos econômicos, para medir o valor agregado, portanto as duas variáveis são semelhantes.

### **5.2.5 Exportações - $Exp_{it}$**

A variável utilizada para demonstrar a contribuição da abertura comercial para o crescimento da produtividade foi exportações. Sabe-se que a abertura comercial é responsável por alterações estruturais nas empresas, originando o "novo paradigma" tecnológico-gerencial. Por isso, as exportações entram no modelo para que seja testada sua eficácia em contribuir para o crescimento da produtividade do trabalho na indústria de transformação. Os dados estão medidos em mil reais e foram retirados do Ipeadata.

### **5.2.6 Economia de escala - $Esc_{it}$**

A economia de escala é uma variável presente nos modelos de crescimento endógeno responsáveis pela explicação do crescimento do produto dos países, pela via do crescimento da produtividade. Neste estudo, assumimos economia de escala como sendo o tamanho médio

da planta industrial em número de pessoas ocupadas na indústria de transformação, por estado da região Nordeste, para os anos de 2000 a 2013.

O tamanho médio da planta industrial por estado foi obtido a partir de uma média ponderada da *quantidade de unidades industriais* (do setor da indústria de transformação) e o *tamanho dessas plantas (obtida pela média do intervalo da classe)* em número de pessoas ocupadas na produção, retirada da RAIS. Utilizamos como fator de ponderação a média do intervalo da classe<sup>13</sup> (por exemplo, de 1 a 4 pessoas empregadas na produção), conforme a fórmula descrita na nota de rodapé.

### 5.2.7 Erro estocástico - $\varepsilon_i$

O Erro Estocástico pode ser entendido como a soma de todas as variáveis omitidas ou negligenciadas neste modelo, mas que coletivamente detém certo poder de explicação da variação do crescimento da *Produtividade do Trabalho - Pdt*.

## 5.3 BASE DE DADOS

No cálculo da produtividade utilizamos uma razão entre o valor bruto da produção industrial (VBPI) e a quantidade de pessoal ocupado na produção (PO), variáveis extraídos da Pesquisa Industrial Anual (PIA) do IBGE, a qual tem como objetivo retratar a estrutura e a evolução da atividade econômica da indústria nos anos intercensitários.

Os dados da PIA são estruturados em torno de duas categorias principais de agentes: a empresa e a unidade local (UL). Nessa estrutura, a empresa é caracterizada pela existência de um CNPJ, e nela são levantadas as informações econômico-financeiras, em grande parte proveniente de seus balanços contábeis. A unidade local (UL) corresponde ao endereço de atuação das empresas. Quando numa UL fica identificada a existência de mais de uma linha

<sup>13</sup> Tamanho médio da planta industrial foi obtido por meio da seguinte fórmula:

$$Esc_5 = ((2,5 * QtC_1) + (7 * QtC_2) + (14,5 * QtC_3) + (34,5 * QtC_4) + (74,5 * QtC_5) + (174,5 * QtC_6) + (374,5 * QtC_7) + (749,5 * QtC_8) + (2000 * QtC_9)) / (Ct)$$

Onde os números 2,5; 7; 14,5; 34,5; 74,5; 174,5; 374,5; 749,5 e 2000 são respectivamente a médias dos intervalos das classes ( $C_i$ ) e as variáveis ( $QtC_i$ ) são as quantidades de indústrias existentes nas classes. Sendo,  $QtC_1$  a classe de 1 a 4 empregados;  $QtC_2$  a de 5 a 9 empregados;  $QtC_3$  a de 10 a 19 empregados;  $QtC_4$  a de 20 a 49 empregados;  $QtC_5$  a de 50 a 99 empregados;  $QtC_6$  a de 100 a 249 empregados;  $QtC_7$  a de 250 a 499 empregados;  $QtC_8$  a de 500 a 999; e  $QtC_9$  a classe acima de 1000 empregados.  $Ct$  é o valor resultante do somatório das quantidades de indústrias de todas as classes.

produtiva, a UL é desdobrada em duas ou mais unidades produtivas (UP), que é a nova denominação de estabelecimento.

Optamos pela pesquisa industrial anual (PIA) em detrimento da pesquisa industrial mensal (PIM), em primeiro lugar porque as amostras da PIA são sistematicamente atualizadas, segundo o IBGE, em segundo, porque esta pesquisa divulga os dados do VBPI e da quantidade de pessoal ocupado em valor absoluto, possibilitando que a técnica de regressão capte melhor a influência das variáveis previsoras devido a existência de uma variância maior do que os índices divulgados pela PIA.

## 5.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 5.4.1 Efeitos fixos ou efeitos aleatórios?

Algumas das decisões de ordem técnica referidas no tópico 5.1 devem ser tomadas em razão das características de sua amostra (ou população). Neste estudo, a amostra possui característica de um painel longo, no qual  $T > N$  (sendo  $T$  o período da amostra, 13 anos e  $N$  a quantidade de variáveis previsoras, 5). Em razão dessa característica, tivemos que optar entre o *Modelo de efeitos fixos* e o *Modelo de efeitos aleatórios*. Para isso, e seguindo a recomendação da literatura especializada, fez-se necessária a discussão acerca das diferenças entre os dois modelos (Cameron e Trivedi, 2009 e Fávero, 2014:235), e em seguida a realização do Teste de Hausman e também do *Teste de Breush-Pagan Lagrange*.

Este procedimento realizou-se visando testar a correlação entre os erros com as variáveis previsoras, e a partir dos resultados permitir que se opte pelo modelo mais adequado, em razão das características dos dados analisados. Por meio da aplicação de ambos os testes foi possível verificar se os estimadores são similares (efeitos aleatórios) ou divergem entre si (efeitos fixos) para cada indivíduo. A literatura especializada recomenda os *efeitos fixos* sempre que se quer analisar o impacto de variáveis que variam ao longo do tempo, bem como outras que visam mensurar variáveis de previsão e resultado em que esta possa sofrer influências de características individuais de entidades (indivíduos, empresas, países etc.), dado que cada entidade tem suas características individuais que podem ou não influenciar a variável prevista. Este modelo isola os efeitos dessas características no tempo (Torres e Reyna, 2014).

Alternativamente, utiliza-se o *modelo de efeitos aleatórios* sempre que, ao contrário do modelo anterior, a variação entre entidades é assumida ser aleatória e não correlacionada com

o preditor, ou variáveis independentes incluídas no modelo, ou ainda, sempre que o pesquisador tiver razões para acreditar que as diferenças entre entidades têm alguma influência sobre a variável dependente, não isentando o pesquisador de realizar o Teste de Hausman, para confirmar sua decisão. Uma vez decidido que o modelo mais adequado é o de efeitos aleatórios, necessitou-se de realizar o *Teste de Breush-Pagan Lagrange* com vistas a optar entre um simples OLS ou um Modelo de efeitos aleatórios simples.

#### 5.4.1.1 Teste de Hausman

Em função da busca da eficiência dos estimadores faz-se necessário realizar o teste Hausman, que basicamente, consiste em comparar os coeficientes gerados a partir dos efeitos fixos e aleatórios. Para este estudo  $\chi^2 = 4.87$  (sig.  $\chi^2 = 0,3$ ), ficando a significância superior a 0,05. A literatura recomenda que valores p superiores a 5% indicam que o *modelo de efeitos aleatórios* deve ser preferível em relação ao de efeito fixo, razão pela qual rodou-se o *Modelo de Efeitos Aleatórios*.

**Tabela 8**  
Resultado do teste de Hausman

	— Coefficients —			
	(b) fixed	(B) random	(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
anosescol	.6332624	.6306897	.0025728	.0371336
deppatente~i	.0090807	.0097083	-.0006276	.0015854
exportao	.2102219	.222844	-.0126221	.0267645
tamplatnta	-2.206678	-2.407389	.2007109	.1652191

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg  
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(4) = (b-B)' [(V\_b-V\_B)^(-1)] (b-B)  
= 4.87  
Prob>chi2 = 0.3007

Fonte: elaborada própria - Stata 12.0

#### 5.4.1.2 Teste de Breush-Pagan Lagrange

Uma vez definido pelo Modelo de efeitos aleatórios realizou-se o teste de *Breush-Pagan Lagrange Multiplier (LM)*. Este teste tem o propósito de verificar se as características

específicas das entidades (países, estados, empresas, indivíduos etc.) exercem influências significativas sobre os demais. O resultado foi significativo com  $p < 0,001$  (Tabela 8), rejeitando a hipótese nula de que a variação entre as entidades é zero, ou seja, as características específicas dos estados nordestinos não exercem influência nos demais. Este teste corrobora com a opção pela utilização do *Modelo de efeitos aleatórios*, em detrimento do OLS.

**Tabela 9**

Resultado do teste de Breush-Pagan Lagrange

```
Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

pdt[estado,t] = Xb + u[estado] + e[estado,t]

Estimated results:

```

	Var	sd = sqrt(Var)
pdt	.3379817	.5813619
e	.0117865	.1085657
u	.1104774	.3323814

```
Test: Var(u) = 0
      chibar2(01) = 140.86
      Prob > chibar2 = 0.0000
```

Fonte: elaborada própria

#### 5.4.1.3 Teste de White

Regressão de dados em painel, por ser constituído por informações em séries temporais e em corte transversal, estão suscetíveis a violações de pressupostos característicos de dados em corte transversal (heterocedasticidade) e em séries temporais (autocorrelação). Por essa razão, para se verificar homocedasticidade faz-se necessário a realização de testes específicos, a exemplo do teste White e/ou Breusch-Pagan / Cook-Weisberg).

Em razão dessa necessidade realizou-se o Teste de White com vistas a verificar a violação do pressuposto do modelo. A homocedasticidade entre as unidades do corte transversal é a hipótese nula desse teste. Valores p inferiores a 5% indicam rejeição da hipótese nula e a consequente confirmação da existência de heterocedasticidade.

O resultado para este estudo foi um p-valor de 3,1%, confirmando a existência de heterocedasticidade dos dados em painel. Isso significa que o erro e a variável explicada não

possui variância constante. Nesse caso, faz-se necessária rodar-se uma regressão de correção de White.

#### 5.4.2 Análise preliminar para definição do modelo de painel

A análise da regressão com dados em painel baseou-se no *Modelo de efeitos aleatórios*. Uma observação preliminar dos dados Figura 3 tornou possível observar a existência de uma forte correlação entre as variáveis predictoras com a variável dependente (produtividade do trabalho).

**Tabela 10**  
Correlação entre as variáveis e significância

	pd	anosescol	deppatente-i	vti	exportao	tampla-a
pd	1.0000					
anosescol	0.4111 0.0000	1.0000				
deppatente-i	0.3213 0.0002	0.3708 0.0000	1.0000			
vti	0.6584 0.0000	0.4659 0.0000	0.6965 0.0000	1.0000		
exportao	0.5289 0.0000	0.1183 0.3225	0.4576 0.0001	0.7738 0.0000	1.0000	
tamplatnta	-0.4494 0.0000	-0.1417 0.1134	-0.0075 0.9334	-0.0685 0.4460	0.1670 0.1609	1.0000

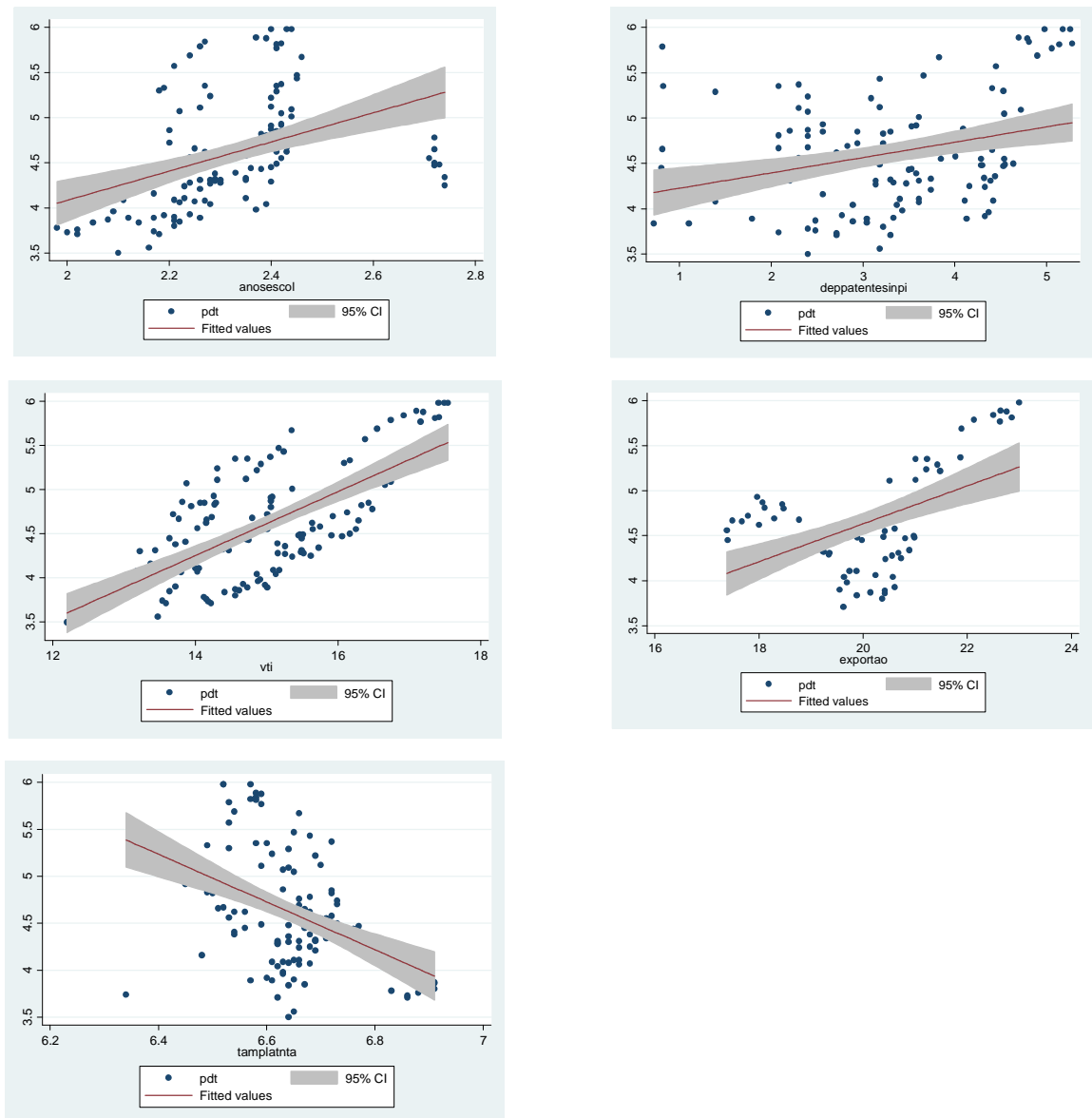
Fonte: elaborada própria

Analisando a correlação de Pearson, observa-se uma forte associação de todas as variáveis predictoras com a variável dependente (produtividade do trabalho), as quais apresentaram graus de significância aceitáveis (sig.<0,005). Observa-se ainda que as correlações entre as variáveis independentes que apresentaram maiores graus de associação foram as seguintes: o *Valor bruto da produção industrial (VTI)* com 0,65, seguida da *Exportação* com 0,52 e do *Tamanho médio da planta industrial* com 0,44. Dentre as variáveis independentes, as que obtiveram menor resultado foram *Anos médios de escolaridade do trabalhador* com 0,41 e *Deposito de patentes no INPI* com 0,32.

A correlação entre as variáveis independentes entre si demonstra que o *Valor da transformação industrial (VTI)* possui uma correlação exacerbada com *Exportações da ordem de 0,77*, com *Deposito de patentes de 0,69* e *Anos médios de escolaridade 0,46*. Essa alta

correlação sugere a existência de multicolinearidade, fenômeno cuja não existência é um pressuposto para a eficácia de previsão do modelo de regressão.

**Figura 3**  
Associação entre as variáveis previsoras e a variável independente



Fonte: elaborada própria - Stata 12.0

Não obstante a tenha-se constatada a existência de correlação exacerbada entre algumas variáveis previsoras, não é possível assegurar a existência da multicolinearidade, devendo esse fenômeno ser confirmado com por meio da aplicação do teste VIF ( *variance inflation factor* ou fator de inflação da variância). A análise do resultado do referido teste (Tabela 10)

demonstrou que não somente o *Valor da transformação industrial (VTI)*, como as demais variáveis obtiveram valor bem inferior a 10, ponto a partir do qual, Gujarati (2011) afirma haver risco da existência de multicolinearidade. Descartada tal possibilidade, o *Valor da transformação industrial (VTI)* permaneceu como uma das variáveis independentes do modelo, ficando sua análise separada. E por essa razão o modelo foi rodado com ou sem VTI, para que possamos analisar a diferença nos parâmetros do modelo.

**Tabela 11**  
Estatística VIF (*variance inflation factor*)

Variable	VIF	1/VIF
vti	4.07	0.245963
exportao	3.00	0.333801
deppatentesi	1.90	0.525628
tamplatnta	1.28	0.783411
anos escol	1.25	0.800270

Fonte: elaborada própria

#### 5.4.3 Análise dos resultados: o modelo de efeitos aleatórios

Em razão da especificidade do objeto estudado obteve-se razões para acreditar que as diferenças entre os estados nordestinos<sup>14</sup> podem influenciar na produtividade do trabalho, e por essa razão optou-se por este modelo, embora tal opção tenha sido embasada tecnicamente pela aplicação do Teste de Hausman, seguindo as recomendações da literatura. Após se conhecer o resultado desse teste, e optado pelo *Modelo de efeitos aleatórios* chegou a hora de direcionar a análise para os resultados da sua aplicação.

Na sequência, estimou-se a regressão e analisaram-se estatisticamente seus resultados. Em razão da confirmação da existência da heterocedasticidade dos erros, detectado pelo Teste de White rodou-se a regressão robusta visando realizar um procedimento conhecido como correção robusta de White.

Este procedimento de correção tem o propósito de verificar a influência individual dos parâmetros (coeficientes/fatores) da regressão estimados sobre a variável dependente, baseando-se nos coeficientes e no teste t, os quais podem ser vistos nas nos *Output* (saída) do Stata 12.0 (Tabela 8 na sequência).

<sup>14</sup> Especificidade como concentração de setores industriais mais produtivos, a exemplo de intensivos em tecnologia, por exemplo; grau de abertura a comércio internacional, dentre outros.

**Avaliando o modelo.** No *Modelo de efeitos aleatórios* a significância estatística é dada por Wald  $\chi^2$ . O modelo em análise é considerado estatisticamente significativo, com  $F=79,55$  e Wald  $\chi^2 < 0,001$ , na versão sem VTI e de  $F=135,05$  e Wald  $\chi^2 < 0,001$  para a versão com VTI.

O Coeficiente de determinação ( $R^2$ ) se refere ao quanto da variabilidade do *Output* da variável dependente pode ser atribuída aos regressores. No modelo de regressão com *efeitos aleatórios*, quando os maiores valores desse indicador são do *between* significa que a variação que ocorre na variável dependente é consideravelmente maior entre os estados do que para determinado estado ao longo do tempo. O resultado para nosso modelo sem VTI confirma essa suposição, visto que o maior valor do  $R^2$  foi 0,7074 *between* contra 0,5135 *within*. Com isso, verifica-se que as variáveis *anosescol*, *deppatentesinpi*, *tamplatnta* e *exportao* apresentaram maior variação entre indivíduos (*between*) do que ao longo do tempo (*within*).

Um  $R^2$  *overall* de 0,6941 significa que 69,4% da variação na produtividade do trabalho é explicada pelo conjunto dos regressores inseridos no modelo e que o restante (30%) pode ser atribuído a outras variáveis não inseridas. Ou seja, para um aumento de 1.000/trabalhador/ano na produtividade do trabalho, 600/trabalhador/ano é atribuído ao conjunto dos regressores inseridos no modelo. Com esse percentual de explicação podemos inferir que o modelo aqui analisado tem um bom poder de explicação da variabilidade da produtividade de trabalho na indústria de transformação nordestina.

**A análise dos coeficientes.** Os respectivos coeficientes  $\beta_{(s)}$  na regressão para dados em painel representam o efeito da variável independente (X) sobre a dependente (Y) quando x alterações ao longo do tempo e entre as entidades (estados).

Para as duas etapas do modelo, não somente os coeficientes  $\beta_{(s)}$ , como também os respectivos interceptos estimados são considerados estatisticamente diferentes de zero. Chegou-se a tal constatação em razão de seu resultado ter se demonstrado estatisticamente significativo, com p-valor < 0,001, com exceção do  $\beta_2$  (regressor *depósito de patentes no INP*) do modelo sem VTI, que obteve um p-valor=0,518 e os  $\beta_1$  (anos de escolaridade) e  $\beta_2$  (depósito em patentes) do modelo com VTI, que obtiveram p-valores de 0,198 e 0,930 respectivamente.

A seguir são apresentadas as análises individuais dos parâmetros da equação 3.8

a) **Ln\_número médio de anos de escolaridade.** Esta variável é uma proxy do capital humano e na primeira versão do modelo (com VTI) este regressor apresentou um desempenho pouco significativo na sua capacidade de influenciar a produtividade do trabalho. Sua relação com a variável dependente é positiva, assim à medida que o número médio de anos de escolaridade aumenta, a produtividade do trabalho aumenta. Embora seu coeficiente  $\beta$  tenha sido de 19,16%, ele obteve uma significância também da ordem de 19%, quando o máximo aceitável é de 5%. Seu desempenho melhorou na segunda etapa do modelo (sem o VTI), obtendo-se um coeficiente de 63%, resultado estatisticamente significativo, com p-valor < 0,001. Este resultado sugere que a este regressor é atribuída uma ótima capacidade explicação da variável dependente (produtividade do trabalho). Na segunda etapa do modelo, as demais variáveis permanecendo constante, o capital humano explica 63% da variação na produtividade do trabalho.

b) **Ln\_deposito de patentes no INPI.** Nos dois modelos rodados o estimador do *depósito em patentes* demonstrou-se estatisticamente insignificante para explicação da produtividade do trabalho. No modelo com VTI o resultado para o coeficiente estimado  $\beta_2 = 0,001$  e p-valor = 0,93 e no modelo sem o VTI  $\beta_2 = 0,009$  e p-valor = 0,518, demonstrando ser insignificante sua contribuição na explicação da variação da produtividade do trabalho.

Embora a capacidade da proxy “*numero de patentes depositadas no INPI*” na explicação do aumento da produtividade tenha se mostrado insignificante, não significa que devemos negar a capacidade do progresso técnico para tal intento. Na verdade não são raras na literatura referências que asseguram tal capacidade, não obstante a proxy escolhida neste estudo não tenha comprovado sua eficácia. Outras proxies são recomendadas por diversos pesquisadores, a exemplo do “montante de investimentos em atividades de P&D”, “quantidade de pessoas ocupadas nas atividades de P&D”, “formação bruta de capital fixo”, dentre outras.

No entanto, devido a restrições de informações para o painel estabelecido, para o qual seriam necessárias informações para os 9 (nove) estados nordestinos durante 13 anos, essas proxies não se adequavam ao modelo desenvolvido neste estudo.

c) **Ln\_Valor da transformação industrial.** Não obstante esta variável ter se apresentado altamente correlacionada com exportações (0,77) e com depósito em patentes no INPI (0,69), o teste VIF descartou a existência de multicolinearidade. Dessa forma, optamos em rodar o modelo com e sem VTI. Na primeira rodada, observa-se que o estimador do VTI foi  $\beta_3 = 0,2$ , considerado estatisticamente significativo com p-valor < 0,001. Esse resultado é condizente

como o encontrado por Cavalheiro (2003), o qual constatou a existência de correlação entre o crescimento da produção industrial e a produtividade do trabalho, não obstante o método utilizando por ele tenha sido diferente.

**d) Ln\_Exportação.** Os resultados confirmam a relação de causalidade entre abertura comercial e produtividade do trabalho, visto que no modelo com o VTI, o resultado do coeficiente foi  $\beta_4 = 0,16$ . Este valor apresentou boa capacidade de explicação e significância estatística com p-valor  $<0,001$ , demonstrando considerável contribuição na variabilidade da produtividade do trabalho. Com a exclusão do valor da transformação industrial (VTI) o seu coeficiente estimado melhorou consideravelmente, ficando  $\beta_4 = 0,22$ . Este valor é significativo a um  $p < 0,001$ , demonstrando aumento da contribuição desse variável para a produtividade do trabalho.

O estudo de Sabóia e carvalho (1997), bem como Junior e Ferreira (1999) não foi convincente na causalidade da abertura comercial para a produtividade do trabalho, visto que os primeiros não constataram correlação entre exportação e produtividade do trabalho com dados da Pesquisa Industrial Mensal, embora tenha encontrado uma correlação com as exportações em dólares, obtendo um coeficiente de 0,4 e significância de 10%. E Junior e ferreira (1999) Chegaram a conclusões de forma indireta supondo a influência da abertura sobre a produtividade do trabalho porque houve aumento na competição e na utilização de insumos importados nos setores de material de transporte (indústria automobilística) e material elétrico.

**e) Ln\_Tamanho da planta em número de pessoas ocupadas.** A variável *tamanho da planta em número de pessoas ocupada*, foi inserido no modelo como proxy da economia de escala, visto que a teoria atribui a ela uma parcela da contribuição para o crescimento da produtividade. O resultado demonstrou uma relação negativa com a produtividade do trabalho, nos possibilitando inferir que quanto menor o tamanho da planta, maior será a produtividade do trabalho para as indústrias em análise. O coeficiente estimado obteve um resultado de  $\beta_5 = -1,8$  e grau de significância de p-valor  $<0,001$ . No segundo modelo sem o valor da transformação industrial VTI,  $\beta_5 = -2,4$  e grau de significância de p-valor  $<0,001$ .





## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nossa investigação objetivou entender o comportamento da produtividade do trabalho na indústria de transformação nordestina, identificar os principais fatores determinantes da sua evolução e a mensuração da contribuição desses fatores na explicação do crescimento da produtividade do trabalho. Para isso, realizou-se uma análise empírica através de uma regressão com dados em painel por meio da qual se buscou demonstrar a capacidade de explicação da variabilidade pelas variáveis identificadas na literatura.

A análise do panorama do comportamento da produtividade do trabalho, baseada nos dados da PIA-IBGE, mostrou uma instabilidade no crescimento da produtividade, oscilando em torno de 5,4% ao ano. Seu padrão de crescimento está associado à evolução do produto a uma taxa superior ao crescimento do pessoal ocupado. Observou-se ainda que os setores que obtiveram maior crescimento da produtividade foram aqueles mais intensivos em capital, bem como os de alta tecnologia, a exemplo dos setores automobilísticos, eletrônicos e químicos, os quais juntos representavam (em 2013) 69,4% do Valor bruto da produção industrial (VBPI) da indústria de transformação do Nordeste. O volume da produção industrial está concentrado nos estados da Bahia (45% de toda a indústria de transformação), Pernambuco (18,8%) e Ceará (14,4%), que somados respondem por 78,2% de toda indústria de transformação na região. Na Bahia encontra-se 91,2% de toda a fabricação de automóveis<sup>15</sup>, 89,6% da produção de combustíveis e 63% da fabricação de produtos químicos; Pernambuco possui uma indústria mais diversificada, com 28% da produção de bebidas, seguida por 25,3% da fabricação de minerais não metálicos e 25,3% da fabricação de artigos de borracha e plástico; e o Ceará que detém 45,7% da produção de vestiário, 30,6% da fabricação de produtos têxteis e 18,3% de alimentos.

Os fatores identificados por diversas tradições de pesquisadores como fontes do incremento da produtividade do trabalho na indústria brasileira foram aqui divididos em três grupos. No primeiro grupo estão os fatores que afetam a produtividade das empresas individuais, considerados de suma importância para o desenvolvimento das regiões e países, visto que esses territórios serão mais produtivos e/ou competitivos se no seu interior as empresas também forem. No segundo grupo estão os fatores determinantes da produtividade agregada, do qual serão extraídas algumas das variáveis testadas no modelo. São variáveis deste grupo a abertura da economia ao mercado externo, que impacta na produtividade do

---

<sup>15</sup> Esse percentual atualmente reduziu, devido a instalação da fábrica da FIAT no município de Goiana, estado de Pernambuco.

trabalho através da modernização das empresas expostas à competição internacional, já comprovada pela literatura, embora a relação da abertura comercial com a modernização industrial não tenha sido comprovada; contribuição setorial versus crescimento do produto, cuja efetividade na explicação do crescimento foi comprovada nos estudos de Cavalheiro em 2003; a reestruturação industrial e a introdução de modernos métodos de gestão voltados para o aumento da competitividade das indústrias (inovações organizacionais); economia de escala. No terceiro grupo estão as variáveis responsáveis pelas diferenças de produtividade entre as empresas do mesmo ramo de atividade, as quais embora presentes neste estudo sejam de menos relevância.

Outros dois fatores introduzidos na literatura pelos teóricos neoclássicos foram tratados separadamente e de forma pormenorizada devido à importância atribuída a eles pelos modelos de crescimento endógeno. O primeiro deles é o capital humano, representado no modelo pelo número médio de anos de escolaridade do trabalhador (RAI), introduzido nas modelagens neoclássicas pelos teóricos Theodore Schultz e Jacob Mincer e aperfeiçoado pelos teóricos Nelson e Phelps (1966) e Lau *et al* (1993) tendo sido mais tarde utilizada por Mankiw (1992) no seu Modelo de Solow ampliado. O segundo fator, é o progresso técnico, introduzido na teoria por Robert Solow em 1956 (item 2.2) e Joseph Schumpeter, representado aqui pelo depósito de patentes no INPI.

A análise dos dados demonstrou uma forte associação entre todas as variáveis previsoras com a variável dependente (Figura 3). Com exceção do tamanho da planta industrial que demonstrou uma relação negativa, as demais apresentaram uma associação positiva, mas com os pontos um pouco dispersos, demonstrando um ajuste regular da reta. Os cálculos da correlação de Pearson confirmaram a intensidade da associação entre essas variáveis, bem como que graus de significâncias, os quais são considerados aceitáveis ( $p$ -value  $< 0,005$ ). Também podemos observar que a intensidade da associação se repete entre as variáveis previsoras, não obstante o teste VIF tenha afastado a existência de multicolinearidade exacerbada. Ainda assim, optou-se em rodar a regressão em duas etapas, visando isolar a variável valor bruto da produção industrial (VTI), visto que ela apresentou uma alta correlação com as variáveis exportações (0,77) e depósito de patentes no INPI (0,69).

O método utilizado foi o *modelo de efeitos aleatórios*, visto que as heterogeneidades entre os estados nordestinos poderiam afetar a produtividade, opção confirmada pelo teste de Hausman. O teste de White constatou a existência de heterocedasticidade dos erros da regressão, que foi corrigido por uma regressão robusta. A etapa do modelo rodado sem o VTI

obteve o melhor resultado, tendo sido considerado estatisticamente significativo, com  $F=135,05$  e  $Wald \chi^2 < 0,001$ , resultado que embora tenha obtido um coeficiente de determinação não tão alto, assegura confiança ao modelo. Seu poder de explicação da variabilidade da produtividade foi de um  $R^2$  de 70,7% *between* contra 51,3% *within*. Esse resultado sugere que as variáveis *anosescol*, *deppatentesinpi*, *tamplatnta* e *exportao* apresentaram maior variação entre indivíduos (*between*) do que ao longo do tempo (*within*).

Na análise dos parâmetros do modelo se destacou a variável número médio de anos de escolaridade, a qual obteve o coeficiente  $\beta_1$  com poder de explicar a variabilidade da produtividade do trabalho em 63%, seguida da variável que representou a abertura da economia ao mercado externo (exportações), que obteve um resultado estatisticamente significativo ( $p < 0,001$ ) e  $\beta_4$  com capacidade de explicação de 22%, confirmando o resultado alcançado por Rossi Jr e Ferreira (1999). A proxy escolhida para representar o progresso tecnológico obteve resultado não significativo, ainda que a literatura neoclássica assegure a existência de uma relação de causalidade com o crescimento da produtividade do trabalho. Também ficou demonstrada a existência de uma associação negativa e significativa entre o tamanho da planta em número médio de pessoas ocupadas com a produtividade do trabalho, com resultado significativo e  $\beta_5$  igual a -22%.

A magnitude das elasticidades sugere que para um aumento na produtividade do trabalho 1000/trabalhador/ano, 600 pode ser atribuído ao conjunto de regressores do modelo. O restante da variabilidade, cerca de 400/trabalhador/ano pode ser atribuído a outras variáveis não inseridas. Reconhecemos aqui que a variabilidade da produtividade poderia ter sido mais bem explicada se as variáveis progresso tecnológico e a proxy para o produto industrial fossem outras. Opções para o progresso tecnológico poderiam ser a formação bruta de capital fixo, a taxa de investimento em máquinas e equipamentos, o número de pessoas dedicadas às atividades de P&D ou o montante de investimentos das indústrias em atividades inovativas, se dificuldades na obtenção dos dados para o painel previamente estabelecido não existissem. Outras opções para representar o produto industrial poderiam ser o consumo de energia industrial, mas encontramos muitas dificuldades na sua obtenção, junto a empresa de pesquisa energética (EPE).

Ademais, outra restrição que reconhecemos refere-se ao fato de não termos tratado de dois determinantes da produtividade do trabalho referidos por Nelson (2006). O primeiro foi as diferenças iniciais de produtividades (que poderia as diferenças entre a produtividade das regiões do Brasil). O segundo foi a taxa de crescimento do capital fixo. Acontece que na

literatura pesquisada não encontramos, no Brasil, estudos que os tenham utilizado como variável explicativa da produtividade do trabalho. Embora o IBGE calcule essa variável denominada Formação Bruta de Capital Fixo (FBKF). Este fator certamente enriqueceria este modelo, entretanto tivemos dificuldade em utilizá-lo, visto que essa entidade de pesquisa somente disponibiliza a série em nível de Brasil e para que pudéssemos utilizá-la (como uma *proxy* para o progresso tecnológico) necessitaríamos de séries por unidade da federação.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARONSON, Paulina Perla. El retorno de la Teoría Del Capital Humano. **Fundamento em Humanidade – Universidad Nacional de San Luis**. Año VIII – Número II, 16/2007, pp.9-26.

BELL, Martin and PAVITT, Keith. The Development Capabilities. In: BELL et al. Trade, Technology and International Competitiveness. The World Bank, 1995.

BLUNDELL, Richard; DEARDEN, Lorraine; MEGHIR, Costas; SIANESI, Barbara. Investimento em Capital Humano: As receitas provenientes da educação e formação para o indivíduo, a sociedade de revisores e da economia. **Fiscal Studies**, ano 1999, vol.20, nº1, pp1-23.

BACHA, Edmar; BONELI, R. Crescimento da Produtividade no Brasil: o que nos diz o registro de longo prazo.

BONELI, Regis. Produtividade e Armadilha do Lento crescimento. In: DE NEGRI, Fernanda e CAVALCANTE, Luiz Ricardo. **Produtividade do Trabalho no Brasil: Desempenos e Determinantes**. IPEA/ABDI, v1, p.113-141. Brasília, abr, 2014.

BONELLI, Regis e FONSECA, Renato. Ganhos de produtividade e de eficiência: novos resultados para a economia brasileira. IPEA. Texto para discussão nº 557. Rio de Janeiro, abr. 1998.

CARVALHO, Ruy de Quadros E BERNARDES, Roberto. Reestruturação industrial, produtividade e desemprego. São Paulo em Perspectiva. São Paulo, 1996.

CARVALHO, Paulo Gonzaga M. de; FEIJÓ, Carmem Aparecida. Produtividade Industrial no Brasil: o debate recente. S.d.

CARVALHO, J. e CARVALHO, P,G.M. Produtividade na indústria brasileira – questões metodológicas e empíricas. Rio de Janeiro, Funcex/IPEA, 1997.

CARVALHEIRO, Nelson. Uma decomposição do aumento da produtividade do trabalho no Brasil durante os anos 90. **Revista de Economia Contemporânea**. Rio de Janeiro, 7(1): pgs. 81-109, jan./jun. 2003.

DE NEGRI, Fernanda e CAVALCANTE, Luiz Ricardo. Os Dilemas e os Desafios da Produtividade no Brasil. In:DE NEGRI, Fernanda e CAVALCANTE, Luiz Ricardo. **Produtividade do Trabalho no Brasil: Desempenos e Determinantes**. IPEA/ABDI, v1, p.113-141, abr, 2014.

FEIJÓ, Carmem Aparecida; CARVALHO, Paulo Gonzaga M. de. Produtividade do Trabalho na Indústria Recente. **IEDI – Instituto para o Desenvolvimento Industrial**. Maio de 2004.

FIGUEREDO, Paulo N. Aprendizagem Tecnológica e Inovação Industrial em Economias Emergentes: uma Breve Contribuição para o Desenho e Implementação de Estudos Empíricos e Estratégias no Brasil. **Revista Brasileira de Inovação**. Vol. 3, num. 2, dez. 2004.

FILHO, Fernando de Holanda Barbosa e PESSOA, Samuel de Abreu. Pessoal ocupado e jornada de trabalho: uma releitura da evolução da produtividade no Brasil. **Revista Brasileira de Economia**. Vol.68, nº2. Rio de Janeiro, apr-jun 2014

HANUSHEK, Eric A. and KIMKO, Dennis D. Schooling, Labor-Force Quality, and the Growth of Nations. **The American Economic Review**.Vol.90, nº 5, Dez. 2000, pp. 1184-1208.

JUNIOR, José Luiz Rossi e FERREIRA, Pedro Cavalcante. Evolução da produtividade industrial brasileira e abertura comercial. **Pesquisa e Planejamento Econômico**. vol. 29, nº1, abr 1999.

LANZI, Diego. Capabilities, human capital and education. Department of Economics, University of Bologna. **The Journal of Socio-Economics**, nº 36, ano 2007, pp. 424-435.

LAU, Laurence J. et al. Education and Economic Growth: Some cross-sectional evidence from Brazil. **Journal of Development Economics**. Nº 41, pg 45-70, 1993.

Lewis, Por W. Artur. O desenvolvimento econômico com oferta ilimitada de mão-de-obra. A.N. Agarwale e Singh (Coordenador de). A economia do subdesenvolvimento, Rio de Janeiro, Forense, 1969:406-456. (Tradução para o Brasil de Maria Celina Whately. Versão revista para Portugal com algumas alterações na ortografia e na sintaxe).

MANKIW, N. Gregory e ROMER, David and WEIL, David N.A Contribution to the Empirics of Economic Growth. Oxford University Press Stable - The Quarterly Journal of Economics, Vol. 107, No. 2 (May, 1992), pp. 407

MORAIS, José Mauro de. RADAR: Tecnologia, produção e comércio exterior. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura - n. 1, Brasília, abr. 2009.

MINCER, Jacob. Investment in human capital and personal income distribution. **The Journal of Political Economy**, vol. LXVI, n. 4, p. 281-302, august. 1958.

MARINI, Marcos Junior e SILVA, Cristian Luiz da. Educação e Desenvolvimento Local: uma Análise Sob o Enfoque dos APLs. Synergismus Scyentífica– UTFPR. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato branco, 06, ano 2011.

MARINHO, Emerson Luís Lemos; NOGUEIRAI, Cláudio André Gondim; ROSAIII, Antônio Lisboa Teles da. Evidências empíricas da lei de Kaldor-Verdoorn para a indústria de transformação do Brasil (1985-1997). **Rev. Bras. Econ.** vol.56 n°3. Rio de Janeiro, jul/sept 2002.

MESSA, Alexandre. Metodologias de cálculo da produtividade total dos Fatores e da produtividade da mão de obra. In: DE NEGRI, Fernanda e CAVALCANTE, Luiz Ricardo. **Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes**. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABI)/IPEA, volume I, Brasília, 2014.

NELSON, Richard R. As pesquisas sobre o crescimento da produtividade e suas diferenças: os becos sem saída e as novas perspectivas. **As fontes do crescimento econômico**. Editora da Unicamp, Campinas, 2006.

NELSON, Richard R. and PHELPS, Edmund S. Investment in Humans, Technological Diffusion, and Economic Growth. **The American Economic Review**. Vol.56, n°1/2, pg 69-75, 1966

NELSON, Richard R., WINTER, Sidney G. In Search of useful theory of innovation. **Research Policy**, volume 6, pp 36-76, ano 1977.

NETTO, Cíntia Rubim de Souza; CURADO, Marcelo Luiz. Produtividade dos salários reais e desempenho na indústria de transformação do Brasil na década de 1990: teoria e evidência. **Rev. econ. contemp.** vol.9 n° 3. Rio de Janeiro, sept./dec. 2005.

OLIVEIRA *et al.* Produtividade e desenvolvimento. Rede de pesquisa formação e mercado de trabalho. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABI)/IPEA, volume VI, Brasília, 2015.

PEDROSA, H. L. Renato. Educação, Crescimento Econômico e Produtividade do Trabalho. IN: OLIVEIRA, Maria Pereira Pires. **Produtividade e Desenvolvimento**. IPEA, vol VI, pg. 45-74, 2014.

SABOIA, João; CARVALHO, Paulo Gonzaga M. de. Produtividade na Indústria Brasileira – Questões Metodológicas e Análise Empírica. **IPEA**. Texto para discussão, n°504, Brasília, agosto, 1997.

SALM, Claudio *et al.* Produtividade na indústria brasileira: questões metodológicas e novas evidências empíricas. Pesquisa e Planejamento Econômico. V. 27, ago. 1997.

SAUL P. Renato. As raízes renegadas da teoria do capital humano. **Sociologia**. Porto Alegre, ano 6, n°12, jul/dez 2004, pp. 230-273.

SCHULTZ W. Theodore. Investment in Human Capital. **The American Review**, Vol.51, n° 1, Mar. 1961, pp. 1-17.

SOUZA, Sebastião Décio Coimbra e ARICA, José. Uma análise comparativa entre sistemas de inovação e o diamante de Porter na abordagem de arranjos produtivos locais. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. Produção, v.16, nº1, pg. 80-87, jan/abr 2006.

RUIZ, Osvaldo Javier López. O Consumo como Investimento: A Teoria do Capital Humano e o Capital Humano como Ethos. Dez/2009, pp. 217-230.

SOLOW, Robert M. Technical Change and the agregate production Function. **The Reviw of Economics and Statistics. Vol 39, nº 3, ago 1957, pp.312-320.**

SOUZA, M. R. Pellegrini. Analise da Variável Escolaridade como fator Determinante do Crescimento Econômico. **Ver. FAE**, Curitiba, vol. 2, nº 3, Set/Dez, 1999, pp 47-56.

STEINGRABER, Ronivaldo. Inovação e produtividade: o papel dos sistemas de inovação para a indústria brasileira. Tese de doutorado. UFPR, Curitiba, ano 2009.

SZWARCFITER, Cláudio e DALCOL. Economia de Escala e de Escopo: Desmistificando alguns Aspectos da Transição. Belo Horizonte, nov de 1997, vol 7, nº2, p. 117-129.

TORRES, Ricardo Loubato. A “Inovação” na Teoria Econômica: Uma Revisão. VI Encontro de Economia Catarinense. Joinville (2012)

TORRES, Oscar e REYNA. Panel Data Analysis Fixed & Random efects Using **Stata** 10. ver. 4.1 , pg. 40. Princeton University, 2012

TIGRE, Paulo Bastos. Inovação e Teoria da Firma em Três Paradigmas. Revista de Economia Contemporânea, nº 3, jan-jun de 1998. Instituto de Economia – Universidade Federal do Rio de Janeiro.