

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

JHONATA DE SOUZA MATOS

ANÁLISE SOBRE A PRODUTIVIDADE NO SETOR INDUSTRIAL BRASILEIRO
NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

UBERLÂNDIA, MAIO DE 2022
MINAS GERAIS

JHONATA DE SOUZA MATOS

ANÁLISE SOBRE A PRODUTIVIDADE NO SETOR INDUSTRIAL BRASILEIRO
NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Trabalho de Dissertação apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Economia pela Universidade Federal de Uberlândia, sob a orientação da Professora Doutora Ana Paula Macedo de Avellar.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

M433a Matos, Jhonata de Souza.
2022 Análise sobre a produtividade no setor industrial brasileiro no contexto da indústria 4.0 [recurso eletrônico] / Jhonata de Souza Matos. - 2022.

Orientadora: Ana Paula Macedo de Avellar.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia.
Programa de Pós-Graduação em Economia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2022.5054>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Economia. I. Avellar, Ana Paula Macedo de, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Economia. III. Título.

CDU: 330

André Carlos Francisco
Bibliotecário - CRB-6/3408



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Economia
 Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 1J, Sala 218 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
 Telefone: (34) 3239-4315 - www.ppge.ie.ufu.br - ppge@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Economia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, Nº 304, PPGE				
Data:	31 de maio de 2022	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	15:15
Matrícula do Discente:	12012ECO006				
Nome do Discente:	Jhonata de Souza Matos				
Título do Trabalho:	Análise sobre a produtividade no setor industrial brasileiro no contexto da Indústria 4.0				
Área de concentração:	Desenvolvimento Econômico				
Linha de pesquisa:	Economia Aplicada				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Avaliação das Políticas de Inovação no Brasil: Impactos sobre Esforço Inovativo e Desempenho				

Reuniu-se a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Economia, assim composta: Professores Doutores: Flávio Vilela Vieira - UFU; Débora Nayar Hoff - Unipampa; Ana Paula Macedo de Avellar - UFU orientadora do candidato. Ressalta-se que em conformidade com deliberação do Colegiado do PPGE e manifestação da orientadora, a participação dos membros da banca e do aluno ocorreu de forma totalmente remota via webconferência. A professora Débora Nayar Hoff participou desde a cidade de Sant'Ana do Livramento (RS). Os demais membros da banca e o aluno participaram desde a cidade de Uberlândia (MG).

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dr. Ana Paula Macedo de Avellar, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Ana Paula Macedo de Avellar, Professor(a) do Magistério Superior**, em 31/05/2022, às 15:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flavio Vilela Vieira, Professor(a) do Magistério Superior**, em 31/05/2022, às 15:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Debora Nayar Hoff, Usuário Externo**, em 31/05/2022, às 15:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3605187** e o código CRC **A29CFFCB**.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a Deus por proporcionar força e determinação em aproveitar a oportunidade de enfrentar os desafios de estudar em uma Universidade Federal em que Ele me fez superar cada obstáculo sem desistir. Agradeço também à minha mãe, a Tânia, que desde cedo me incentivou a estudar e a perseguir meus sonhos. E agradeço ao meu pai e as minhas irmãs que me incentivaram que somente por meio da formação profissional se consegue alcançar grandes resultados para a vida.

Sou grato à minha esposa Mariana, que sempre esteve ao meu lado me apoiando em tudo que precisei. Também agradeço a Claudia, Maria, Marlene, Marly e Dalva por terem me acolhido como um filho em sua casa. Por fim, agradeço à minha orientadora Professora Ana Paula, que, apesar de ser muito exigente, se mostrou muito paciente e me guiou na realização de um bom trabalho; por meio de seu auxílio consigo concluir mais uma etapa em minha carreira.

RESUMO

Com base no contexto da Indústria 4.0, este trabalho tem por objetivo analisar o impacto da inovação e das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) na produtividade do trabalho das empresas industriais brasileiras. Considera-se que a partir do esforço inovativo e do uso das TIC seja possível a elevação dos índices de produtividade, flexibilidade e inteligência dos meios de produção, resultando, assim, em fábricas mais inteligentes, automatizadas e mais produtivas. Inicialmente, o estudo desenvolve no primeiro capítulo uma revisão da literatura teórica e empírica que analisa a relação entre inovação, TIC e produtividade. Em seguida, no segundo capítulo é desenvolvida uma análise sobre o uso das TIC nas empresas industriais brasileiras com base nos dados da pesquisa realizada pelo Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (CETIC). A base consolida os dados de cerca de 1200 empresas classificadas por porte para o ano de 2019. No terceiro capítulo é realizado um estudo empírico utilizando as bases de dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) e Pesquisa de Inovação (Pintec) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Além disso, utiliza-se das bases do Ministério do Trabalho e do Emprego (MTE), informações da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) para obtenção de dados sobre o emprego no setor industrial brasileiro. Com a utilização das referidas bases de dados, neste capítulo propõe-se uma análise, por meio da utilização do método de dados em painel, sobre os efeitos da inovação e das TIC na produtividade do trabalho nestes setores durante os anos 2000 a 2017. Dentre os resultados encontrados pode-se verificar que o setor industrial brasileiro faz uso das TIC, realiza investimento, gastos em P&D e gastos com inovações e treinamento, porém necessita de estímulos para que as firmas continuem seus esforços em aprimorar a produtividade do trabalho. Além disso, é possível afirmar que investimentos realizados, dispêndio com inovação, P&D e treinamento dos funcionários resultam em crescimento da produtividade do trabalho em ambos os períodos analisados no curto e longo prazo. Os modelos analisados não utilizam variáveis qualitativas destinadas aos setores, nem utilizou possíveis dummies para instabilidade políticas e crises econômicas que ocorreram no período que podem contribuir negativamente para o desempenho e incentivo às inovações no setor industrial. Em resumo, pode-se concluir que o setor industrial brasileiro tem dificuldades para incorporar as TIC na atividade industrial e resulta em baixos retornos dos investimentos, P&D, dispêndio em inovação e treinamento na produtividade do trabalho.

Palavras-Chave: Indústria 4.0; Tecnologias de Informação e Comunicação; Produtividade do trabalho.

ABSTRACT

Based on the context of Industry 4.0, this work aims to analyze the impact of innovation and Information and Communication Technologies (ICT) on the labor productivity of Brazilian industrial companies. It is considered that from the innovative effort and the use of ICT it is possible to increase the productivity, flexibility, and intelligence rates of the means of production, thus resulting in smarter, more automated, and more productive factories. Initially, the study develops in the first chapter a review of the theoretical and empirical literature that analyzes the relationship between innovation, ICT, and productivity. Then, in the second chapter, an analysis is developed on the use of ICT in Brazilian industrial companies based on data from the research carried out by the Regional Center for The Development of the Information Society (CETIC). The database consolidates data from about 1200 companies classified by size for the year 2019. In the third chapter, an empirical study is carried out using the databases of the Annual Industrial Survey (PIA) and Innovation Research (Pintec) of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). In addition, information from the Ministry of Labor and Employment (MTE) uses information from the Annual Social Information List (RAIS) to obtain data on employment in the Brazilian industrial sector. With the use of these databases, this chapter proposes an analysis, using the panel data method, on the effects of innovation and ICT on labor productivity in these sectors during the years 2000 to 2017. Among the results found, it can be verified that the Brazilian industrial sector makes use of ICT, makes investment, R&D spending and spending on innovations and training, but needs incentives for firms to continue their efforts to improve labor productivity. In addition, it is possible to affirm that investments made, expenditure on innovation, R&D, and employee training result in increased labor productivity in both periods analyzed in the short and long term. The analyzed models do not use qualitative variables aimed at the sectors, nor did they use possible dummies for political instability and economic crises that occurred in the period that can negatively contribute to performance and incentive to innovations in the industrial sector. In summary, it can be concluded that the Brazilian industrial sector has difficulties to incorporate ICT in industrial activity and results in low returns on investments, R&D, expenditure on innovation and training in labor productivity.

Keywords: Industry 4.0; Information and Communication Technologies; Labor productivity.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – A Evolução nos padrões tecnológicos com as Revoluções Industriais.....	22
Figura 2 - Confluência de tecnologias-chave que permitem e facilitam o processo de digitalização da manufatura avançada	24

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Quadro resumo – parte I	31
Quadro 2 - Quadro resumo - parte II	32
Quadro 3 - Quantidade de empresas que fazem uso de computadores e/ou similares segundo o porte das empresas	34
Quadro 4 - Média da quantidade de pessoas empregadas que fazem uso de computadores e <i>Internet</i> , segundo o porte das empresas	35
Quadro 5 - Empresas que fazem uso de <i>Internet</i> e o tipo de conexão utilizada, segundo porte das empresas	36
Quadro 6 - Velocidade médias contratadas de acordo com os tipos de conexão, segundo o porte das empresas (em Mbps)	37
Quadro 7 - Percentual das empresas que fazem uso da <i>Internet</i> para transações financeiras e atividades operacionais, segundo o porte das empresas	38
Quadro 8 - Percentual das empresas que fazem uso da <i>Internet</i> para uso de recrutamento, treinamento e fins operacionais, segundo o porte das empresas	39
Quadro 9 - Percentual das empresas que utilizam a <i>Internet</i> para realizar vendas, segundo o porte das empresas	40
Quadro 10 - Percentual das empresas que utilizam <i>software</i> , segundo o porte das empresas	41
Quadro 11 - Percentual das empresas que utilizam Sistema Operacional gratuito e sistemas ERP e CRM	41
Quadro 12 - Percentual das empresas que utilizam os meios eletrônicos para comércio de produtos, segundo o porte das empresas	44
Quadro 13 - Percentual do faturamento via <i>Internet</i> e seus principais clientes, segundo porte das empresas	45
Quadro 14 - Percentual dos principais obstáculos para que ocorra a venda de produtos pela <i>Internet</i> , segundo o porte das empresas	45
Quadro 15 - Percentual das empresas que possuem ou pretenderam contratar profissionais do TI e suas dificuldades, segundo porte das empresas	48
Quadro 16 - Percentual das empresas que contrataram profissionais e/ou serviços na área de TI com fornecedores externos, segundo o porte das empresas.....	49
Quadro 17 - Percentual das empresas que realizam treinamento ao pessoal contratado para desenvolver habilidades em TI, segundo o porte das empresas.....	51
Quadro 18 - Percentual das empresas que possuem departamento de gestão de risco e avaliação de risco e segurança digital, segundo o porte das empresas	52
Quadro 19 - Percentual das empresas que utilizam recursos em nuvem, segundo o porte das empresas	54
Quadro 20 - Percentual das empresas que realizam e/ou utilizam processamento em <i>Big Data</i> , segundo porte das empresas.....	55
Quadro 21 - Percentual das empresas que utilizam robôs industriais e/ou de serviços, segundo o porte das empresas	57
Quadro 22 - Percentual das empresas que utilizam impressora 3D, segundo o porte das empresas	58
Quadro 23 – Descrição das variáveis utilizadas	59

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Média das variáveis segundo classificação CNAE 1.0 (em bilhões de reais)	61
Tabela 2 - Taxa de Crescimento Anual Composto (CAGR)	63
Tabela 3 - Desvio Padrão das variáveis segundo classificação CNAE 1.0	64
Tabela 4 - Valores máximos das variáveis segundo classificação CNAE 1.0 (em bilhões de reais)	66
Tabela 5 - Valores mínimos das variáveis segundo classificação CNAE 1.0 (em bilhões de reais)	67
Tabela 6 - Teste Hausman dos modelos segundo classificação CNAE 1.0	68
Tabela 7 - Resultados dos modelos selecionados para produtividade do trabalho	69
Tabela 8 - Média das variáveis segundo classificação CNAE 2.0 (em bilhões de reais)	72
Tabela 9 - CAGR das variáveis segundo classificação CNAE 2.0	73
Tabela 10 - Desvio Padrão das variáveis segundo classificação CNAE 2.0	75
Tabela 11 - Valores Máximos para a variáveis segundo classificação CNAE 2.0 (em bilhões de reais)	77
Tabela 12 - Valores Mínimos das variáveis segundo classificação CNAE 2.0 (em bilhões de reais)	78
Tabela 13 - Teste Hausman segundo classificação CNAE 2.0	79
Tabela 14 - Resultados dos modelos para a produtividade do trabalho	80

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	iv
RESUMO	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE QUADROS.....	viii
ÍNDICE DE TABELAS.....	x
INTRODUÇÃO.....	12
CAPÍTULO 1 - INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE UMA BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
1.1 Elementos Norteadores Da Teoria Neo-Schumpeteriana	17
1.2 Revolução Industrial E Indústria 4.0	21
1.3 Breve Revisão Empírica Da Literatura.....	26
CAPÍTULO 2 - ANÁLISE SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS TIC NO SETOR INDUSTRIAL BRASILEIRO.....	33
2.1 Utilização De Computadores, <i>Internet</i> e <i>Softwares</i> Pelas Empresas Do Setor Indústria De Transformação Brasileiro.....	33
2.2 Utilização De <i>E-Commerce</i> Para Venda De Produtos.....	43
2.3 Emprego De Profissionais De TI e Utilização De Segurança Digital	47
2.4 Utilização de Novas Tecnologias	53
CAPÍTULO 3 - O IMPACTO DAS INOVAÇÕES E DAS TIC NA PRODUTIVIDADE NO SETOR INDUSTRIAL DO BRASIL.....	59
3.1 Notas Metodológicas	59
3.2 Descrição Estatística Das Variáveis Segundo Classificação CNAE 1.0	61
3.3 Resultados Encontrados Segundo Classificação CNAE 1.0.....	68
3.4 Descrição Estatística Das Variáveis Segundo Classificação CNAE 2.0	71
3.5 Resultados Encontrados Segundo Classificação CNAE 2.0.....	79
CONCLUSÃO.....	82
BIBLIOGRAFIA	85
ANEXOS.....	87

INTRODUÇÃO

O crescimento e desenvolvimento econômico dos países relacionam-se com o nível de progresso industrial e com os diferentes estágios das inovações tecnológicas presente neles. Os avanços das inovações são capazes de propiciar o crescimento da renda, o aumento na quantidade de mercadorias, as melhorias nos serviços e os avanços sociais. Contudo, todos estes impactos positivos na sociedade dependem da superação de uma série de desafios advindos das inovações tecnológicas ocorridas durante o processo de desenvolvimento industrial.

A evolução da produção industrial percorreu vários estágios ao longo do tempo. Um importante marco é a Primeira Revolução Industrial definida por um processo responsável por transformar o modo de produção e alterar o relacionamento entre trabalhador e empresa. A fabricação de manufaturas provocou rupturas nas relações de comércio, pois aumentou a oferta de produtos. Este encadeamento de novos processos foi responsável por modificar as relações sociais em todos os lugares em que ela ocorreu. Além disso, as introduções destas novas tecnologias incorreram em aumentos significativos na velocidade de transformação de insumos em produtos. Verificou-se, assim, o crescimento na quantidade de empresas que alocavam matérias-primas e mãos-de-obra para obter produtos manufaturados, tendo, como consequência, uma maior agregação de valor para estas mercadorias.

É importante ressaltar que cada avanço na organização dos processos produtivos, na medida em que eles se modificaram, se relaciona com uma nova e diferente fase das Revoluções Industriais. Assim, cada nova Revolução interliga-se com uma série de desenvolvimentos técnicos produtivos que são resultados de esforços em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) que propiciaram aumento da renda, diversificação de produtos e mudanças na estrutura produtiva das empresas. Em decorrência disso, as empresas passaram por procedimentos que as transformaram em gestoras de recursos produtivos, de modo que a alocação de recursos para produção fosse a mais eficiente possível.

A Indústria 4.0 pode ser considerada como uma nova e a mais recente fase da Revolução Industrial, que tende a impulsionar o desenvolvimento produtivo e tecnológico das empresas e dos países. Com ela espera-se obter maior capacidade para englobar diversas tecnologias que auxiliem na automação, na robotização e na digitalização de processos, e que resulte em um maior controle aos mecanismos de fabricação da manufatura. Por meio deste processo observa-se que a Indústria 4.0 tende a proporcionar

fábricas inteligentes e flexibilização das linhas de montagem e pode contribuir para modelos produtivos mais eficientes, autônomos e customizáveis para os consumidores (BRETTEL, FRIENDERICHSEN, *et al.*, 2014).

A referida “Nova Revolução Industrial” se originou a partir de um projeto estratégico do governo alemão que se atentou para o benefício na utilização de novas tecnologias no setor manufatureiro. O termo Indústria 4.0 foi utilizado pela primeira vez na Feira de Hannover em 2011. Em outubro do ano seguinte, o grupo responsável pelo projeto elaborou um relatório que recomendava a implantação destas tecnologias na estrutura produtiva nos mais diversos setores industriais alemães. Em abril de 2013, na mesma feira que em se iniciou o projeto, foi apresentado um projeto final, no qual se desenvolveu a ideia de que o setor produtivo possa conter máquinas, sistemas cibernéticos e redes inteligentes capazes de propiciar maior autonomia e eficiência produtiva (CADERNO ADENAUER XXI, 2020).

Na atualidade, a Indústria 4.0 está em processo acelerado de planejamento e implantação nas etapas de produção, com tendência a modificar os processos gerenciais dentro das empresas. Considera-se como seu principal objetivo a adição novas tecnologias ao setor industrial para promoção de um índice maior de produtividade nas empresas e ao longo da cadeia produtiva. Com estas inclusões espera-se que haja uma nova fábrica, com produção autônoma, inteligente e com capacidade de melhorias constantes em seus processos, que tornam outras estruturas produtivas mais eficientes e autogerenciáveis (BÜRKER e BUSSETI, 2016).

Entretanto, é importante ressaltar que existem controvérsias no debate em relação aos benefícios advindos das tecnologias da Indústria 4.0. A discussão sobre essa temática aponta para uma possível substituição de mão-de-obra por máquinas mais avançadas, ou seja, integra-se apenas como mais uma estratégia de redução de custos e não como ganhos de produtividade ou a geração de novos processos produtivos. Além de outros fatos que podem causar uma série de preocupações para as empresas como os ciberataques (já são um problema que possibilita a espionagem industrial); a distribuição do poder aos tecnocratas (aqueles que detém o conhecimento técnico a respeito das novas tecnologias); a utilização da inteligência artificial também para fins escusos (como golpes, guerras, *fake news* entre outros) (BRYNJOLFSSON e MCAFEE, 2015).

Por outro lado, há outra corrente teórica que aponta que estas novas tecnologias e seus impactos no mercado se relacionam como um elemento exógeno e uma força condutora de mudança que atinge o mercado de bens e serviço. Para esta teoria, estes

impactos que moldam a produção e a distribuição de bens na sociedade, a partir de uma análise profunda sobre as mudanças na estrutura econômica, política e sociais ocorridas nas últimas quatro décadas nos Estados Unidos. Neste estudo, o autor comprova um crescimento reduzido da produtividade, aumento da insegurança econômica e aumento expressivo da concentração de renda. A partir desta perspectiva, nota-se que o foco em tecnologia tornaria legítimo um aumento na desigualdade social e a redução das opções políticas para reagir ao consumo de valores pelas classes mais altas em detrimento das demais (MISHEL, SCHMITT e SHIERHOLZ, 2014).

Há outra teoria que determina a existência de relações entre tecnologia e ciência para além de outras dimensões socioeconômicas. Esta interação desenvolve inovações que afetam e moldam as condições de produção, a estratégia organizacional, os mercados e as relações de trabalho. Assim, a tecnologia e a ciência fazem parte de um processo independente que resultam na organização social e econômica (MUMFORD, 2010). O autor argumenta que a tecnologia foi desenvolvida como um elemento exógeno à dinâmica e há uma conexão entre as dimensões econômica, política e social de modo unilateral. Para ele, apenas o primeiro (tecnologia) afeta o segundo (dimensões econômicas), na qual, deve se adaptar para que se possa aproveitar de todas as oportunidades que as inovações tecnológicas proporcionam.

Dentro desse contexto, esta dissertação tem por objetivo investigar como a inovação e a adoção de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) influenciam a produtividade do trabalho do setor industrial no Brasil, à luz do contexto da Indústria 4.0. O trabalho se divide em três objetivos específicos que se organizam nos três capítulos desta dissertação.

O primeiro objetivo específico desse estudo (CAPÍTULO 1) é apresentar uma discussão teórica sobre inovação, TIC e sua importância para o aumento da produtividade do trabalho das empresas. Em seguida, o trabalho desenvolve o debate acerca da Indústria 4.0 destacando suas tendências, vantagens, desafios, controvérsias e quanto seus pilares contribuem para aumentar a dinâmica na produção. Ainda para atender esse objetivo o trabalho apresenta estudos empíricos acerca da literatura internacional e a importância da inovação e da utilização das TIC para incrementos produtivos no nível da empresa. Neste primeiro passo utiliza-se de uma análise documental e são apontam para evidências a partir de artigos científicos acerca dos ganhos de eficiência produtiva para implementação da inovação e das TICs no sistema de produção.

O segundo objetivo específico do trabalho (CAPÍTULO 2) é compreender o comportamento da indústria brasileira quanto ao uso das TIC. Os dados utilizados foram obtidos do Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.BR) para o ano de 2019 da pesquisa intitulada “TIC Empresas” (COMITÊ GESTOR DA INTERNET BRASIL, 2021). Esta pesquisa mede a utilização de tecnologias de informação e comunicação em micro, pequenas, médias e grandes empresas. Estes dados fornecem documentos e indicadores sobre a utilização das TIC em vários segmentos da sociedade e das empresas a partir de dez pessoas ocupadas para o ano de 2019.

O terceiro objetivo específico (CAPÍTULO 3) é desenvolver uma análise estatística e econométrica a partir dos dados apresentados, logo abaixo, e investigar se o a adoção de inovação e o uso das TIC no setor industrial brasileiro tem provocado ganhos significativos na produtividade do trabalho. Esta etapa da dissertação procura avaliar se os pilares da Indústria 4.0 colaboram para incremento de capacidade produtiva e para elevação da dinâmica na unidade fabril.

As duas importantes fontes de dados para o trabalho são pesquisas realizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) que são a Pesquisa Industrial Anual (PIA) e a Pesquisa sobre Inovação e Tecnologia (PINTEC) entre os anos de 2000 e 2017. A PIA considera informações sobre as principais características estruturais do segmento empresarial das atividades industriais no país, tendo como unidade de investigação a empresa industrial oficialmente constituída, ou seja, inscrita no Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas – CNPJ. O estudo baseia-se em diversas informações econômico-financeiras, tais como: receita bruta e líquida; valor da transformação industrial; número de empresas e unidades locais; funcionários ocupados; despesas com pessoal; custos operacionais industriais e outros custos e despesas; e aquisições e baixas de ativo imobilizado, incluindo aspectos de empresas com um ou mais empregados. A PINTEC é um estudo transversal que abrange os setores da indústria, serviços e eletricidade e gás. Isso é formulado por outros estudos que abrangem as atividades de seu escopo, especialmente com os estudos anuais do IBGE, os chamados estudos estruturais, que ampliam seu potencial analítico. O objetivo é reunir informações sobre o desenvolvimento de indicadores nacionais para as atividades de inovação realizadas pelas empresas brasileiras, compatíveis com as recomendações internacionais em termos conceituais e metodológicos. Ela é realizada a cada três anos, e suas unidades

investigativas, empresas com dez ou mais funcionários, respondem a outras pesquisas do IBGE.

Por fim, o estudo empregará a base de dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) e do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged). Por meio desta fonte de dados serão obtidas informações por empresa para investigar a estrutura do emprego e para um esforço em mensurar a produtividade do trabalho. A pesquisa sobre emprego é realizada com informações anuais informados pelas empresas ao MTE no caso da RAIS e mensalmente para o caso do Caged a base utilizada ocorrerá no mesmo período anterior entre os anos de 2000 e 2017.

Estudos recentes evidenciam que a inovação, mais especificamente, o uso das TIC na unidade produtiva, resulta em melhores desempenhos na produção industrial das empresas e de muitos países. Neste sentido, evidencia-se a justificativa para este trabalho a identificação de possibilidades de melhorias na produtividade das firmas no setor industrial no Brasil. Outro argumento relevante é o estágio atual em que se encontra o setor industrial brasileiro vivencia alguns períodos de queda na produtividade e pouca competitividade no cenário internacional.

Outro ponto que merece destaque para justificar a relevância do trabalho é a falta deste tipo de pesquisa recente em que se analisa o impacto das TIC na produtividade no setor industrial brasileiro, pois há poucos trabalhos que analisam o desempenho produtivo no Brasil. Como se apresentará na subseção 1.3, os estudos empíricos são baseados em outros países, o que aponta para um baixo índice de pesquisas semelhantes no cenário brasileiro. Deste modo, esta dissertação contribui como um estímulo à literatura brasileira desenvolver novas pesquisas e estudos sobre o tema no setor industrial brasileiro. Outro aspecto a ser analisado é a superação dos problemas estruturais e conjunturais da economia, que afetam negativamente o processo de inovação e implantação de novas tecnologias, que possa contribuir para pesquisa de trabalhos futuros. Sendo assim, acredita-se que o presente estudo possa contribuir com o debate nacional no que tange à promoção da produtividade da indústria brasileira.

CAPÍTULO 1 - INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE UMA BREVE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta uma breve revisão bibliográfica que norteia as principais discussões sobre a inovação, a Indústria 4.0 e a produtividade dentro do setor industrial. Primeiramente, apresenta-se as principais discussões teóricas acerca da inovação e difusão tecnológica. Na sequência há a exibição das discussões sobre as Revoluções Industriais e a Indústria 4.0. Por fim, o capítulo apresenta alguns resultados de estudos empíricos analisados que investigam sobre os efeitos da inovação, com casos específicas de uso das TIC no desempenho industrial.

1.1 Elementos Norteadores Da Teoria Neo-Schumpeteriana

No campo do desenvolvimento e crescimento industrial dois conceitos se destacam no sentido de ajudar a compreensão das mudanças ocorridas nesta atividade econômica: a tecnologia e a técnica. Por tecnologia entende-se como o conjunto de teorias sobre os meios de produção, e a técnica compreende a aplicação deste conjunto teórico na prática. Ambos os conceitos são empregados tanto na produção de novos produtos quanto nas mais diversas etapas das atividades produtivas. No âmbito destas atividades, estes se contrastam com a invenção e com a inovação, que também são importantes para impulsionar o progresso tecnológico. A invenção pode ser definida como o conhecimento sobre as novas técnicas, enquanto por inovação entende-se como a aplicação destas novas técnicas nas atividades de produção (TIGRE, 2006).

De acordo com Tigre (2006), para o entendimento da evolução das tecnologias é importante compreender o termo revolução que, segundo o autor, é a transformação radical de algo existente. Sendo assim, a Revolução Industrial pode ser considerada uma variação da produção em uma série de produtos já existentes. Esse fenômeno é conhecido como inovação, podendo ser definido como *“uma ideia, uma prática ou um objeto percebido como novo pelo indivíduo”*, (ROGERS E SHOEMAKER, 1971 apud TIGRE, 2006). A inovação pode ser considerada como um novo arranjo na produção de manufaturas que provocam transformações profundas nas relações sociais. Deste modo, verifica-se que as Revoluções Industriais propiciaram crescimento e desenvolvimento de setores industriais jamais vistos anteriormente, o que causaram impactos significativos

em diversos setores da economia, promovendo o aumento da atividade produtiva e, por consequência, ampliação do sistema econômico (KUPFER, 1996).

Uma importante contribuição da teoria neo-schumpeteriana é a conceituação de trajetórias tecnológicas e paradigmas tecnológicos (DOSI, 1982). O autor define trajetórias tecnológicas como aquelas que seguem um padrão normal de formular e solucionar problemas. Os paradigmas tecnológicos representam marcos importantes para se entender a transformação das estruturas industriais, assim como constituem referencial para construção de um enfoque micro dinâmico na teoria econômica. (DOSI, 1982).

O paradigma tecnológico é identificado quando uma determinada indústria, ou um grupo de setores econômicos, apresentam modificações em sua estrutura produtiva por meio de tecnologias emergentes ou existentes. Para Tigre (2006), estas modificações vêm acompanhadas de reorganização nas relações dentro da firma e com o mercado na qual se está inserido estando atreladas ao fato de que, não apenas a estrutura técnica alterou, mas que ocorreram modificações socioeconômicas, afetando diretamente toda atividade econômica. Assim, o paradigma tecnológico refere-se às prescrições habituais, ou seja, aos conjuntos de procedimentos a que uma firma, diante da necessidade de fazer investimentos, possui uma determinada forma de agir. Ele pode ser entendido também como uma somatória das trajetórias tecnológicas de um determinado setor. De acordo com o Dosi (1982), estes conceitos permitem verificar em que direção as mudanças tecnológicas acontecem.

É possível de se observar a figura de um novo paradigma na Indústria 1.0, cuja introdução de máquinas a vapor alterou o mecanismo de produção de manufatura provocando rupturas no processo produtivo. Com a Indústria 2.0, prevaleceu a mesma ideia, pois a transformação das fontes energéticas e dos padrões de mecanização aumentou a produtividade a níveis muito maiores do que anteriormente visto. Ou seja, revolucionou-se o padrão tecnológico e as relações entre a produção e as técnicas empregadas (BAPTISTA, 1997). As características dos paradigmas sobre as revoluções industriais serão apresentadas na próxima subseção deste Capítulo.

Pavitt (1984) estabelece um paralelo com o trabalho de Dosi (1982) em sua obra, porém ele aprofunda a discussão, dado que os autores anteriores apontam que o desenvolvimento econômico está conectado com a evolução da atividade industrial. Entretanto, Pavitt aborda que dentro deste setor há setores em que as inovações são mais relevantes do que outros. Portanto, ele analisa a presença de padrões tecnológicos dentro dos setores industriais. Em seu trabalho ele investiga as fontes, os motivos e os impactos

das inovações nas empresas, abordando que a indústria é responsável pela maior parte da produção de inovações para os demais setores da economia.

Também é o foco de seu estudo o tamanho das firmas inovadoras e os impactos das suas inovações; baseando-se nisso ele afirma que o processo de inovação é cumulativo, específico e privado em cada uma das empresas, ou seja, depende do seu acúmulo de conhecimento prévio *path dependent*. Essas firmas apropriam-se da liderança por meio de uma combinação de métodos – patentes, segredos, defasagens técnicas naturais e habilidades específicas à firma. Destaca-se a proteção gerada pelas patentes que impedem a imitação das inovações pelos concorrentes e garantem vantagem importante para as inovadoras. Para Pavitt, firmas baseadas em ciência apresentam fontes de tecnologias oriundas de atividade de P&D, baseadas no rápido desenvolvimento das ciências subjacentes nas universidades e em outros estabelecimentos. Neste sentido, o autor apresenta uma taxinomia em que se enquadra as firmas, avalia a tendência inovativa e investiga as suas fontes para inovação. Sua taxinomia é descrita como: Firmas dominadas por fornecedores; Firmas intensivas em produção; e Firmas baseadas em ciência (PAVITT, 1984).

As firmas dominadas por fornecedores são presentes em setores tradicionais e normalmente são pequenas e com baixa utilização de P&D ou capacitação tecnológica ou de engenharias. Suas principais fontes de difusão é o *learning-by-doing* ou *learning-by-using* (aprender fazendo ou aprender usando). As firmas intensivas em produção normalmente são empresas que necessitam um grande volume de produção, ou seja, necessário larga escala para iniciar a fabricação. Dentro delas podem se diferenciar em produtores em larga escala e em firmas fornecedoras de equipamentos e instrumentos. A primeira normalmente desenvolve sua própria tecnologia para os processos produtivos, neste caso, tem-se uma importância grande para os departamentos de engenharia da produção. Estas empresas têm padrão tecnológico intermediário, aprendizado interno via P&D e *learning-by-doing*. A segunda, tem por característica firmas que também produzem as próprias tecnologias para se utilizar em outros setores de atividade econômica. Também possuem padrão tecnológico intermediário suas fontes são tanto internas – utilizando a própria tecnologia – quanto externas – interação produtores-usuários – na busca por conhecimento tácito e acúmulos de conhecimento (PAVITT, 1984).

Por fim, para as firmas baseadas em ciência e tecnologia sua principal fonte de tecnologia é a P&D e estão associadas a desenvolvimentos científicos em centros de

pesquisas e universidades. Produzem em grande escala a própria tecnologia utilizada e normalmente são responsáveis pelas tecnologias utilizadas nos demais setores. Em sua grande maioria são firmas grandes e possuem uma técnica de diversificação em conglomerado/concêntrica, ou seja, com aquisição ou desenvolvimento de novos produtos para novos setores. Seu padrão tecnológico é elevado e possuem alto nível de apropriabilidade. Possuem patente, segredos e utilizam o *learning curves* (curvas de aprendizado) para se manterem no topo do desenvolvimento tecnológico. O autor afirma que firmas baseadas em tecnologia estão ligadas intimamente a mudanças de paradigmas, uma vez que, dadas as inovações, essas firmas são capazes de alterar a configuração do setor, crescendo rapidamente com inovações de produto agressivas conjugadas com a exploração de acentuadas economias de escala dinâmicas (PAVITT, 1984).

Com base nesses conceitos fundamentais da teoria neo-schumpeteriana, verifica-se que o debate sobre o desenvolvimento industrial nas últimas décadas é marcado por pela emergência de um importante paradigma tecnológico: as tecnologias de informação e comunicação. Assim, vários estudos ressaltam a importância das TIC, exaltando não apenas o modo em que afetam o setor industrial, mas também quase todas as relações com a sociedade na atualidade.

Estes resultados são observados no modo organizacional da indústria: decidindo o que será produzido, como e onde; determinando qual será a sua organização e as habilidades que se utilizará; influenciando quais serão as necessidades de infraestrutura e até mesmo os regulamentos que se fazem necessários para sua manutenção como unidade produtora (EDQUIST e HENREKSON, 2016). Nestas últimas décadas, é notável o ganho na produtividade que foram introduzidas pelas TIC. Eles se estendem em computadores, *smartphones* e, principalmente, com relação a Internet. Alguns estudos comparavam que investimentos em TIC e P&D causam impactos positivos na produtividade na indústria.

A partir da segunda metade do século XX, nota-se uma grande mudança na estrutura produtiva global (principalmente pela difusão das TICs) que causou grandes impactos socioeconômicos. Estes impactos foram acelerados a partir da Terceira Revolução Industrial, na qual estas evidências se tornaram mais presentes no desenvolvimento dos países. Isso alterou a relação entre indústria e serviços e este se tornou o setor mais importante para as principais economias do mundo – em termos de valor adicionada e mão-de-obra contratado. Neste sentido, pode se identificar que este setor impacta positivamente o setor industrial em que muitos trabalhos buscam identificar o efeito que as TICs promovem na economia como um todo. Deste modo, este setor se

tornou complementar ao desenvolvimento industrial, além de se tornar um dos setores com maior dinâmica para o desenvolvimento econômico (ALVES, GOMES e JUNIOR NERIS, 2020).

O papel das TICs é de grande relevância para o crescimento da integração dos serviços e indústria e tende a impulsionar a produtividade do trabalho e aumentar a competitividade do setor industrial nas Cadeias Globais de Valor (CGV). Para alguns autores, o desenvolvimento da indústria contribui para o desenvolvimento de serviços mais complexos e avançados, que contribuem novamente para alavancar a produtividade dos setores industriais. Ou seja, é um ciclo virtuoso em que a indústria impulsiona o setor de serviços e impacta positivamente o setor industrial de modo a afetar sua atuação nas CGV. Neste sentido, nota-se uma relação importante entre as TICs e a indústria 4.0 para o desenvolvimento das empresas e das economias. Pois esta relação potencializa a integração de diversos mercados e setores, em que as mudanças estruturais combinam mercados distintos (ALVES, GOMES e JUNIOR NERIS, 2020).

Por fim, com base neste debate apresentado, verifica-se que a inovação é capaz de gerar impacto positivo no desempenho das empresas e dos países com aumento significativo na produtividade do trabalho e do capital. Ademais, observa-se também que o setor industrial desempenha um papel de grande importância para estimular o desenvolvimento econômico dos países.

1.2 Revolução Industrial E Indústria 4.0

A Revolução Industrial foi o período de grande desenvolvimento tecnológico que teve início na Inglaterra a partir da segunda metade do século XVIII e que se espalhou pelo mundo causando grandes transformações. Ela garantiu o surgimento da indústria e consolidou o processo de formação do capitalismo, alterou o modo e a dinâmica das fábricas realizar os processos de transformações produtivas. Afetou diretamente a produtividade do trabalho por meio de uma série de inovações e invenções que contribuíram para aumentar a capacidade e a velocidade de produção manufaturada das unidades produtoras (BAPTISTA, 1997).

A Primeira Revolução Industrial (Indústria 1.0), ocorrida por volta do final do século XVIII, aconteceu por meio da incorporação e mecanização da produção (utilização de máquinas a vapor). Este novo padrão tecnológico significava alterações tanto nos padrões manufatureiros quanto na estrutura do mercado de trabalho.

Figura 1 – A Evolução nos padrões tecnológicos com as Revoluções Industriais



Fonte: PwC Brasil (2016).

Nota: TI = Tecnologia da Informação.

Entre o final do século XIX e o início do XX desenvolveu-se a segunda Revolução Industrial (Indústria 2.0) a partir desta data houve uma intensificação na utilização de capital (máquinas e equipamentos) nas linhas de produção. Neste período descobriu-se, novas fontes energéticas e inovações para indústria tanto química (petróleo) quanto mecânica (aço, eletricidade, entre outros). Havendo uma massificação dos produtos industrializados para grande parte da população urbana, pois também ocorrera uma intensificação nas linhas de montagem e melhorias nos meios de transporte e de comunicação, o que reduz o tempo de entrega dos novos produtos (MATOS, 2018).

No início da década de 1970, ocorria a Terceira Revolução Industrial (Indústria 3.0) que foi responsável pelo desenvolvimento da automação e robótica para dentro das etapas de produção em massa, originando a Tecnologia da Informação (T.I.) que introduziu novos parâmetros de conexão, onde o tempo e espaço foram reduzidos com o passar dos anos. Nesta etapa, a produção ganhou novas capacidades e estruturas de produção baseadas em tecnologias emergentes e não apenas para área industrial, mas basicamente todos os setores da economia foram afetados pelas TIC. Paralelamente a isso, alterou-se o modo de comunicação e transmissão das informações, logo a gestão das firmas transformou-se devido a utilização de novos dispositivos que aumentaram a coleta e análise de dados. Neste sentido, as empresas adotaram melhores estruturas produtivas de modo a conseguir reduzir custos e melhorar seus índices de competitividade no mercado (HAMBERKAMP, 2005). Os avanços das TIC contribuíram positivamente para o desenvolvimento econômico pois suas aplicações foram além da coleta de dados, mas

também para organizar, processar e ordená-los a fim de propiciar melhorias significativas para o desempenho produtivo.

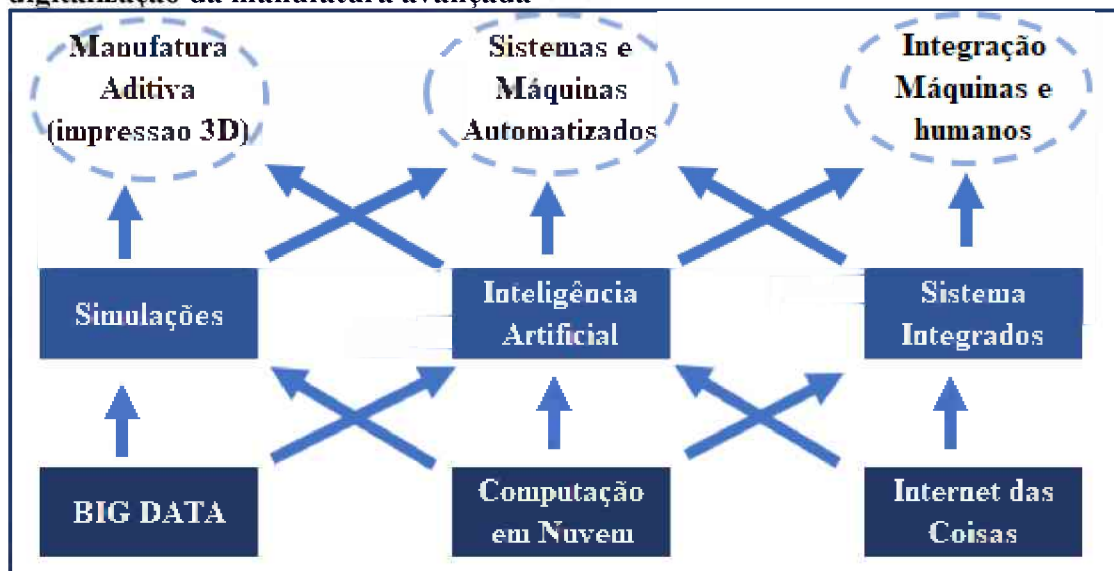
O padrão tecnológico para linhas de produção no setor industrial se alterou significativamente com as TIC na Indústria 3.0. As alterações cooperaram para uma maior automação e mecanização de processos industriais que ocorreram, novas estruturas organizacionais nas firmas e um novo paradigma tecnológico. Elas também colaboram para reorganizar as relações entre fornecedores e produtores, pois melhoram os meios de comunicações e entregas de insumos nas novas concepções de fábricas (TAKEY, 2016). Com base nisso, inicia-se no final do século XX novas trajetórias tecnológicas e após, aproximadamente, meio século culmina na Nova Revolução Industrial no início do século XXI. Os conceitos e definições sobre a Indústria 4.0 serão apresentados nos subtópicos que se dividem duas partes: a primeira apresenta o que é a Indústria 4.0 e seus benefícios; e no segundo as tecnologias que podem digitalizar a produção industrial.

As três primeiras Revoluções Industriais trouxeram como resultados a mecanização (Primeira), a eletricidade, a indústria química e os motores de combustão interna (Segunda), e as TIC (Terceira). Agora, a introdução da *Internet das Coisas e Serviços*, no contexto da manufatura, está lançada a Quarta Revolução Industrial. A globalização da TI, que engloba principalmente a capacidade de acessar dados massivos, de qualquer parte do mundo (a partir de uma nuvem central) a partir de aumento constantes na capacidade dos computadores no processamento de informações (SILVA, 2015).

Durante meados da década passada até os dias atuais, a Indústria 4.0 se desenvolve e tem cada vez mais aplicação dentro das cadeias produtivas. Ela contribui para fábricas mais inteligentes e para melhores aproveitamentos em procedimentos operacionais. Neste momento, o avanço tecnológico propicia uma maior capacidade de interconexão entre os seres humanos e as máquinas, que facilita a interatividade na firma a amplia o volume de mercadorias. Esta nova dinâmica de produção promove fábricas mais ágeis e eficientes que reduzem custos e otimizam as linhas de montagem (RÜBMANN, LORENZ, *et al.*, 2015). Este processo também é conhecido como Manufatura Avançada que tende a provocar grandes alterações nos padrões de utilização das sociedades. Além disso, seus impactos causarão grandes novidades em produtos e serviços, novas estruturas organizacionais e, como consequência, grandes alterações tanto para a criação quanto para a destruição de novos empregos (tanto no setor industrial quanto nos demais setores econômicos).

Com a Indústria 4.0 tem-se a possibilidade de acréscimos de produtividade nos setores industriais por meios de tecnologias cibernéticas também conhecido por Sistemas Físicos Cibernéticos (CPS em inglês). Ademais espera-se aumentos significativos de flexibilidade produtiva com a utilização de diversas tecnologias e multiconexões que interagem com máquinas e equipamentos. Além disso, é possível implementar tais tecnologias e integrações em qualquer modelo de planta produtiva (em firmas micros, pequenas, médias e grandes), o que contribui para elevar os indicadores de produtividade das corporações. Outro fato é que a Indústria 4.0 tende a aproximar as grandes empresas para perto das pequenas empresas, pois as novas tecnologias propiciam novos arranjos produtivos que geralmente precisam de estruturas e incentivos para que sejam introduzidos ao mercado. Neste sentido, as pequenas firmas aplicam as novas tendências da cadeia produtiva e grandes empresas as incentivam para aumentar os graus de competitividade e flexibilidade produtiva (COELHO, 2016). Outro argumento são as possibilidades de múltiplas integrações entre as tecnologias, que tem a potencializar a digitalização da produção industrial.

Figura 2 - Confluência de tecnologias-chave que permitem e facilitam o processo de digitalização da manufatura avançada



Fonte: (OCDE, 2017a).

Ao se observar a Figura 2 pode-se notar que são diversas as possibilidades para se introduzir a digitalização de processos dentro do sistema produtivo industrial. A partir dela percebe-se que há diversas estruturas digitais que possibilitam novos modelos de negócios para o mercado. É possível ressaltar que não existe uma linearidade para o

arranjo ou a reorganização da produção, ou seja, apenas um processo único a se seguir para que haja estruturas produtivas digitalizadas. As tecnologias lideram etapas para transformar toda a cadeia produtiva, tornando-a mais autônoma, com integração entre humanos e máquinas e maior produtividade nas manufaturas digitais.

A Indústria 4.0 propicia estruturas e modelos mais interativos e multiconectados que, possivelmente, contribuirão para o máximo aprendizado e maior nível de intercâmbios entre as máquinas e seres humanos. Este processo é benéfico para que as indústrias incorporem processos inovativos e apresentem graus de flexibilidade por meio do progresso técnico, o que promove a ampliação da diversificação e aumenta o índice de produtividade industrial. Estas aplicações nas estruturas produtivas, que proporcionam uma comunicação integrada ao longo da cadeia de valor, reduzem o estoque de trabalho em andamento durante as etapas de produção. Além disso, o uso de cada vez mais processo com maiores graus de automatização torna menos necessário o uso habilidades de trabalhos. Contudo, será preciso maiores utilizações de trabalhos voltado para monitoramentos e gerenciamentos de máquinas e equipamentos dentro das novas fábricas inteligentes (RÜBMANN, LORENZ, *et al.*, 2015).

O novo modelo de inovações disruptivas¹ na produção propõe a combinação de conhecimentos que potencializam a difusão e a introdução de novos mercados e novos modelos de negócios. Este se ilustra como solução de desafios tecnológicos, que incorporam tais técnicas e significativamente os impactos nos setores econômicos e sociais (CNI, 2018). As estratégias das novas empresas estão em evolução para modelos de negócios multiconectados que interagem de modo global, desde sua fonte de insumos até o cliente final de seus produtos. As novas tecnologias, ao serem utilizadas em conjunto, tendem por representar avanços significativos nos índices de produtividade e aumento dos ganhos produtivos das empresas no futuro (OCDE, 2017b).

Para as próximas décadas espera-se que surjam incontáveis tecnologias disruptivas que poderão modificar as relações e os tipos de negócios para o futuro. Estes efeitos causarão mudanças significativas e muito importantes nos modelos de negócios que existem atualmente. Para as novas firmas, nota-se a necessidade repensar a conjuntura e como as organizações e empresas irão se reorganizar. Em uma economia digitalizada

¹Esta teoria foi desenvolvida pelo professor de Harvard Clayton M. Christensen em sua pesquisa sobre a indústria do disco rígido em 1997. É um fenômeno pelo qual a inovação transforma um mercado ou um setor por meio da introdução da simplicidade, conveniência e acessibilidade, além disso, parte do ponto de que uma nova ideia se modifica para um mercado mais dinâmico e interativo.

se apresentará um grande impacto na atividade econômica, ao modo que a digitalização e a interconectividade serão pilares fundamentais nesta nova fase do desenvolvimento econômico (OCDE, 2017b).

1.3 Breve Revisão Empírica Da Literatura

Ao redor do mundo, é visível os impactos positivos das TIC para o aumento da produtividade no setor industrial. Entretanto, é notável que apenas os investimentos em capital voltado para as TIC não são suficientes para que haja um estímulo à produtividade. Para que haja incitação adequada ao se decidir utilizá-las é de grande importância para a firma se reorganizar em torno destas novas tecnologias, pois ao implementá-la esta reestruturação precisa de tempo para adequação e implica em custos para a empresa, entre os quais se enquadram o treinamento de pessoal e melhores gestões no tempo (ABOAL e TACSIR, 2015). É claro que o investimento em TIC tende a provocar efeitos positivos para o crescimento da produtividade de forma direta e indireta na firma. Este possível resultado é consequência da capacidade que estas tecnologias têm de: tornar mais rápido o processamento de informações e de comunicação; promover a coordenação interna; facilitar a tomada de decisão na empresa; e mitigar as falhas de mercado que advém de possíveis assimetrias de informações.

O estudo a seguir tem como ponto de partida, quantificar o impacto das TIC na produtividade do trabalho nas firmas francesas, utilizam a base de dados do Banque de France. Foi calculado a Produtividade do Trabalho (PT) dividindo valor adicionado (Q) pelo número de empregados (L) $PT = Q/L$. Outra variável calculada foi o Produtividade Total dos Fatores (PTF), que partiu de uma função Cobb-Douglas com retornos constantes em que é dividido o valor adicionado pela média geométrica de capital (K) e trabalho (L) como fatores de produção $FTP = Q/(K^{1-\alpha} * L^{\alpha})$. O estoque de capital é constituído da soma de bruta de capital para máquinas e equipamentos. Este cálculo parte do princípio da histórico de preços dividido pelo deflator nacional francês que computa também a depreciação do volume bruto de capital fixo. O fator trabalho foi calculado ao se dividir o custo do trabalho total (soma de salários e contribuições sociais) pelo valor adicionado em termos nominais. Foram removidos *outliers* e estimado que o valor do α é igual a 0,72 e, assim, foi calculado o FTP para cada ano. Para estes cálculos foram considerados dados de empresas que possuem intensa utilização de capital, com a exclusão das empresas com exploração e refino de petróleo, e considera empresas com

no mínimo 20 empregados (CETTE, NEVOUX e PY, 2021). O estudo comprova que ao se utilizar as TIC ou as tecnologias de digitalização de processo resultam em aumentos de produtividade nas empresas analisadas, os dados apresentados apontam para o fato de que a produtividade do trabalho é afetada positivamente ao se introduzir tecnologias de digitalização de processo (exemplo *Big data* e nuvem) bem como empregar outras TIC na estrutura produtiva.

O trabalho a seguir avalia dados das matrizes insumo-produto da World Input-Output Database (WIOD, 2016) para 43 países e 56 setores classificados conforme a *International Standard Industrial Classification* versão 4 (ISIC ver. 4) e usam os anos bases de 2000, 2007 e 2014. Para avaliar é calculado o indicador de Densidade Parcial e Total pelo método de análise de redes – este método permite calcular e analisar as estruturas internas e de diferentes economias a partir das relações intersetoriais. O trabalho conclui que as TIC desempenham grande importância na estrutura produtiva das principais economias do mundo e aponta o quanto estas economias se esforçaram para aumentar sua participação nesta dinâmica (ALVES, GOMES e JUNIOR NERIS, 2020).

Sarbu (2020) inicia a discussão a partir da importância do uso das TIC para a digitalização de processos produtivos que é uma das características da Indústria 4.0, que tende a dinamizar as linhas de produção, melhorar os desempenhos de máquinas e equipamentos e, por fim, contribuir com as etapas de automação e robotização das firmas. O estudo faz um modelo econométrico no qual se analisa o impacto das tecnologias da Indústria 4.0 na performance de inovação no setor de serviços e industrial (SARBU, 2020). Este trabalho analisa 4.121 firmas na Alemanha utilizando a base de dados ZEW ICT-Survey de 2014. A primeira ferramenta analítica utilizada é o modelo *probit* para investigar a relação entre Indústria 4.0 e produtos inovadores que usa uma variável binária para mensurar o resultado da inovação em produto. Na sequência foi utilizado um modelo *tobit* com base em uma estrutura fracionária *logit* como o modelo de seleção em dois estágios Heckman que tem como objetivo analisar a relação entre Indústria 4.0 e a intensidade inovativa, calculado por meio da participação nas vendas dos produtos inovadores.

Sarbu (2020), na segunda fase utiliza a ferramenta de regressão estrutural baseado no modelo de variáveis instrumentais de Lewbel com instrumentos gerados que foi usado para confirmar a causa e o efeito acerca do impacto da Indústria 4.0 na intensidade inovativa das firmas. Em todos os modelos foram incluídas variáveis de controle como: uso de *Big Data*; a presença de computadores; qual o nível educacional dos funcionários

e sua estrutura etária; tamanho da empresa; atividades de exportação; treinamento dos funcionários da TI; a utilização de: *Internet*; *Software Enterprise Resource Planning* (EPR) e sua interação com aplicativos de mídia social; as despesas com P&D e *dummies* para empresas no setor industrial (SARBU, 2020). Os resultados apresentam que as empresas que utilizam tecnologias da Indústria 4.0 são mais propensas a desenvolver inovações em produtos. Além disso, os modelos apontam que o setor de serviços tem a capacidade de desencadear as inovações no setor industrial, principalmente, ao utilizar as TIC e afirmam a Indústria 4.0 está positivamente conectada com a intensidade de inovação nos produtos. Outro aspecto a apresentado é que as empresas do setor de serviços dependem muito mais das automatizações e interconexões das tecnologias do que o setor industrial. O estudo aponta que os formuladores de políticas econômicas poderiam apoiar as firmas com adoção da Indústria 4.0 por meio da redução de impostos, subsídios ou serviços de consultoria, podendo contribuir para o investimento no setor industrial e ampliar a gama de produtos com serviços para permanência de empresas competitivas e inovadoras no futuro.

O trabalho de Arvanitis e Loukis (2019) analisa dados de diferentes setores e indústrias a partir de um questionário enviado às empresas e elabora um estudo econométrico em modelo *cross-sectional* e outro longitudinal. O objetivo do estudo é investigar o impacto que investimentos em TIC, capital humano e novas práticas organizacionais ou o uso combinado delas causam na produtividade do trabalho nas empresas gregas e suíças. Esta análise tem como principal escopo o nível da firma e sua função de produção a partir do questionário respondido em 2005, em que as amostras possuem composição equivalente de firmas de determinado setor e tamanho e usa as mesmas variáveis e modelos especificados (ARVANITIS e LOUKIS, 2019). A coleta de dados por meio do questionário foi na busca por utilização por parte das empresas utilizarem algumas das várias tecnologias TIC, novas práticas organizacionais (trabalho em equipe, job rotaion, entre outros), o nível educacional dos colaboradores e os treinamentos realizados para desempenhar a função. Além disso, as perguntas também relacionavam com questões econômicas do ano anterior, tanto para as firmas suíças quanto as gregas. Os dados suíços são de vinte e nove setores e 1.710 empresas e para manter a proporcionalidade em que haja comparação entres os modelos foram feitas seleção de três amostras de 300 empresas gregas, na qual foram 271 foram selecionadas para que os dados sejam comparáveis. As conclusões deste trabalho acima apontam que ambos os países o uso de Intranet traz efeitos mais eficientes do que a Internet. Ou seja,

utilizar TIC para melhorias de processo de informação, comunicação organização intrafirma produz melhores retorno para a produtividade do que o seu uso para avanços de etapas aperfeiçoar processos intrafirmas. Nas empresas gregas os efeitos seguem uma ordem de capacidade de impacto na produtividade do trabalho em que o “capital fixo” causam um impacto maior do que TIC enquanto nas firmas suíças o “capital humano”, o “capital em TIC” e a “voz dos funcionários” causam efeitos maiores do que o “capital fixo”.

O trabalho a seguir analisa novas fontes co-inovadoras de produtividade do trabalho em pequenas firmas que produzem para mercado local um estudo com Modelagem de Equações Estruturais (MEE) para 464 pequenas e médias empresas na província de Girona na Espanha em 2009. O objetivo do estudo é investigar o impacto que investimentos em TIC (uso TIC, Capital Humano e treinamento, e novas formas de organização do trabalho) na produtividade do trabalho. A coleta de dados por meio por meio de um questionário enviado aos gerentes das firmas. O modelo básico parte da construção de produtividade como variável dependente. A variável dependente é: a produtividade do trabalho (LP) calculada com base em empresas sediadas em Girona, aproximado pelo logaritmo da rotatividade dividido pelo total de trabalhadores em tempo integral. Os dados sobre rotatividade da empresa são o numerador (diferencia os trabalhadores parcial e integral e considera apenas os de tempo integral (DÍAZ-CHAO, SAINZ-GONZÁLEZ e TORRENT-SELLENS, 2015). As conclusões deste trabalho acima são: primeiramente que a variável salários é a que mais contribui para aumento da produtividade do trabalho. A segunda é não existe uma relação direta entre que para a inovação colaborativa com ganhos de produtividade nas pequenas firmas locais. Além disso, é comprovado que para estas empresas aumentarem seus indicadores de produção dependem de atuação de políticas públicas. Uma delas que foi sugerida no trabalho é relacionada ao incentivo no uso da TIC, mudanças na estrutura organizacional e contribuições para auxílio de treinamento da mão-de-obra utilizada. Outra sugestão é uma política que promova os produtos das pequenas firmas internacionalmente, pois o estudo comprova uma relação indireta entre a capacidade de exportação das empresas com o aumento da produtividade no trabalho.

O próximo artigo Edquist e Henrickson (2016) buscam avaliar o impacto do P&D e das TIC para os setores industriais da Suécia. Eles analisam dados do setor industrial sueco com o objetivo de mensurar quais são os efeitos indiretos dos investimentos em TIC e P&D na PTF. Foram utilizados de quarenta e sete setores industriais suecos entre

os anos de 1993 até 2013, uma análise em dados em painel e na sequência dados em painel com média móvel de três, cinco e dez anos (EDQUIST e HENREKSON, 2016).. Foram separados Capital TIC em duas partes: *softwares* e *hardware* os resultados foram negativos para o uso de novos *softwares* e praticamente zero para emprego de novos *hardwares*. Uma explicação proposta é que ao se utilizar novos programas é justificável uma queda na produtividade no curto prazo devido a adequação e treinamento das equipes para melhor utilização da nova ferramenta. Ao se aplicar este modelo para o médio e longo prazo continuou a prevalecer os mesmos resultados encontrados, ou seja, TIC sem efeitos significativos ou positivos para PTF. Porém, os autores utilizaram uma defasagem no tempo e dividiram o período em duas partes: 1993 a 2003 e 2004 a 2013. Com esta fragmentação foi constatado que os investimentos em TIC do primeiro período causaram efeitos positivos e significativos no segundo período, enquanto os investimentos em P&D não resultaram em impactos significantes. No primeiro resultado, observa-se um impacto significativo do P&D no crescimento da PTF, enquanto as TIC não resultaram em uma resposta significativa. Neste sentido, os autores concluem que o investimento em TIC impactam de modo positivo no longo prazo enquanto os em P&D no curto prazo.

Aboal e Tacsir (2015) desenvolvem um estudo empírico com intuito de compreender os determinantes dos investimentos das TIC e quais são os impactos deles nos subsetores dentro do setor de serviços e manufatura uruguaios durante o período de 2004 até 2009. Este estudo foi dividido em dois períodos 2004-06 e 2007-09 em que as empresas com menos de cinquenta funcionários foram selecionadas por amostragem aleatória simples e acima de cinquenta foram todas incluídas. Neste sentido foram analisadas um de 900 corporações no primeiro período e 1046 no segundo, para o setor de serviços. Para o setor manufatureiro foi realizado o mesmo mecanismo de seleção amostral com um total de 839 firmas no primeiro período e 941 para o segundo (ABOAL e TACSIR, 2015). Neste artigo, foi constatado que: o tamanho da empresa, em ambos os setores, influência na decisão de investir em TIC; a utilização de TIC colabora e/ou facilita o processo inovativo das companhias, principalmente nos empreendimentos voltadas para manufaturas; e que a utilização de TIC resultando em crescimento da produtividade do trabalho nas companhias de ambos os setores analisados.

No quadro abaixo refere-se ao resumo em ordem cronológica dos trabalhos analisados que foram utilizados como referência empírica para a análise econométrica que será apresentada no CAPÍTULO 3. Este resumo, tem como objetivo elucidar os motivos destas escolhas como menção a este trabalho.

Quadro 1 - Quadro resumo – parte I

Autores	Ano	Objetivo	Dados	Resultados
ABOAL e TACSIR	2015	Compreender os determinantes dos investimentos das TIC; e analisar os impactos deles nos subsetores dentro do setor de serviços e manufatura uruguaios	Dividido em dois períodos 2004-06 e 2007-09; foram analisadas um de 900 corporações no primeiro período e 1046 no segundo, para o setor de serviços; um total de 839 firmas no primeiro período e 941 para o segundo para o setor manufatureiro	O tamanho da empresa, em ambos os setores, influência na decisão de investir em TIC; a utilização de TIC colabora e/ou facilita o processo inovativo das companhias, principalmente nos empreendimentos voltadas para manufaturas; e que a utilização de TIC resulta em crescimento da produtividade do trabalho nas companhias de ambos os setores analisados
DÍAZ-CHAO, SAINZ-GONZÁLEZ e TORRENTSELLENS	2015	Objetivo do estudo é investigar o impacto que investimentos em TIC na produtividade do trabalho	464 pequenas e médias empresas na província de Girona na Espanha em 2009	Primeiramente que a variável salários é a que mais contribui para aumento da produtividade do trabalho; segunda é não existe uma relação direta entre inovação colaborativa com ganhos de produtividade nas pequenas firmas locais; e é comprovado que para estas empresas aumentarem seus indicadores de produção dependem de atuação de políticas públicas
EDQUIST e HENREKSON	2016	O impacto direto e indireto do P&D e das TIC nos setores industriais da Suécia	Utilizado 47 setores industriais suecos entre 1993 e 2013; divididos em duas partes 1993-2003 e 2004-2013	Com esta fragmentação consta-se que os investimentos em TIC do primeiro período causaram efeitos positivos e significativos no segundo período, enquanto os investimentos em P&D não resultaram em impactos significantes. Neste sentido, os autores concluem que o investimento em TIC impactam de modo positivo no longo prazo enquanto os em P&D no curto prazo
ARVANITIS e LOUKIS	2019	Investigar o impacto que investimentos em TIC, capital humano e novas práticas organizacionais ou o uso combinado delas causam na produtividade do trabalho nas empresas gregas e suíças	Os dados suíços são de 29 setores e 1.710 empresas; para manter a proporcionalidade em que haja comparação entres os modelos foram feitas seleção de três amostras de 300 empresas gregas, na qual foram 271 foram selecionadas para que os dados sejam comparáveis	Utilizar TIC para melhorias de processo de informação, comunicação organização intrafirma produz melhores retorno para a produtividade do que o seu uso para avanços de etapas aperfeiçoar processos intrafirmas; nas empresas gregas os efeitos seguem uma ordem de capacidade de impacto na produtividade do trabalho em que o “capital fixo” causam um impacto maior do que TIC enquanto nas firmas suíças o “capital humano”, o “capital em TIC” causam efeitos maiores do que o “capital fixo”

No quadro abaixo se refere à segunda dos resumos dos trabalhos que norteiam a pesquisa e o desenvolvimento desta dissertação no CAPÍTULO 3. Assim como, explanar as razões por suas escolhas.

Quadro 2 - Quadro resumo - parte II

Autores	Ano	Objetivo	Dados	Resultados
SARBU	2020	Analisa o impacto das tecnologias da Indústria 4.0 na performance de inovação no setor de serviços e industrial	Analisa 4.121 firmas na Alemanha utilizando a base de dados <i>ZEW ICT-Survey</i> de 2014	Os resultados apresentam que as empresas que utilizam tecnologias da Indústria 4.0 são mais propensas a desenvolver inovações em produtos; os modelos apontam que o setor de serviços tem a capacidade de desencadear as inovações no setor industrial, principalmente, ao utilizar as TIC; outro ponto é que as empresas do setor de serviços dependem muito mais das automatizações e interconexões das tecnologias do que o setor industrial
ALVES, GOMES e JUNIOR NERIS	2020	Avaliar os impactos que o uso das TIC provocam na estrutura produtiva industrial	Dados das matrizes insumo-produto da <i>World Input-Output Database (WIOD, 2016)</i> para 43 países e 56 setores classificados conforme a <i>International Standard Industrial Classification (ver. 4)</i>	Conclui que as TIC desempenham grande importância na estrutura produtiva das principais economias do mundo; aponta o quanto estas economias se esforçaram para aumentar sua participação nesta dinâmica
CETTE, NEVOUX e PY	2021	Quantificar o impacto das TIC na produtividade do trabalho nas firmas francesas	Utilizam a base de dados do Banque de France para 1065 firmas em 2018	Comprova que ao se utilizar as TIC ou as tecnologias de digitalização de processo resultam em aumentos de produtividade nas empresas analisadas; apontam para o fato de que a produtividade do trabalho é afetada positivamente ao se introduzir tecnologias de digitalização de processo (exemplo Big data e nuvem) bem como empregar outras TIC na estrutura produtiva

Com base na fundamentação da teoria neo-schumpeteriana (vide subseção 1.1), na revisão e apontamentos em relação à Indústria 4.0 e o papel das TIC (vide subseção 1.2) e na breve revisão da literatura empírica nesta subseção 1.3 em que se comprova os benefícios à produtividade do trabalho. Esta dissertação segue para o segundo capítulo, com a intenção de apresentar o comportamento da indústria brasileira quanto ao uso das TIC em suas atividades produtivas, comerciais, de gestão (risco e segurança digital) e a utilização das novas tecnologias advindas da Indústria 4.0. Estes trabalhos apresentados nesta subseção 1.3 serão utilizados como referência para a investigação sobre os impactos das TIC na produtividade do trabalho nos setores industriais brasileiros no CAPÍTULO 3. Deste modo, estas análises serão importantes para o desenvolvimento desta dissertação e a sua investigação sobre a produtividade do trabalho nos setores industriais brasileiros.

CAPÍTULO 2 - ANÁLISE SOBRE A UTILIZAÇÃO DAS TIC NO SETOR INDUSTRIAL BRASILEIRO

O objetivo deste capítulo é descrever como as empresas, selecionadas do setor industrial brasileiro, utilizam as TIC em comparação de acordo com o porte destas. Esta investigação apresenta desde o uso de computadores e acesso à *Internet* até o uso das novas tecnologias oriundas da Indústria 4.0. A base de dados que foi utilizada se refere à Cetic.BR, que realiza esta pesquisa sobre utilização das TIC nas empresas desde 2005. O objetivo desta pesquisa é avaliar como é o acesso à infraestrutura, o uso e a apropriação que o setor privado faz das novas tecnologias, além de mapear a percepção sobre possíveis benefícios gerados às suas atividades.

A base de dados se refere ao ano de 2019 foi construída a partir de um estudo realizado pela Cetic.BR e utiliza informação de aproximadamente 7 mil empresas de oito setores industriais segunda a Classificação Nacional das Atividade Econômicas 2.0 (CNAE 2.0, esta nomenclatura será explicada na subseção 3.1). Entretanto, para o presente estudo foi selecionado apenas o setor de indústria de transformação que compõe cerca de 1200 empresas nesta pesquisa, classificadas, pela própria Cetic.BR, em quatro portes: empresas entre 10 e 19; empresas entre 20 e 49; empresas entre 50 e 249; e empresas acima de 250 funcionários. A pesquisa tenta investigar o uso das TIC e novas tecnologias por um questionário que abarca oito áreas: acesso às TIC; uso de internet; utilização de governança eletrônica; realização de comércio eletrônico; desenvolvimento de habilidades em TIC; uso de *softwares*; presença de segurança; utilização de novas de tecnologias.

O presente capítulo está organizado em quatro seções: i) utilização das TIC pelas empresas, ii) uso do comércio eletrônico para compra e venda, iii) emprego de mão-de-obra na área de TI aliada com o uso de segurança digital e iv) aplicação de novas tecnologias.

2.1 Utilização De Computadores, *Internet* e *Softwares* Pelas Empresas Do Setor Indústria De Transformação Brasileiro

Esta subseção apresenta os dados relativos à utilização das TIC pelas empresas da indústria de transformação no Brasil. Estes dados são referentes um total de 1.205 empresas classificadas em quatro categorias de acordo com o porte, sendo: 297 empresas

que empregam entre 10 e 19 funcionários (firmas micro); um total de 303 empresas que possuem de 20 a 49 empregados (firmas pequenas); um montante de 303 firmas que empregam entre 50 e 249 trabalhadores (firmas médias); e, por fim, um total de 302 empresas que possuem de mais de 250 funcionários (firmas grandes), classificação designada pela própria Cetic.BR.

No Quadro 3 pode-se observar o percentual das empresas que fazem uso de computadores, *notebooks* e *tablets* dentro de suas atividades operacionais e nota-se que grande parte das firmas utilizam computadores nas quatro categorias analisadas. Com relação à utilização dos *notebooks* e *tablets* o percentual de empresas que empregam algum deles é menor nas empresas menores e maior nas empresas de grande porte. Entretanto, pode-se observar que o uso de computadores é o mais utilizado em proporção, independentemente do tamanho da firma, seguido pelo *notebook* e, na sequência, pelo *tablet*.

Quadro 3 - Quantidade de empresas que fazem uso de computadores e/ou similares segundo o porte das empresas

Porte	Quantidade	Computador	Notebook	Tablet
de 10 a 19	297	95,96%	69,70%	21,21%
de 20 a 49	303	98,35%	75,91%	20,46%
de 50 a 249	303	98,02%	87,46%	28,05%
acima de 250	302	98,68%	97,35%	54,30%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

Neste mesmo Quadro 3 nota-se que para microempresas cerca de 96% das empresas fazem uso de computadores em suas atividades cotidianas e quase 70% delas empregam *notebooks*. Entretanto, apenas 21% destas empresas aplicam *tablet* durante suas etapas de produção. Para as firmas médias também segue o mesmo padrão pouco de 98% das empresas fazem uso de computadores e quase 76% delas utilizam o *notebook*. Novamente, tem-se a baixa presença de *tablets* empregados à fase produtiva destas empresas, que representa quase 21% das empresas. Este mesmo padrão se repete para as empresas de médio porte, com cerca de 98% das empresas que utilizam computadores e pouco mais de 87% com emprego de *notebooks*. Mais uma vez se verifica o baixo índice na utilização de *tablets* -um total de 28% das empresas. Isso representa uma dificuldade ao acesso a tecnologias mais recentes para o processamento de dados e tomada de decisões destas empresas. Por fim, ao se analisar o acesso destas tecnologias nas grandes empresas, pode-se se perceber um perfil parcialmente semelhante às firmas micro, pequenas e médias, dado que o uso de computadores representa quase 99% e o do

notebook pouco mais de 97%. Diferentemente dos demais perfis, cerca de 54% das grandes empresas empregam *tablets* no processo produtivo, apesar de um índice baixo representa mais da metade das empresas analisadas, que aponta para maior capacidade no acesso a estas tecnologias em sua tomada de decisões

O Quadro 4 se refere à média de pessoas que utilizam computadores e/ou fazem uso da *Internet* segundo o porte das empresas. Pode-se observar que muitos trabalhadores nestas empresas não possuem acesso à alguma destas tecnologias para desempenho de suas funções. Esse fato pode causar uma perda de desempenho operacional, dado que estas tecnologias são empregadas no setor produtivo desde a década de 1990 com intuito de aumento de produtividade e melhorar os resultados na cadeia produtiva.

Quadro 4 - Média da quantidade de pessoas empregadas que fazem uso de computadores e *Internet*, segundo o porte das empresas

Porte	Pessoas que usam Computadores	Pessoas que usam Internet
de 10 a 19	6,98	7,23
de 20 a 49	15,04	15,60
de 50 a 249	41,47	43,18
acima de 250	217,37	205,87

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

Pelo Quadro 4 nota-se que, para microempresas, uma média de sete pessoas usam de computadores em suas atividades cotidianas e 7,23 delas utilizam da *Internet* em suas atividades diárias. Para as firmas médias tem-se um média de 15 pessoas empregadas que fazem uso de computadores e cerca de 15,6 delas utilizam a *Internet*. Para as companhias de médio porte, em médias 41,47 das pessoas utilizam computadores e 43,2% usam a *Internet*. O acesso destas tecnologias nas grandes empresas, em média 217,4 pessoas usam de computadores e 205,9 funcionários utilizam a *Internet*.

O Quadro 5 se refere à utilização da *Internet* e as qualidades de conexões que foram contratadas e utilizadas. Como se pode observar quase 100% das empresas utilizam este tipo de interação comunicativa para computadores dentro de suas atividades produtivas. Além disso, nota-se que existem muitos exemplares de conexão que são com velocidades ruins até excelentes métodos de comunicação. Inicialmente se analisa a utilização da *Internet* discada, o primeiro tipo de conexão que surgiu no Brasil e representa a pior maneira para se conectar à *Internet*. Para este tipo é possível observar que um percentual muito pequeno das empresas a utiliza devido à baixa velocidade de conexão e dificuldades em compartilhar o acesso com o telefone. O modo seguinte é o

DSL uma tecnologia que permite utilização compartilhada entre telefone e *Internet*, porém, sua velocidade de navegação não é relativamente elevada. Neste modelo de conexão, nota-se que é uma das tecnologias mais empregadas nas microempresas. Para a conexão via fibra ótica, um modelo de conexão que permite alcançar ultra velocidades, também é muito utilizado pelas microempresas, mas seu destaque é maior nas grandes empresas, chegando a mais de 92% de utilização. O modo via cabo é semelhante à tecnologia DSL, porém está conectada com a tecnologias de TV a cabo, e é um tipo de conexão que permite maior velocidade que o DSL, mas é inferior à fibra ótica. Para este modo de navegação observa-se que as microempresas são as que mais fazem uso, entretanto, as firmas de portes maiores também fazem uso considerável desta tecnologia.

Quadro 5 - Empresas que fazem uso de *Internet* e o tipo de conexão utilizada², segundo porte das empresas

Porte	Quantidade	Discada	DSL	Fibra	Cabo	Radio	Satélite	Móvel
de 10 a 19	293	6,83%	54,95%	54,95%	47,78%	18,09%	6,48%	47,44%
de 20 a 49	301	4,65%	48,17%	70,10%	42,52%	17,61%	6,98%	46,84%
de 50 a 249	302	4,97%	41,06%	77,15%	42,72%	32,12%	6,95%	43,38%
acima de 250	301	4,65%	29,90%	92,36%	44,85%	45,51%	7,64%	49,50%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

O Quadro 5 têm-se o percentual das empresas que fazem uso de tecnologias para acesso a rede mundial de computadores. Nota-se que as microempresas fazem uso mais acentuado dos modelos de conexão via DSL e fibra ótica com cerca de 55% de utilização em cada uma das tecnologias. Elas ainda utilizam bastante a conexão via cabo e móvel com pouco mais de 47% e as menos utilizadas são a via rádio, discada e via satélite com utilizações com cerca de 18%, 7% e 6,5%, respectivamente. As pequenas empresas fazem uso principalmente da conexão via fibra ótica com aproximadamente 70% das firmas. As tecnologias via DSL, móvel e cabo são utilizados por boa parte das empresas com 48%, 47% e 42,5% de utilização, respectivamente. As tecnologias menos usadas são a via rádio, via satélite e discada com emprego de 17,6%, 7% e 4,7% das empresas, respectivamente. As medias companhias, também fazem uso principalmente da conexão via fibra ótica, com cerca de 77% das firmas. Na sequência, as conexões móvel, cabo e DSL são utilizadas por boa parte destas empresas com cerca 43,4%, 42,7 e 41% das firmas, respectivamente. Os tipos de conexão menos utilizadas por este perfil de empresas são via rádio, via satélite e discada com cerca de 32%, 7% e 5% das companhias,

² O percentual não se equivale a 100% pois algumas empresas possuem mais de um tipo de conexão.

respectivamente, que fazem o seu uso. As grandes empresas empregam principalmente a tecnologia de fibra ótica como principal tipo de conexão entre as companhias, com cerca de 92,4% delas a utiliza. Na sequência tem um uso relevante da conexão via móvel, via rádio e cabo, com emprego por cerca de 49,5%, 45,5% e 44,9% destas firmas, respectivamente. As tecnologias menos utilizadas por este perfil de empresa são as DSL, via satélite e discada com uso por cerca de 30%, 7,6% e 4,6% das firmas, respectivamente.

As conexões via rádio e via satélite são tecnologias que utilizam ondas para realizar a navegação, e são importantes para dar acesso à *Internet* em locais sem nenhum tipo de conexão anteriormente citada como, por exemplo, em áreas rurais. Os prejuízos deste tipo de conexão é que estão sujeitos à interferência no envio e no recebimento dos pacotes de dados enviados. Para ambas as maneiras de conexão nota-se uma baixa adesão à conexão via satélite, vide seu elevado custo para instalação. Dentre o porte das empresas, são as grandes companhias fazem uso mais abrangente deste tipo de comunicação. Tem-se, pôr fim, a conexão móvel, que são conexões realizadas por tecnologias que utilizam a rede via celular e/ou *smartphone*, pode ser considerada uma tecnologia que vem crescendo no decorrer dos últimos anos. Esta tecnologia tem uso por boa parte das firmas no setor industrial brasileiro e tem sua vantagem de estar acessível nos telefones móveis e/ou *tablets*.

O Quadro 6 pode-se observar a velocidade média contrata pelas empresas segundo cada um dos modos de conexões, onde a velocidade mais rápida é via fibra ótica com a maior média contratada pelas grandes empresas e a menor nas microempresas, entretanto as velocidades médias são próximas. Em seguida vem as conexões via cabo, que possuem as maiores velocidades médias contratadas nas médias e grandes firmas e as menores nas micro e pequenas empresas, porém as velocidades médias são relativamente próximas. Para a conexão via DSL nota-se que a maior velocidade média contratada se relaciona as médias empresas e a menor médias para as pequenas firmas, mas as velocidades médias são relativamente próximas.

Quadro 6 - Velocidade médias contratadas de acordo com os tipos de conexão, segundo o porte das empresas (em Mbps)

Porte	Vel_Disc	Vel_DSL	Vel_Fibra	Vel_Cabo	Vel_Radio	Vel_Satelite	Vel_Movel
de 10 a 19	0,25	40,24	63,10	43,56	19,43	24,38	29,65
de 20 a 49	0,25	40,98	67,30	48,49	20,41	25,17	28,13
de 50 a 249	0,25	54,95	65,42	53,71	32,08	22,20	27,23
acima de 250	0,25	44,92	77,65	51,68	39,62	23,23	19,29

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

Para o Quadro 6 as conexões sem fio como via satélite, móvel e via rádio também apresentam uma velocidade média muito próximas as anteriores que são via cabeamento. Para a velocidade média da conexão móvel contratado a maior se encontra nas microempresas e a menor nas grandes firmas, entretanto as velocidades médias são relativamente próximas. Na conexão via satélite tem-se que as maiores velocidades médias são contratadas pelas pequenas firmas e a menor pelas grandes firmas, porém as diferenças são relativamente pequenas. Para a *Internet* via rádio as maiores velocidades médias são encontradas nas firmas de médio e grande porte e as menores nas micro e pequenas empresas, e, neste caso, a diferença entre as velocidades médias são relativamente elevadas. A velocidade da *Internet* discada é a menor e igual a 256 Kbps pois é o máximo que ela consegue alcançar, as demais conexões contratadas são acima de 1 Mbps.

No Quadro 7 se observa o modo como as empresas utilizam a conexão com a *Internet* para suas atividades diárias. As informações a seguir são sobre a utilização do *Internet Banking* (um modo de realizar transações bancárias sem a necessidade de deslocamento ao banco) relacionadas à variável aplicação financeira referindo-se à utilização de corretoras e bancos digitais para emprego de recursos no mercado. As próximas variáveis se referem ao monitoramento de preços e busca informações sobre produtos e serviços dos fornecedores e concorrentes via *websites*. As duas últimas variáveis se relacionam com a busca de informações e com a interação com órgãos governamentais, que envolve tanto uma busca sobre a atuação deste órgão até pagamentos, solicitações, cobranças entre outros modos de interação.

Quadro 7 - Percentual das empresas que fazem uso da *Internet* para transações financeiras e atividades operacionais, segundo o porte das empresas

Porte	<i>Internet Banking</i>	Aplicação financeira	Monitorar Preços	Informações	Informações Governamentais	Interações Governamentais
de 10 a 19	91,25%	41,08%	73,06%	92,59%	53,54%	70,37%
de 20 a 49	93,40%	46,53%	73,93%	92,41%	61,72%	74,92%
de 50 a 249	94,72%	51,16%	71,62%	94,06%	64,36%	75,91%
acima de 250	97,35%	50,00%	69,21%	90,73%	73,18%	78,48%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

Ainda no Quadro 7 pode-se notar que o serviço virtual mais utilizado pelas firmas na *Internet* estão relacionados com o uso do *Internet Banking*, em que mais de 90% das firmas realizam este modelo de interação com banco. Em contrapartida o serviço menos

utilizado é para a aplicação financeira: menos da metade das firmas a usam para realizar uma aplicação no mercado de capitais. Percebe-se que a maior parte das empresas utilizam as soluções da *Internet* e suas facilidades em realizar transações no mercado financeiro apenas para movimentação de recursos monetários. Outro recurso muito utilizado pelas companhias é a busca de informações e o monitoramento de preços nos fornecedores e nos concorrentes. A busca por informações é um recurso mais utilizado entre as empresas do que o monitoramento do preço. A busca de informações e as interações com órgão governamentais via *Internet* também é uma atividade muito comum as empresas no setor industrial. Pode-se observar que a maioria das empresas realizam interações com entidades do governo tais como pagamento de taxa, cobrança, solicitações *online*, entre outras.

Os dados do Quadro 8 se referem ao uso da *Internet* para atividades operacionais e emprego de mão-de-obra. Inicialmente é apresentado as variáveis sobre o recrutamento de pessoal via interações virtuais e na sequência e se os funcionários recebem algum tipo de treinamento por meio da *Internet*. As demais variáveis seguintes se referem ao uso, durante as atividades operacionais das empresas, de *E-mail*, se a empresa oferece serviços e/ou produtos em *websites* e a realização de ligações Voz sobre Protocolo de *Internet* (VoIP). Todas estas variáveis buscam analisar o comportamento das empresas com relação ao emprego dos recursos virtuais disponíveis para aprimorar o desempenho operacional, bem como o de apresentar melhores modelos de contratação de mão-de-obra e treinamento de pessoal.

Quadro 8 - Percentual das empresas que fazem uso da *Internet* para uso de recrutamento, treinamento e fins operacionais, segundo o porte das empresas

Porte	Recrutamento	Treinamento	<i>E-mail</i>	Serviços	Produtos	Uso VoIP
de 10 a 19	39,39%	25,59%	98,65%	71,72%	44,11%	29,97%
de 20 a 49	46,53%	38,94%	98,68%	66,67%	38,61%	42,57%
de 50 a 249	61,72%	48,18%	99,01%	69,97%	47,52%	54,46%
acima de 250	66,89%	70,53%	99,01%	71,85%	47,68%	69,54%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

Ainda pelo Quadro 8, no ponto sobre recrutamento e treinamento, é possível notar uma diferença considerável entre as micro e pequenas para com as médias e grandes empresas na utilização da *Internet* para auxílio em executar estas atividades. Nota-se que apenas 39,4% das microempresas empregam a seleção de candidatos por meio de portais eletrônicos e cerca de 25,6% realizam treinamento em seções virtuais. Ao comparar com

as grandes empresas estes menos recursos ao utilizados em cerca de 66,9% e 70,5% das companhias, respectivamente. É notório que quase todas as firmas fazem uso do serviço de *E-mail* como parte de sua comunicação, sendo um dos serviços *online* mais utilizados pelas empresas, isso se deve a sua grande importância e facilidade de manuseio para envio de mensagens entre outros tipos de conteúdo relevantes para a tomada de decisão.

No Quadro 8 observa-se, ainda, que a maioria das empresas utilizam o *website* para oferecer serviços do para oferecer produtos, talvez porque as empresas do setor industrial estejam mais interessadas em oferecer serviço de pós-venda do que propriamente vender produtos *online*. A diferença entre as micro e pequenas empresas com as médias e grandes são relativamente pequenas. Com relação ao uso de VoIP para comunicação via *Internet*, novamente se verifica um contraste entre as grandes e microempresas. É de se observar que quase 30% das microempresas fazem uso desta tecnologia em comparação com cerca de 69,5% das grandes companhias a empregam em suas atividades operacionais.

Quadro 9 - Percentual das empresas que utilizam a *Internet* para realizar vendas, segundo o porte das empresas

Porte	<i>Website</i>	Catálogo	Preços
de 10 a 19	51,18%	41,75%	9,76%
de 20 a 49	63,37%	51,82%	9,57%
de 50 a 249	77,56%	64,69%	9,90%
acima de 250	89,74%	69,54%	14,90%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

O Quadro 9 que menciona como as empresas que realizam vendas *online* ofertam seus produtos. Observa-se também que as empresas que possuem *websites* para ofertar produtos e serviços, fazem esta oferta via catálogos virtuais e (em caso afirmativo) se elas oferecem algum tipo de catálogo de preços. Pode-se notar que a maior parte das firmas possuem *websites* próprios para divulgar e vender seus produtos, a maior parte das grandes e médias empresas utilizam desta ferramenta com cerca de 89,7% e 77,6%, respectivamente. Já nas micro e pequenas esta ferramenta é utilizada por aproximadamente 51,2% e 63,4% das companhias, respectivamente.

O Quadro 9 nota-se que a utilização de catálogo de produtos virtual é mais empregada do que a divulgação de lista de preços *online* para as empresas no setor industrial. Igualmente relacionado com o *site*, são as médias e grandes companhias que fazem uso maior desta ferramenta virtual do que as micro e pequenos empreendimentos.

Com relação a utilização de catálogos de preços é pouco utilizada pelas firmas, com cerca de 10% nas micro, pequenas e médias empresas, e pouco mais de 14% nas grandes corporações.

O Quadro 10 avalia como as empresas os contratam, usam e/ou desenvolvem estes programas. As variáveis de observação são o emprego de *software* sob licença, se eles são gratuitos ou próprios e se foram customizados, atualizados e/ou desenvolvidos pela própria empresa. Para a primeira variável o uso de programas com licença para uso nas atividades de produção nota-se que grande parte dos empreendimentos utilizam este tipo de tecnologia, em sua maioria nas grandes corporações e em menor proporção nas microempresas.

Quadro 10 - Percentual das empresas que utilizam *software*, segundo o porte das empresas

Porte	<i>Software</i> Pagos	<i>Softwares</i> Gratuito	<i>Softwares</i> Próprios	<i>Softwares</i> Customizados	<i>Softwares</i> Atualizados	<i>Softwares</i> Desenvolvidos
de 10 a 19	67,00%	44,78%	15,15%	46,13%	10,77%	12,46%
de 20 a 49	71,95%	52,81%	21,78%	46,53%	14,52%	19,14%
de 50 a 249	86,80%	65,35%	30,03%	62,71%	25,08%	29,37%
acima de 250	93,38%	73,18%	60,26%	61,92%	54,97%	50,33%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

No Quadro 10, com relação à origem destes *softwares*, é visível que as grandes companhias fazem o uso tanto o uso deles gratuitos quanto deles próprios as micro, pequenas e médias empresas em sua maior proporção empregam os programas gratuitos. Ao se investigar a especificidade no seu uso é notável que a maioria das grandes corporações fazem emprego de *softwares* customizados, ou atualizados e/ou desenvolvidos em comparação com outros perfis de empresas. Agora tem-se que grande parte das micro, pequenas e médias empresas usam mais os customizados do que os demais modos de especificidade dos programas.

Quadro 11 - Percentual das empresas que utilizam Sistema Operacional gratuito e sistemas ERP e CRM

Porte	Sistema Operacional Gratuito	Sistema ERP	Sistema CRM
de 10 a 19	9,76%	16,84%	12,79%
de 20 a 49	19,14%	37,62%	22,77%
de 50 a 249	39,93%	60,73%	26,73%
acima de 250	69,21%	87,42%	41,72%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

O Quadro 11 tem-se uma análise sobre como é o uso dos sistemas operacionais e a utilização de sistemas de integração de dados e de cliente, conhecidos como ERP³ e CPM⁴. O emprego de sistema operacional gratuito pelas empresas é observado que uma pequena parte das micro e pequenas empresas as fazem em comparação de aproximadamente 69,2% das grandes corporações e ainda tem um percentual de cerca de 39,9% das firmas médias que usam este tipo de sistema operacional. Ao se analisar o percentual das firmas que utilizam os aplicativos de ERP e CRM é notório mais uma vez que as grandes companhias fazem amplo uso de ambos os modelos de gerenciamento, tem-se que cerca de 87,4% das firmas usam ERP e quase 42% empregam CRM. Grande parte das firmas de médio porte utilizam ambos os sistemas também, cerca de 60,7% e 26,7% para o ERP e CRM, respectivamente. As micro e pequenas empresas também utilizam estes recursos de gerenciamento e organização, entretanto é um percentual menor em comparação com as companhias maiores. Em ambos os perfis de empresas nota-se que um percentual maior destas empresas adota o ERP.

Como observado e analisado acima, nota-se que estas empresas do setor industrial brasileiro fazem uso das TIC, principalmente, a utilização de computadores e conexões via *Internet* em suas atividades diárias. O emprego destas tecnologias é difundido pela maior parcela das empresas analisadas, entretanto, nota-se uma diferença entre as micro e pequenas firma em comparação com as médias e grandes companhias, relacionada ao uso de novo dispositivos eletrônicos (como *notebooks* e *tablets*).

Se observa também que a utilização das TIC é mais focada em algumas ferramentas para o desempenho destas atividades. Além disso, nota-se que entre todos os perfis das firmas analisados as médias e grandes companhias empregam, em termos percentuais, mais destas funcionalidades das TIC do que as micro e pequenas empresas. Esta diferença fica mais evidenciada ao se investigar o uso de *softwares*, uso da *Internet* para diversas atividades e nos tipos e velocidades de conexões contratadas.

Esta primeira subseção, desenvolveu uma análise sobre o uso de computadores e da *Internet* e *softwares* dentro das atividades de produção nas empresas do setor de indústria de transformação no Brasil. A seguinte fará estudo sobre a utilização de *E-commerce* para venda de produtos.

³ Aplicativo para integrar os dados e processos de seus departamentos em um sistema único, também chamado de ERP.

⁴ Aplicativo para gerenciar informações de clientes, também chamado de CRM.

2.2 Utilização De *E-Commerce* Para Venda De Produtos

O *E-commerce*, ou comércio eletrônico, refere-se às vendas pela *Internet*, mais especificamente, as que são realizadas por uma única empresa, seja um fabricante ou revendedor, por meio de uma plataforma virtual própria ou de terceiros. Esta modalidade de comercialização de produtos e serviços traz consigo uma elevada praticidade, entretanto aumenta o risco quanto à possibilidade de golpes ou até o roubo de dados destas plataformas digitais. Nesta subseção se discute a utilização da venda virtual em meios eletrônicos para compra e venda de produtos.

Nota-se no Brasil o crescimento deste setor, desde 2014 uma parceria entre Big Data Corp. e PayPal Brasil realizam uma pesquisa sobre a evolução do *E-commerce*. Segundo este estudo, o sistema de compra virtual está em crescimento entre os brasileiros, apesar de ter uma baixa representatividade na comercialização de produtos (BIGDATA CORP; PAYPAL BRASIL, 2020). Apesar do setor de *E-commerce* apresentar um crescimento entre os consumidores, principalmente nos últimos anos devido à crise mundial do Covid-19, estes dados trazem referência sobre o comportamento das corporações do setor de Indústria de Transformação brasileiro em 2019. Na sequência, se investiga como que o setor industrial brasileiro se relaciona e utiliza este tipo de consumo digital, por meio de análise do perfil de compra e venda por empresas deste setor no ano de 2019.

No Quadro 12 é investigado a compra e venda de produtos e/ou serviços consumidos ou vendidos por estas empresas do setor de indústria de transformação brasileira. As duas primeiras variáveis apresentam dados se as empresas realizam compra e venda diretamente na *Internet*, as próximas cinco descrevem como que são pagas as vendas realizadas em *websites*. Os principais meios de pagamentos listados pela pesquisa foram via *E-mail*, *site*, redes sociais, pagamentos *on-line* e via aplicativos de compra e venda. Estes indicadores revelam como estas empresas utilizam do comércio digital para a divulgação de seus produtos em meio eletrônico, como uma possível estratégia de aumento de faturamento devido à sua facilidade para concretizar as transações por meio da *Internet*. No quadro abaixo nota-se que o perfil de compra de insumos para as empresas do setor industrial em 2019 foi maior do que o de venda utilizando a ferramenta do *E-commerce*.

Quadro 12 - Percentual das empresas que utilizam os meios eletrônicos para comércio de produtos, segundo o porte das empresas

Porte	de 10 a 19	de 20 a 49	de 50 a 249	acima de 250
Compra	67,34%	67,66%	74,26%	70,53%
Venda	18,86%	18,81%	21,78%	30,13%
Pagamento <i>E-mail</i>	54,55%	54,13%	56,77%	41,72%
Pagamento <i>Site</i>	12,46%	15,84%	13,53%	12,58%
Pagamento Rede Social	21,89%	17,16%	14,52%	12,58%
Pagamento <i>On-line</i>	5,05%	7,59%	11,55%	19,87%
Pagamento Aplicativo	21,21%	15,84%	18,15%	16,56%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

O Quadro 12 nota-se que para microempresas cerca de 67,3% e 18,9% realizaram compra e vendas, respectivamente, via *E-commerce* no ano de 2019. Dentre estas firmas o principal meio de pagamento é o via *E-mail*, seguido pelo pagamento em redes sociais e aplicativos de venda *on-line*. Os meios menos utilizados pelas microempresas são o via *site* e o pagamento *on-line*. Para as firmas pequenas também segue o mesmo padrão pouco de 66,7% e 18,8% realizaram compra e vendas, respectivamente, via *E-commerce* no ano de 2019. Dentre estas firmas o principal meio de pagamento é o via *E-mail*, seguido pelo pagamento em redes sociais, em *sites* e aplicativos de venda *on-line*. O meio menos utilizado pelos pequenos empreendimentos é o pagamento *on-line*. Para as médias empresas também se repete com cerca de 74,3% e 21,8% realizaram compra e vendas, respectivamente, via *E-commerce* no ano de 2019. Dentre estas firmas o principal meio de pagamento é o via *E-mail*, seguido pelo pagamento em aplicativos de venda *on-line* rede sociais e o pagamento *on-line*, este perfil de empresa possuem uma dinâmica mais diversificada para realização de pagamento. Para as grandes companhias também se repete com cerca de 70,5% e 30,1% realizaram compra e vendas, respectivamente, via *E-commerce* no ano de 2019. Dentre estas firmas o principal meio de pagamento é o via *E-mail*, seguido pelo pagamento *on-line*, aplicativos de venda *on-line*, *site* e rede sociais.

O Quadro 13 evidencia o percentual do faturamento médio das firmas por meio da venda de seus produtos e/ou serviços no comércio eletrônico. A variável apresenta informações sobre a média no percentual do faturamento por meio do *E-commerce*. As seguintes são relacionadas aos públicos-alvo que estas empresas realizam as vendas, que neste caso são vendas para outras empresas, setor público e para pessoas físicas. Pode se observar que as micro, pequenas e médias firmas possuem um faturamento médio acima dos 24% com vendas via *Internet*. As grandes corporações este percentual é menor com aproximadamente 15% de seu faturamento advindo deste método de comércio.

Quadro 13 - Percentual do faturamento via *Internet* e seus principais clientes, segundo porte das empresas⁵

Porte	Percentual Faturamento	Venda para Empresas	Venda para Setor Público	Venda para Pessoa Física
de 10 a 19	27,70%	64,82%	3,10%	30,85%
de 20 a 49	23,93%	63,09%	4,20%	30,18%
de 50 a 249	27,33%	72,72%	3,11%	21,92%
acima de 250	14,89%	68,62%	4,12%	26,80%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

Para o Quadro 13 observa-se que para todos os perfis de firmas o principal cliente nas vendas por meio de comércio eletrônico são empresas com aproximadamente 67% dos clientes. Para as pessoas física representa cerca de 27% dos clientes no *E-commerce* das empresas e as vendas para o setor público equivalem a menos de 5% dos compradores destas empresas do setor industrial.

Na sequência o Quadro 14 apresenta os principais obstáculos listados pelas empresas para realização do comércio virtual.

Quadro 14 - Percentual dos principais obstáculos para que ocorra a venda de produtos pela *Internet*, segundo o porte das empresas

Porte	de 10 a 19	de 20 a 49	de 50 a 249	acima de 250
Produtos incompatíveis	50,51%	52,48%	48,84%	44,37%
Segurança Digital	30,98%	26,73%	29,37%	27,81%
Preferência Empresa	53,20%	50,17%	52,48%	58,61%
Sistema Incompatível	27,61%	21,78%	24,75%	24,83%
Baixa Demanda	45,45%	37,29%	36,63%	38,08%
Incerteza	25,25%	20,46%	16,17%	18,87%
Custo	39,73%	34,65%	31,68%	29,14%
Falta de Pessoal	41,41%	32,01%	27,39%	22,85%
Resistencia Vendedores	22,22%	14,85%	15,84%	17,22%
Estrutura Site	33,33%	30,03%	31,68%	21,52%
Preços dos produtos	34,34%	28,38%	30,36%	26,16%
Outro	9,43%	7,59%	8,58%	9,27%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

A primeira variável é sobre os produtos vendidos pelas empresas serem incompatíveis para venda em *E-commerce*, a segunda se refere à falta de segurança digital, a terceira se refere à preferência da empresa em não realizar o comércio eletrônico

⁵ A soma no total de faturamento não é igual a 100% pois algumas informações estão incompletas por algumas empresas respondentes ao questionário.

de seus produtos. A quarta variável investiga se o sistema de compra e venda da empresa é incompatível com os seus fornecedores ou clientes, a quinta apresenta a questão da demanda pelos produtos da empresa, a sexta é sobre a incerteza das empresas sobre o *E-commerce*. Na sequência as demais variáveis se relaciona com a questão operação das empresas que são: custo operacional; falta de pessoal capacitado; resistência por parte dos vendedores; estrutura do *website*; e preços dos produtos, e, por fim, outros fatores não citados acima.

O Quadro 14 nota-se que para microempresas os principais obstáculos para se realizar uma venda em comércio eletrônico são: a preferência da companhia, produtos incompatíveis, baixas demandas e falta de pessoal. Dentre estas firmas a estrutura operacional também prejudica bastante a execução de vendas via *E-commerce* como: custos, o preço dos produtos, estrutura site e a segurança digital. Os meios menos prejudiciais para vendas digitais destas microempresas são: sistema incompatível, incerteza e a resistência dos vendedores, enquanto outros obstáculos têm um percentual abaixo de 10%. Para as pequenas firmas os principais obstáculos para se realizar uma venda em comércio eletrônico são: a preferência da companhia, produtos incompatíveis, baixas demandas e falta de pessoal. Dentre estas firmas a estrutura operacional também prejudica bastante a execução de vendas via *E-commerce* como: custos, o preço dos produtos, estrutura site e a segurança digital. Os meios menos prejudiciais para vendas digitais destas pequenas firmas são: sistema incompatível, incerteza e a resistência dos vendedores, enquanto outros obstáculos têm um percentual abaixo de 10%. Para as médias empresas os principais obstáculos para se realizar uma venda em comércio eletrônico são: a preferência da companhia, produtos incompatíveis e baixas demanda. Dentre estas firmas a estrutura operacional também prejudica bastante a execução de vendas via *E-commerce* como: custos, o preço dos produtos, estrutura site falta de pessoal e a segurança digital. Os meios menos prejudiciais para vendas digitais destas médias companhias são: sistema incompatível, incerteza e a resistência dos vendedores, enquanto outros obstáculos têm um percentual abaixo de 10%. Para os grandes empreendimentos os principais obstáculos para se realizar uma venda em comércio eletrônico são: a preferência da companhia, produtos incompatíveis e baixas demanda. Dentre estas firmas a estrutura operacional também prejudica bastante a execução de vendas via *E-commerce* como: custos, o preço dos produtos, estrutura site falta de pessoal e a segurança digital. Os meios menos prejudiciais para vendas digitais destas grandes corporações são: sistema

incompatível, incerteza e a resistência dos vendedores, enquanto outros obstáculos têm um percentual abaixo de 10%.

Ao final desta subseção, nota-se que o uso do *E-commerce* utilizado por estas empresas estudadas se concentram em compra de insumos e/ou serviços para produção do que para venda dos seus produtos. Os principais motivos apontados pelas firmas são: produtos incompatíveis, falta de pessoal para venda, preferência das empresas e baixa demanda pelos seus produtos. Além disso, pode se observar que o percentual das receitas obtidas no meio eletrônico corresponde em uma parcela maior da receita total nas micro, pequenas e médias firmas do que na grande. Outro fator relevante é que a maior parte desta comercialização é destinada à outras empresas.

Nesta subseção se desenvolveu uma investigação sobre cerca de 1200 empresas do setor industrial brasileiro utilizam o comércio eletrônico para alavancar suas receitas e quais seus principais desafios para adentrarem neste cenário tão dinâmico. A próxima subseção propõe avaliar a utilização de mão-de-obra especializada em TI e como estas firmas utilizam a segurança digital no seu ambiente corporativo.

2.3 Emprego De Profissionais De TI e Utilização De Segurança Digital

Nesta subseção são apresentados indicadores sobre como as empresas utilizam os especialistas e profissionais da área de TI em sua atividade produtiva. Além disso, procura-se investigar se as empresas possuem algum tipo de sistema que prevê e/ou gerencia o risco a segurança digital de suas atividades.

A tecnologia torna possível melhorar os processos de uma empresa para que possam ser executados de forma mais flexível e eficiente. Ela pode trazer procedimentos da mais alta qualidade com a ajuda de recursos técnicos. Isso porque esses instrumentos oferecem um amplo leque de opções para facilitar a implementação das ações. Considere concluir as tarefas manualmente; o grupo passa muito tempo imprimindo, escrevendo em apresentações, procurando documentos e sistematizando planilhas. Também não é possível editar documentos ao mesmo tempo. O potencial de perda de dados é alto e sua equipe será menos eficaz no dia a dia.

Esta tecnologia permite que o processo técnico seja desenvolvido de forma mais flexível e fácil. A equipe possui várias ferramentas *online* para criar materiais, visualizar documentos e traduzir registros, o que enriquece a produção e expande as oportunidades dos funcionários. Contar com a tecnologia oferece à sua equipe mais canais para trocar

informações. Os profissionais podem acessar salas de *chat*, *E-mail*, redes sociais corporativas e *softwares* especializados. Isso otimiza o dia a dia da empresa, pois agiliza a comunicação. Assim, a equipe tem a capacidade de trocar informações em tempo real com mais facilidade e eficiência, ajudando a melhorar a eficiência e a eficácia dos processos dos funcionários. O atendimento ao cliente e as conexões com fornecedores e partes interessadas se beneficiam de uma comunicação flexível e eficiente.

Quadro 15 - Percentual das empresas que possuem ou pretenderam contratar profissionais do TI e suas dificuldades, segundo porte das empresas

Porte	de 10 a 19	de 20 a 49	de 50 a 249	acima de 250
Possui Especialista	12,12%	9,90%	8,25%	2,32%
Não precisou contratar	75,42%	71,95%	63,04%	45,03%
Não conseguiu contratar	7,74%	4,62%	4,62%	5,63%
Conseguiu contratar	15,49%	22,77%	32,01%	49,01%
Falta de candidato	11,11%	8,58%	16,17%	29,80%
Falta qualificação	9,76%	6,27%	14,19%	26,16%
Falta experiencia	10,10%	7,59%	10,89%	26,16%
Salários elevados	13,80%	11,22%	13,86%	23,51%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

O Quadro 15 analisa se as empresas contratam ou pretendem profissionais na área de TI para sua atividade operacional. As variáveis de análises são: se a empresa possui o especialista em TI, se precisou, se não conseguiu ou se efetivou a contratação deste profissional. Por fim, se observa as dificuldades enfrentadas para encontrar os especialistas no mercado de trabalho. No quadro acima nota-se que estas empresas do setor industrial investigadas possuem profissionais na área de TI contratados, as microempresas possuem o maior percentual de 12% destas empresas possuem o especialista. As pequenas e médias empresas apenas 9,9% e 8,3% delas possuem profissionais contratados. Enquanto as grandes empresas apenas 2,3% possuem tais profissionais, provavelmente estas grandes corporações fazem uma terceirização desta atividade para empresas especializadas em TI.

No Quadro 15 para microempresas cerca de 75,4% delas não precisou contratar nenhum especialista, cerca de 7,7% precisaram, porém não conseguiu e 15,5% delas tentou e conseguiu realizar a contratação. Dentre estas firmas os principais motivos que dificultaram a contratação estão relacionados com os salários elevados e falta de candidatos qualificados. Os meios que menos dificultaram a contratação foram a falta de qualificação e falta de experiencia do profissional. Para as pequenas empresas cerca de

71,9% delas não precisou contratar nenhum especialista, cerca de 4,6% precisaram, porém não conseguiu e 22,8% delas tentou e conseguiu realizar a contratação. Dentre estas firmas os principais motivos que dificultaram a contratação estão relacionados com os salários elevados e falta de candidatos qualificados. Os meios que menos dificultaram a contratação foram a falta de qualificação e falta de experiência do profissional. Para as médias companhias cerca de 63% delas não precisou contratar nenhum especialista, cerca de 4,6% precisaram, porém não conseguiu e 32% delas tentou e conseguiu realizar a contratação. Dentre estas firmas os principais motivos que dificultaram a contratação estão relacionados com a falta de qualificação e falta de candidatos qualificados. Os meios que menos dificultaram a contratação foram os salários elevados e falta de experiência do profissional. Para as grandes corporações cerca de 45% delas não precisou contratar nenhum especialista, cerca de 5,6% precisaram, porém não conseguiu e 49% delas tentou e conseguiu realizar a contratação. Dentre estas firmas os principais motivos que dificultaram a contratação estão relacionados com a falta de qualificação e falta de candidatos qualificados. Os meios que menos dificultaram a contratação foram os salários elevados e a falta de experiência do profissional.

Para o quadro abaixo analisa-se qual percentual das empresas contratam profissionais ou empresas externas na área de TI para sua atividade operacional.

Quadro 16 - Percentual das empresas que contrataram profissionais e/ou serviços na área de TI com fornecedores externos, segundo o porte das empresas

Porte	de 10 a 19	de 20 a 49	de 50 a 249	acima de 250
Especialista Externo	57,91%	62,05%	60,73%	67,88%
Reparo de Equipamentos	51,85%	53,80%	45,87%	43,05%
Suporte para sistema	48,48%	56,11%	50,83%	49,67%
Desenvolver aplicações	19,19%	29,70%	33,66%	48,01%
Serviço de Hospedagem	33,67%	37,62%	44,22%	48,01%
Serviço de Infraestrutura	29,97%	33,99%	42,57%	49,34%
Criar <i>website</i>	29,29%	33,99%	39,93%	34,77%
Outros serviços	13,13%	17,82%	17,82%	24,17%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

As variáveis de apresentadas são se a empresa contrata o especialista em TI externo, se houve a contratação para reparo dos equipamentos, suporte para o sistema de informações da empresa, se estes profissionais desenvolvem aplicações e/ou serviços específicos para a companhia, se há a contratação de serviço de hospedagem do *website*, se a prestação de serviço para desenvolver algum tipo de infraestrutura na rede,

desenvolvimento e/ou criação de *sites*. Neste quadro nota-se que estas empresas do setor industrial investigadas possuem profissionais e ou empresas contratadas na área de TI externos, as microempresas possuem o menor percentual de 57,9% destas empresas possuem o especialista externo. As pequenas e médias empresas apenas 62% e 60,7% delas possuem profissionais contratados. Enquanto as grandes empresas apresentam o maior percentual de contratação de especialistas externos cerca de 67,8%.

No Quadro 16 para as microempresas tem-se que cerca de 51,8% delas contratam especialistas externos para reparo de equipamentos, cerca de 48,5% para suporte no sistema de informações e 19,2% delas para desenvolvimento de aplicações específicas. Dentre estas firmas para a contratação de mão-de-obra externa se relacionada com outros serviços como 33,7% para hospedagem *site*, 30% para serviços de infraestrutura em redes e 29,3% para a criação de *websites*. Outros serviços são contratados por apenas 13% destas microempresas. Para as pequenas empresas tem-se que cerca de 53,8% delas contratam especialistas externos para reparo de equipamentos, cerca de 56,1% para suporte no sistema de informações e 29,7% delas para desenvolvimento de aplicações específicas. Dentre estas firmas para a contratação de mão-de-obra externa se relacionada com outros serviços como 37,6% para hospedagem *site*, 34% para serviços de infraestrutura em redes e 34% para a criação de *websites*. Outros serviços são contratados por apenas 17,8% destas pequenas firmas.

Ainda no Quadro 16 para as médias companhias tem-se que cerca de 45,9% delas contratam especialistas externos para reparo de equipamentos, cerca de 50,8% para suporte no sistema de informações e 33,7% delas para desenvolvimento de aplicações específicas. Dentre estas firmas para a contratação de mão-de-obra externa se relacionada com outros serviços como 44,2% para hospedagem *site*, 42,6% para serviços de infraestrutura em redes e 39,9% para a criação de *websites*. Outros serviços são contratados por apenas 17,8% destas médias corporações. Para as grandes corporações tem-se que cerca de 43% delas contratam especialistas externos para reparo de equipamentos, cerca de 49,7% para suporte no sistema de informações e 48% delas para desenvolvimento de aplicações específicas. Dentre estas firmas para a contratação de mão-de-obra externa se relacionada com outros serviços como 48% para hospedagem *site*, 49,3% para serviços de infraestrutura em redes e 34,7% para a criação de *websites*. Outros serviços são contratados por cerca de 24% destas grandes companhias.

O quadro abaixo apresenta o percentual das empresas que realizam algum tipo de treinamento ao pessoal contratado para o desenvolvimento de alguma habilidade

relacionada a área de TI. Ainda neste quadro é analisado se este tipo de treinamento está empregado apenas para o pessoal contratado para área de TI e suporte técnico ou se ele se expande para os demais profissionais. Inicialmente que as empresas realizam este tipo de treinamento, porém as micro e pequenas empresas são as que menos oferecem este tipo de treinamento aos seus funcionários, com cerca de 26,3% e 26,7% respectivamente. Já com relação as médias e grandes empresas nota-se que um percentual maior destas firmas aplica algum tipo de treinamento para sua mão-de-obra contratada, com cerca de 39,6% e 59,6% respectivamente.

Quadro 17 - Percentual das empresas que realizam treinamento ao pessoal contratado para desenvolver habilidades em TI, segundo o porte das empresas

Porte	Treinamento	Area TI e Suporte	Demais funcionários
de 10 a 19	26,26%	10,44%	22,56%
de 20 a 49	26,73%	13,53%	23,43%
de 50 a 249	39,60%	28,71%	31,35%
acima de 250	59,60%	49,34%	38,74%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

No Quadro 17 pode-se observar que o treinamento apenas 10,4% das microempresas fazem treinamento de aperfeiçoamento de TI para o pessoal contratado na área de TI e suporte e apenas 22,6% delas realizam a mesma capacitação para os demais funcionários. Para as pequenas firmas o treinamento tem-se que em somente 13,5% delas praticam o treinamento de aperfeiçoamento de TI para o pessoal contratado na área de TI e suporte e apenas 23,4% delas alcançam a mesma capacitação para os demais funcionários. Com análise nas médias companhias nota-se que em cerca de 28,7% delas realizam treinamento de aperfeiçoamento de TI para o pessoal contratado na área de TI e suporte e 31,4% delas atingem a mesma capacitação para os demais funcionários. Nas grandes corporações tem-se que em 49,3% delas fazem o treinamento de aperfeiçoamento de TI para o pessoal contratado na área de TI e suporte e que 38,7% delas realizam a mesma capacitação para os demais funcionários.

O quadro abaixo refere-se ao percentual das empresas que utilizam setores de gestão de risco, análise de risco e segurança digital. A primeira variável analisa se as empresas possuem algum tipo de departamento que faz a gestão de risco da empresa. A segunda investiga se este mesmo departamento aplica esta gestão de risco e segurança em ambiente digital e, pôr fim, se as empresas possuem políticas de segurança aplicadas. Neste quadro pode-se observar que cerca de 36,4% das microempresas apresentam

departamentos de gestão de risco. Percentual semelhante com aproximadamente 35,6% das pequenas firmas também detém este mesmo setor. Com relação as médias e grandes corporações este percentual aumenta para 51,2% e 57,3%, respectivamente, dos empreendimentos que adotam uma divisão para gestão de risco.

Quadro 18 - Percentual das empresas que possuem departamento de gestão de risco e avaliação de risco e segurança digital, segundo o porte das empresas

Porte	Gestão de risco	Risco Digital	Segurança Digital
de 10 a 19	36,36%	21,21%	25,93%
de 20 a 49	35,64%	23,10%	39,93%
de 50 a 249	51,16%	33,00%	61,39%
acima de 250	57,28%	34,77%	78,48%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

No Quadro 18 nota-se que apenas 21,2% das microempresas usam o departamento de gestão de risco para avaliação do risco digital e apenas 25,9% delas possuem políticas de segurança digital em suas companhias. Com relação as pequenas firmas observação que apenas 23,1% delas aproveitam o departamento de gestão de risco para avaliação do risco digital e cerca de 39,9% destes empreendimentos possuem políticas de segurança digital. Para as médias companhias tem-se que cerca de 33% delas utilizam o departamento de gestão de risco para avaliação do risco digital e aproximadamente 61,4% destas companhias possuem políticas de segurança digital. Pôr fim, as grandes corporações nota -se que perto de 34,8% delas empregam o departamento de gestão de risco para avaliação do risco digital e quase 79% delas possuem políticas de segurança digital em suas companhias.

Esta subseção apresentou como que as firmas analisadas pela Cetic.BR empregam mão-de-obra especializada em TI, assim como visto no CAPÍTULO 1 esta qualificação contribuiu para melhorar índices de produtividade do trabalho em outros países. No caso das empresas estudadas, nota-se que maior parte das empresas não possuem estes profissionais contratados. As principais dificuldades alegadas por estas corporações estão associadas a falta de candidatos, a pouca experiencia, o nível de qualificação e o elevado salário. Este cenário aponta para a contratação externa de profissionais com habilidades em TI, na qual, suas principais funções exercidas nestas firmas enquadram-se em reparo de equipamentos e suporte em sistemas contratados.

Além disso, com relação aos treinamentos sobre TI para os funcionários uma pequena parcela das micro e pequenas firmas desenvolvem estas habilidades. As médias

e grandes empresas nota-se um avanço para estas atividades de relacionadas às práticas de TI, entretanto, observa-se que o público-alvo não são os trabalhadores que já trabalham na área. Para finalizar esta subseção tem-se uma investigação acerca da execução de gestão de risco e análises sobre a segurança digital aplicadas pelas corporações. Neste sentido, observa-se que as micro e pequenas firmas possuem tais políticas de proteção, porém é uma parcela pequena entre empresas analisadas. Com relação as médias e grandes corporações nota-se que elas possuem uma quantidade maior de firmas que realizam estas estratégias de mitigar o risco e aplicar segurança digital em sua atividade produtiva. Portanto, esta seção conclui que dentre as 1205 companhias analisadas, nas micro e pequenas firmas nota-se que elas utilizam em menor proporção políticas de gestão de risco e segurança digital do que as médias e grandes e que todas as firmas encontram dificuldades para contratar mão-de-obra especializada em TI.

Nesta subseção observou-se o comportamento das empresas com emprego de algum mão-de-obra especializada em TI, treinamentos para desenvolvimento de habilidades em TI e se estas firmas utilizam e como usam os departamentos de gestão de risco. Pode-se observar que as micro e pequenas empresas possuem comportamentos diferentes comparados com as médias e grandes companhias. Na próxima subseção se analisa como estas empresas do setor industrial brasileiro utilizam novas tecnologias para o desempenho das suas atividades cotidianas.

2.4 Utilização de Novas Tecnologias

A Indústria 4.0 foi lançada e vem acompanhada por várias outras inovações. Todos os dias há novos termos, novas técnicas e muitas vezes é difícil acompanhar tudo o que acontece e ficar atualizado. Esta nova Revolução Industrial é uma continuação do progresso técnico apresentado na subseção 1.2 e que traz o conceito de sistemas e máquinas conectadas. Este conceito não é apenas uma máquina combinada, mas uma fusão de tecnologias e a integração de pilares físicos, digitais e biológicos.

A Indústria 4.0 representa o resultado da Quarta Revolução Industrial. Ela caracteriza-se como um novo método de produção desenvolvido nas empresas e mudou a forma como ocorre a comunicação entre os dispositivos, como se visualiza as informações e potencializa a execução dos processos nas linhas de produção os tornam mais rápidos, ágeis e melhores. Dessa forma, as mercadorias são produzidas com maior qualidade, mais flexibilidade, melhor eficiência e menores custos.

A computação em nuvem se tornou comum com atividades que vão desde o armazenamento de fotos até a transmissão de mensagens entre os recursos de um computador (servidores, armazenamento de dados, redes, *software*, entre outros) que são usados via *Internet*. *Big Data* é uma tecnologia que pode ser utilizada para melhorar o planejamento e o controle da produção de uma fábrica. Ela permite analisar, processar, armazenar e interpretar dados mesmo que não esteja organizada adequadamente. A conectividade da Indústria 4.0 leva à geração e o processamento de grandes quantidades de dados.

Na linguagem de "Manufatura Aditiva" (impressão 3D) os objetos são criados em uma plataforma, com um depósito sequencial de materiais do design digital. Ideais para prototipagem rápida, as impressoras 3D mais comuns trabalham com cabeçotes injetores, que posicionam o material de maneira consistente na plataforma onde o objeto será formado. A maioria dos processos de produção possui robôs, mas além de estarem em ambientes controlados, as atividades que eles realizam costumam ser repetitivas e bem definidas. Ao contrário dos robôs convencionais, um robô autônomo executa tarefas com alto grau de autonomia (sem influências externas) e pode ser colocado em um ambiente não controlado e dinâmico. Assim, ele pode se adaptar através da IA e tomar novas decisões, trabalhar no ambiente. Por exemplo, pessoas sem risco.

O quadro abaixo apresenta as informações sobre o uso de recursos em nuvem utilizados pelas empresas.

Quadro 19 - Percentual das empresas que utilizam recursos em nuvem, segundo o porte das empresas

Porte	<i>E-mail</i> em nuvem	<i>Software</i> em nuvem	Dados em nuvem	Processamento em nuvem
de 10 a 19	33,33%	21,89%	29,63%	19,87%
de 20 a 49	36,30%	24,75%	34,32%	23,43%
de 50 a 249	46,86%	26,40%	43,89%	25,74%
acima de 250	60,60%	36,09%	47,68%	30,46%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

As variáveis analisadas foram a utilização do *E-mail* em nuvem, uso *software* em nuvem, armazenamento de dados em nuvem e o processamento em nuvem. Com relação ao primeiro elemento apresentado nota-se que nas micro e pequenas empresas apenas 33% e 36%, respectivamente, usam o *E-mail* em nuvem, nas médias e grandes companhias este percentual é de 46,8% e 60,6%, ao mesmo tempo. Com relação ao uso de programas em nuvem observa-se que o percentual das micro, pequenas e médias

empresas chegam a 21,9% e 24,7% e 26,4%, respectivamente, ao se comparar com o percentual das grandes corporações que são de 36%. Nota-se uma diferença entre as pequenas e médias corporações em relação ao uso destas novas tecnologias em comparação com as médias e grandes.

No Quadro 19 ainda se enxerga que tanto o armazenamento de dados quanto o processamento de dados em nuvem as micro e pequenas empresas possuem uma adequação percentual menor em comparação com as médias e grandes companhias. Enquanto para as micro e pequenas firmas nota-se o uso de armazenamento de dados em torno de 29,6% e 34,3%, simultaneamente, para as médias e grandes observa-se 43,9% e 47,7%, respectivamente. Ao comparar o processamento as micro e pequenas estão em torno de 19,9% e 23,4%, concomitantemente, e nas médias e grandes corporações tem-se um percentual de 25,7% e 30,5%, reciprocamente. Com relação ao uso de recursos em nuvem, observa-se de modo geral que as micro e pequenas empresas possuem um percentual de adequação menor em comparação com as grandes companhias.

O quadro abaixo apresenta informações sobre o uso de *Big Data* e processamento de dados nas empresas do setor industrial.

Quadro 20 - Percentual das empresas que realizam e/ou utilizam processamento em *Big Data*, segundo porte das empresas

Porte	de 10 a 19	de 20 a 49	de 50 a 249	acima de 250
<i>Big Data</i>	1,68%	3,96%	8,25%	15,56%
Dados próprios	1,35%	1,65%	6,60%	11,59%
Dado geolocalização	1,68%	2,31%	5,94%	8,94%
Dados rede social	1,01%	1,65%	3,96%	5,30%
Dados outras fontes	0,34%	0,66%	2,31%	6,62%
Tratamento por funcionários	1,68%	2,64%	6,93%	12,91%
Tratamento por fornecedores	0,34%	2,31%	4,29%	5,63%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

As variáveis analisadas foram a utilização de *Big Data*, captação de dados próprios, ou de geolocalização, ou de rede sociais ou de outras fontes, pôr fim, se os dados foram tratados por funcionários próprios ou se foi contratado fornecedores para executar o tratamento. O emprego da tecnologia *Big Data* nas micro, pequenas e médias empresas estão no percentual de 1,7%, 3,9% e 8,2% respectivamente, enquanto nas grandes firmas está com cerca de 15,6% das companhias que fazem uso desta tecnologia. Neste caso observa-se uma discrepância muito elevada entre as microempresas e as grandes

corporações, apesar que estas uma taxa muito baixa de utilização desta tecnologia em suas atividades produtivas.

Para as demais variáveis o Quadro 20 nota-se que para as microempresas a utilização da tecnologia *Big Data* é com dados próprios é cerca de 1,4% das firmas, 1,7% com informações de geolocalização, pouco mais de 1% das companhias usam dados das redes sociais e quase 0,35% delas usam elementos de outras fontes. Quando a análise é para os pequenos empreendimentos a utilização da tecnologia *Big Data* é com dados próprios é cerca de 1,6% das firmas, 2,3% com informações de geolocalização, pouco mais de 1,6% das companhias usam dados das redes sociais e quase 0,66% delas usam elementos de outras fontes. As médias empresas a utilização da tecnologia *Big Data* são com dados próprios é cerca de 6,6% das firmas, 5,9% com informações de geolocalização, pouco mais de 3,9% das companhias usam dados das redes sociais e quase 2,3% delas usam elementos de outras fontes. E discrepância aumenta ainda mais quando a comparação é feita com as grandes corporações em que a utilização da tecnologia *Big Data* é com dados próprios é cerca de 11,6% das firmas, 8,9% com informações de geolocalização, pouco mais de 5,3% das companhias usam dados das redes sociais e quase 6,6% delas usam elementos de outras fontes. Quando se avalia o modo de tratamento destas informações nota-se que nas microempresas cerca 1,7% delas fazem com funcionários próprios e 0,34% com fornecedores. Para as pequenas empresas nota-se que cerca 1,7% delas fazem abordam com funcionários próprios e 0,34% com fornecedores, nas médias firmas cerca 6,9% delas fazem abordam com funcionários próprios e 4,3% com fornecedores e nas grandes corporações cerca 12,9% delas fazem abordam com funcionários próprios e 5,6% com fornecedores. Observa-se que a utilização desta tecnologia é pouco utilizada nas firmas do setor industrial brasileiro, em que a maior parte das empresas que a empregam em sua grande maioria são médias e grandes corporações.

No quadro abaixo é analisado se nestas empresas estudadas empregam robôs autônomos para execução de tarefas e linhas de montagem. Neste estudo são avaliados tanto a utilização de robôs para o desempenho de atividades industriais quanto o uso deles para execução de serviços relacionados direta ou indiretamente à produção. Pode-se observar que nas firmas que fazem uso de robôs autônomos o foco está no uso deles para desempenho de atividades industriais. Para o uso destes robôs observa-se que cerca de 1,3% das microempresas as utilizam, quase 4% das médias firmas as usam, quase 13% das médias companhias as empregam e pouco mais de 21% das grandes corporações as

aplicam. Novamente é enxergado uma grande diferença entre a utilização desta tecnologia entre as micro e pequenas empresas comparadas com as médias e grandes.

Quadro 21 - Percentual das empresas que utilizam robôs industriais e/ou de serviços, segundo o porte das empresas

Porte	de 10 a 19	de 20 a 49	de 50 a 249	acima de 250
Robôs industriais	1,35%	3,96%	12,87%	21,52%
Robôs Serviços	1,01%	0,99%	1,32%	3,64%
Robôs vigilância	0,00%	0,00%	0,33%	0,66%
Robôs transporte	0,00%	0,00%	0,00%	0,66%
Robôs limpeza	0,34%	0,33%	0,66%	1,66%
Robôs gerenciar estoques	0,67%	0,99%	0,66%	2,32%
Robôs montagem	0,00%	0,66%	0,66%	1,99%
Robôs balconista	0,00%	0,00%	0,66%	0,00%
Robôs construção/reparos	0,00%	0,00%	0,33%	0,99%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

No Quadro 21 também é analisado o uso de robôs para a execução de serviços como o de vigilância, de transporte, de limpeza, de gerenciamento de estoques, de montagem, de balconista e o de construção e reparo. Observa-se que cerca de 1% das micro firmas usam estes robôs principalmente para gerenciamento de estoque e limpeza. O mesmo percentual de 1% das pequenas empresas que utilizam esta tecnologia focada em limpeza, gerenciamento de estoque e montagem. Nas médias companhias tem-se que 1,3% delas empregam estes robôs de serviço, com foco em vigilância, limpeza, gerenciamento de estoque, montagem, balconista e construção e reparo. Nas grandes corporações nota-se que 3,6% delas aplicam esta tecnologia para a execução dos serviços de vigilância, transporte, limpeza, gerenciamento de estoque, montagem e construção e reparo. É possível enxergar que novamente esta tecnologia está com uma maior presença entre as grandes companhias em comparação com as demais, apesar de ser um percentual de utilização muito baixa dentre estas firmas do setor industrial brasileiro.

No quadro abaixo observa-se informações sobre a utilização da impressão em 3D dentro destas firmas selecionadas. Além disso, analisa-se se esta tecnologia é usada pela própria companhia ou por terceiros, e se esta impressão é utilizada para venda de produtos, uso próprio ou empregada em protótipo. Dentre estes empreendimentos avaliados, observa-se que quase 2% das microempresas, 4,3% das pequenas, 6,3% das médias e 8,7% das grandes corporações usam esta tecnologia. Ademais nota-se também que estas impressões em 3D são feitas tanto internamente quanto externamente. Nas

grandes firmas há uma preferência maior para execução interior do que exterior a companhia, e nos demais portes da empresa um equilíbrio entre as impressões realizadas dentro e fora das firmas.

Quadro 22 - Percentual das empresas que utilizam impressora 3D, segundo o porte das empresas

Porte	de 10 a 19	de 20 a 49	de 50 a 249	acima de 250
Impressão 3D	2,02%	4,29%	6,27%	8,61%
Própria	1,35%	2,31%	3,96%	8,61%
Terceira	1,01%	2,64%	4,29%	3,64%
Venda de produtos	0,67%	1,98%	2,31%	2,65%
Uso próprio	1,35%	2,31%	2,97%	5,96%
Uso em protótipos	1,68%	3,30%	5,61%	7,62%

Fonte: Cetic; Elaboração Própria.

Ainda no Quadro 22 pode-se observar que estas empresas usam estas impressões para vender, uso em atividade própria e para seus protótipos. Em geral o maior índice de utilização desta tecnologia é para o desenvolvimento de protótipos com cerca de 1,7% das microempresas, 3,3% das pequenas, 5,6% das médias e 7,6% das grandes corporações. O emprego para atividade própria é o segundo uso mais frequente com cerca de 1,35% das microempresas, 2,3% das pequenas, 3% das médias e 6% das grandes corporações. O menos utilizado é a vendas destas impressões com cerca de 0,7% das microempresas, 2% das pequenas, 2,3% das médias e 2,7% das grandes corporações. Este quadro também apresenta que esta tecnologia tem sua maior aplicação nos médios e grandes empreendimentos em comparação com as micro e pequenas empresas.

Nesta subseção sobre as novas tecnologias a serem utilizadas pelas corporações, nota-se que a mais utilizada está relacionada com armazenamento, processamento, *E-mail* e *software* em nuvem. Dentre estes métodos disponíveis as empresas utilizam com mais frequência o *E-mail* e o armazenamento do que as demais. Além disso, observa-se novamente a diferença entre as micro e pequenas firmas das médias e grandes. As demais tecnologias como *Big Data*, robôs e impressão em 3D tem seu uso pouco aplicado entre as companhias estudadas. Entretanto nas grandes corporações nota-se um percentual de uso maior, apesar de ser baixo.

Este capítulo analisou como que as empresas do setor industrial brasileiro utilizam as TIC conforme o tamanho da firma. O próximo capítulo apresenta o impacto das TIC e das inovações na produtividade do trabalho segundo os setores industriais no Brasil.

CAPÍTULO 3 - O IMPACTO DAS INOVAÇÕES E DAS TIC NA PRODUTIVIDADE NO SETOR INDUSTRIAL DO BRASIL

Este capítulo avalia os impactos que a inovação tecnológica e o uso das TIC causam na produtividade do trabalho para as empresas que atuam no setor industrial brasileiro. As variáveis analisadas estão descritas no Quadro 23 apresentado na subseção 3.1. Nesta primeira parte deste capítulo será apresentada a metodologia aplicada no estudo empírico. Na sequência é feita a apresentação das estatísticas das variáveis escolhidas para construção do modelo econométrico. Este estudo tem como base analisar o comportamento das empresas no decorrer dos anos de 2000 até 2017, apesar de não haver informações completas para todos os setores em todos os anos.

3.1 Notas Metodológicas

O estudo empírico está estruturado da seguinte maneira. As variáveis estão divididas em trinta e nove grupos entre setores e subsetores segundo a CNAE 1.0 (vide Anexo 1), esta classificação foi introduzida ao sistema federal em 1995 e substituída em 2008 pela versão 2.0. Na sequência será utilizada um segundo modelo utilizando os dados de 54 setores e subsetores entre 2008 e 2017 segundo a CNAE 2.0 (vide Anexo 2). Esta primeira versão foi escolhida devido ao seu nível de agregação não compatível com a sua versão mais atualizada e por utilizar dados em níveis agregados da Pintec incontáveis entre as versões 1.0 e 2.0.

Neste sentido, Quadro 23 apresenta as variáveis a serem utilizadas para a construção do estudo econométrico.

Quadro 23 – Descrição das variáveis utilizadas

Variáveis	Descrição	Fonte
PRODTR	Produtividade do Trabalho (RECEITA/SALÁRIO)	Variável dependente
RECEITA	Receita Operacional Líquida	PIA
INVEST	Aquisição de Máquinas e Equipamentos	PIA
TDISP	Total do dispêndio realizado para a prática atividade de inovação.	PINTEC
TPED	Total P&D realizado para o período analisado.	PINTEC
TREIN	Empresas que realizaram treinamento de pessoal para o período.	PINTEC
SALÁRIO	Total de Salários pagos	PIA
OCUP	Total de Funcionários	PIA
TI	Total de Horas contratada utilizando a mão-de-obra especializada em TI	RAIS/Caged

Estas informações serão utilizadas para construção da variável dependente - produtividade do trabalho, que utilizará a Receita Operacional dividida pelo Total de Salários pagos. As variáveis usadas no modelo são Receita Líquida, Investimento, Pessoal Ocupado, retirados da PIA. Na Pintec foram capturadas as variáveis de empresas que realizam inovação, firmas que realizam Treinamento, Total do Dispêndio em inovação e Total do Gasto em P&D. Por fim, também foi empregado o Total de horas contratadas em TI retirado do portal RAIS/Caged

O método para análise deste estudo é por meio da análise de dados em painel:

$$Y_{it} = \beta_{0ait} + \beta_{1ait}X_{1ait} + \dots + \beta_{nait}X_{nait} + \varepsilon_{ait} \quad (1)$$

Nesta notação, o subscrito i significa diferentes indivíduos e o subscrito t denota o período que está em análise. Para os parâmetros β_0 representa o intercepto e os demais β_k os coeficientes angulares das k-ésima variável explicativa do modelo, que apresenta sua forma matricial seguinte:

$$Y_i = \begin{bmatrix} Y_{i1} \\ \vdots \\ Y_{iT} \end{bmatrix} X_i = \begin{bmatrix} X_{1i1} & X_{2i1} & \dots & X_{Ki1} \\ \vdots & \ddots & & \vdots \\ X_{1iT} & X_{2iT} & \dots & X_{KiT} \end{bmatrix} \beta_i = \begin{bmatrix} \beta_{0i1} & \beta_{1i1} & \dots & \beta_{Ki1} \\ \vdots & \ddots & & \vdots \\ \beta_{0iT} & \beta_{1iT} & \dots & \beta_{KiT} \end{bmatrix} \varepsilon_i = \begin{bmatrix} \varepsilon_{i1} \\ \vdots \\ \varepsilon_{iT} \end{bmatrix}$$

Em que Y_i e ε_i são vetores de dimensão $(T \times 1)$ e contém respectivamente as T variáveis dependentes e os T erros. A matriz X_i de dimensão $(K \times T)$ detém as variáveis explicativas do modelo, o elemento X_{KiT} representa a k-ésima variável para o elemento i no instante tempo t. Por fim, a matriz β_i mostra os coeficientes a serem estimados. Neste modelo geral o intercepto e os parâmetros são diferentes para cada elemento e período no tempo, em que pode existir mais parâmetros desconhecidos do que observações e não sendo possível sua estimação. Neste caso serão utilizados o Modelo de Efeitos Fixo e Modelo de Efeitos Aleatórios. Com base nisto, o estudo analisa a produtividade do trabalho por meio da equação:

$$PRODTR_{ait} = \beta_0 + \beta_1 INVEST_{ait} + \beta_2 OCUP_{ait} + \beta_3 TPED_{ait} + \beta_4 TDISP_{ait} + \beta_5 TREIN_{ait} + \beta_6 TI_{ait} + \varepsilon_{ait}. \quad (2)$$

$$PRODTR_{ait} = \beta_0 + \beta_1 INVEST_{ait} + \beta_2 INVEST_{(t-1)ait} + \beta_3 INVEST_{(t-2)ait} + \beta_4 OCUP_{ait} + \beta_5 TPED_{ait} + \beta_6 TPED_{(t-1)ait} + \beta_7 TPED_{(t-2)ait} + \beta_8 TDISP_{ait} +$$

$$\beta_9 TDISP_{(t-1)ait} + \beta_{10} TDISP_{(t-2)ait} + \beta_{11} TREIN_{ait} + \beta_{12} TREIN_{(t-1)ait} + \beta_{13} TREIN_{(t-2)ait} + \beta_{14} TI_{ait} + \varepsilon_{ait}. \quad (3)$$

Estas equações 2 e 3 são referente aos impactos da inovação e das TIC na produtividade do trabalho. Esta subseção trouxe as notas metodológicas aplicados no trabalho, a próxima apresenta os resultados do objeto de estudo.

3.2 Descrição Estatística Das Variáveis Segundo Classificação CNAE 1.0

A Tabela 1 faz referência a média das variáveis resultante da PIA, elas foram dessazonalizadas e deflacionadas pelo IGP-M com ano base em 2018.

Tabela 1 - Média das variáveis segundo classificação CNAE 1.0 (em bilhões de reais)

Setores	Receita	Investimento	Salário	Dispêndio	P&D	Invest/Rec	P&D/Rec
15	585,75	50,46	41,17	8,79	0,93	8,62%	0,16%
15.9	74,10	12,28	5,07	1,32	0,08	16,58%	0,11%
15.D	511,65	38,18	36,10	7,47	0,84	7,46%	0,17%
16	602,29	51,98	42,37	0,21	0,07	8,63%	0,01%
17	55,41	5,69	7,42	1,02	0,11	10,26%	0,20%
18	34,92	1,89	6,60	0,65	0,09	5,42%	0,25%
19	40,32	2,84	6,17	0,76	0,19	7,05%	0,48%
20	23,37	3,59	3,02	0,60	0,05	15,37%	0,21%
21	82,75	14,90	7,54	1,50	0,27	18,01%	0,33%
21.1	16,99	4,92	1,16	0,20	0,06	28,98%	0,33%
21.D	65,76	9,98	6,38	1,29	0,22	15,18%	0,33%
22	25,49	3,18	3,86	0,74	0,04	12,49%	0,15%
23	290,42	68,96	16,60	4,04	2,46	23,74%	0,85%
23.2	256,57	63,65	12,65	3,21	1,92	24,81%	0,75%
23.D	205,47	62,67	13,11	0,83	0,03	30,50%	0,02%
24	330,63	27,25	23,65	5,99	2,18	8,24%	0,66%
24.5	55,35	4,49	7,59	1,66	0,84	8,11%	1,52%
24.D	275,28	26,69	20,16	4,43	1,74	9,69%	0,63%
25	96,87	10,73	11,51	2,34	0,46	11,08%	0,48%
26	72,79	11,08	8,43	1,75	0,25	15,22%	0,35%
27	184,37	27,69	12,25	3,50	0,59	15,02%	0,32%
27.A	131,25	20,04	8,65	2,38	0,42	15,27%	0,32%
27.D	53,13	7,65	3,60	1,12	0,17	14,40%	0,32%
28	690,97	56,55	72,13	2,03	0,26	8,18%	0,04%
29	150,38	13,94	20,41	3,33	1,00	9,27%	0,66%
30	25,93	1,09	1,79	2,21	1,01	4,21%	3,91%
31	86,07	5,58	9,63	1,91	0,95	6,49%	1,10%
32	42,85	3,26	2,82	2,64	1,19	7,62%	2,78%
32.1	6,16	0,59	0,65	0,29	0,08	9,61%	1,24%
32.D	36,69	2,67	2,17	2,35	1,12	7,28%	3,04%
33	13,93	1,11	2,19	0,41	0,26	7,97%	1,89%
34	277,38	22,14	24,05	8,22	3,64	7,98%	1,31%
34.4	77,75	7,39	10,08	0,70	0,18	9,51%	0,24%
34.A	185,95	13,70	12,07	6,65	2,91	7,37%	1,57%
34.D	13,68	1,05	1,90	0,28	0,11	7,66%	0,78%
35	49,66	5,60	5,33	3,10	1,46	11,28%	2,94%
36	31,75	2,91	4,54	1,17	0,20	9,17%	0,62%
36.1	24,21	2,04	3,36	0,71	0,10	8,44%	0,39%
36.9	7,54	0,87	1,18	0,47	0,10	11,51%	1,35%

Fonte: IBGE; RAIS/Caged.

Estas variáveis estão em bilhões de reais e evidencia o tamanho do setor em comparação uns com os outros. Além disso, apresenta algumas informações relevantes quando se observa o volume médio de investimento nota-se que alguns setores realizam uma quantia baixa de investimentos, porém quando comparado ao percentual médio dos investimentos em relação a média das receitas se evidencia que o percentual médio dos investimentos é mais significativo do que se observa nos dados. O setor industrial tem uma média anual de aproximadamente 12% em relação a receita em investimento realizado ao longo do período analisado. Um detalhe importante a se considerar ainda na Tabela 1 é o baixo volume destinado ao dispêndio em inovação e em P&D estes valores médios empregados resultam na maioria dos setores uma comparação em menos de 1% em relação a receita média do período. Apenas quatro setores possuem uma relação em que o volume médio do investimento é superior a 2% em comparação com o volume médio do faturamento.

Na Tabela 2 apresenta a Taxa de Crescimento Anual Composto (CAGR) para cada um dos trinta e nove setores e subsetores segunda a CNAE 1.0 analisados neste estudo realizado sobre a indústria de transformação no Brasil. Nesta tabela tem algumas informações interessantes acerca da evolução de algumas variáveis relacionada a estrutura produtiva dentro ramo da indústria brasileira. Há alguns setores que apresentam queda na sua receita, apresentando um CAGR negativo. A maioria dos setores apresentam um CAGR positivo da receita acompanhada. Há alguns setores que durante este período analisado apresenta uma redução no investimento, como identificado para o caso dos CAGR negativos que se pode observar, associada em setores que houve queda na evolução média das receitas. Em outras situações tem setores que apresentam queda no nível médio de investimento mesmo com o crescimento positivo da receita neste mesmo período. O CAGR dos salários e pessoal ocupado, uma comparação entre o crescimento real do salário e aumento de postos de trabalhos. Pode se notar que na maioria dos setores estudados há uma relação positiva entre o crescimento dos salários e aumento na quantidade de postos ocupados. Entretanto, é também observado que ocorre em alguns setores uma trajetória de queda nos níveis de salários e com uma de aumento na quantidade de vagas ocupadas. Já em outros setores é possível perceber que ocorre o efeito contrário, em que se observa uma trajetória de aumento nos níveis de salários e uma de redução dos postos ocupados.

Tabela 2 - Taxa de Crescimento Anual Composto (CAGR)

Setores	Receita	Investimento	Salário	Pessoal	Horas TI	Treinamento	Dispêndio	P&D
15	4,16%	7,25%	4,07%	3,82%	7,23%	2,17%	23,78%	1,81%
15.D	4,42%	8,17%	4,36%	3,92%	8,84%	2,20%	23,36%	1,60%
15.9	2,48%	4,23%	2,43%	2,89%	1,14%	1,66%	27,26%	5,53%
16	4,06%	7,22%	3,98%	3,77%	6,81%	1,22%	29,40%	0,54%
17	-0,04%	-0,77%	1,09%	0,37%	6,31%	0,89%	12,01%	-5,99%
18	1,62%	3,77%	2,48%	1,61%	8,54%	2,55%	17,74%	0,82%
19	-0,76%	1,84%	0,89%	0,08%	19,73%	0,62%	18,05%	3,79%
20	2,01%	-0,39%	1,24%	-0,78%	4,42%	-0,53%	15,77%	-0,72%
21	1,81%	3,21%	1,57%	1,71%	2,91%	1,77%	19,38%	0,53%
21.1	6,86%	6,30%	8,54%	10,02%	7,09%	0,33%	20,96%	0,21%
21.D	-0,49%	0,41%	-0,36%	0,53%	2,39%	1,79%	19,17%	0,65%
22	-7,50%	-5,99%	-7,55%	-5,35%	16,90%	-1,75%	14,41%	-6,56%
23	4,06%	9,45%	5,77%	8,87%	16,49%	2,18%	35,36%	0,88%
23.D	6,87%	6,85%	7,26%	5,75%	19,35%	1,66%	35,93%	18,50%
23.2	3,03%	9,07%	3,66%	1,55%	20,07%	3,58%	35,07%	1,16%
24	2,00%	2,68%	1,55%	1,72%	8,16%	0,79%	19,40%	-0,71%
24.D	2,05%	3,50%	3,31%	2,34%	9,26%	1,90%	21,31%	1,26%
24.5	1,79%	5,25%	1,67%	1,53%	12,04%	-1,59%	21,91%	4,25%
25	2,02%	2,08%	1,96%	2,09%	4,13%	2,15%	21,17%	1,41%
26	0,59%	-2,45%	1,37%	0,57%	0,21%	2,23%	17,81%	3,59%
27	2,88%	-0,04%	1,03%	1,21%	-1,08%	0,52%	17,49%	1,05%
27.A	2,79%	-2,14%	1,10%	1,35%	-2,04%	0,66%	19,22%	1,78%
27.D	3,07%	5,06%	0,85%	0,94%	1,34%	0,46%	14,07%	-1,35%
28	1,95%	2,00%	1,85%	1,87%	-0,38%	2,76%	19,07%	-0,65%
29	2,33%	2,66%	2,43%	2,31%	4,20%	1,87%	15,58%	-1,92%
30	-1,74%	-3,92%	-1,39%	1,06%	-3,50%	11,75%	25,00%	5,09%
31	4,13%	2,23%	2,87%	2,50%	-2,97%	1,41%	15,08%	-1,89%
32	-1,81%	0,24%	-0,88%	-0,73%	-8,27%	1,77%	20,99%	-3,33%
32.1	-0,86%	-2,35%	-2,85%	-2,20%	-1,91%	1,01%	20,57%	-3,00%
32.D	-2,09%	2,19%	0,07%	0,11%	-11,74%	2,32%	21,04%	-3,36%
33	0,56%	1,50%	9,25%	8,74%	0,26%	-1,23%	11,75%	-2,85%
34	2,59%	2,01%	1,24%	1,90%	7,63%	1,72%	22,36%	1,58%
34.A	2,64%	2,54%	0,38%	1,28%	8,07%	-0,32%	-2,72%	-3,65%
34.D	1,89%	7,54%	1,62%	1,59%	13,54%	0,49%	-2,46%	4,05%
34.4	2,59%	0,25%	2,24%	2,37%	7,00%	5,20%	13,63%	5,05%
35	2,11%	5,77%	4,59%	4,21%	12,17%	1,59%	19,17%	5,23%
36	-1,41%	0,26%	-0,28%	-0,47%	4,26%	1,72%	19,37%	2,36%
36.1	-0,70%	1,12%	0,83%	0,27%	7,80%	0,88%	17,88%	1,46%
36.9	-3,64%	-2,03%	-3,43%	-3,01%	-0,19%	3,45%	22,09%	3,25%

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE; RAIS/Caged.

A próxima variável analisada na Tabela 2 é o CAGR sobre a contratação de horas de mão-de-obra em TI, é notável que esta variável tem um crescimento positivo em alguns dos setores e negativo em outros setores. Como apresentado no CAPÍTULO 2 que retrata a utilização das TIC no setor industrial brasileiro e no CAPÍTULO 1 que apresenta a importância destes profissionais e destas tecnologias para incentivo na produtividade na indústria.

Por fim, a Tabela 2 tem-se as variáveis sobre Inovação, Dispêndio com Inovação e P&D. Nota-se que o CAGR sobre o número de empresas que realizam algum tipo de esforço inovativa para a maioria dos setores é positiva e o mesmo pode ser relacionado

com relação ao CAGR acerca do total gastos para incremento destas atividades, em que a maior parte dos setores são positivo. O mais interessante é que o dispêndio realizado pelas empresas tem uma taxa de crescimento muito elevada. Por fim, observa-se que o CAGR relacionado ao gasto com P&D em poucos setores é negativo, nos demais é uma taxa pequena ou relativamente muito baixa, ou seja, pode se observar que as empresas destes setores tendem a incentivar inovações pontuais à P&D.

Na Tabela 3 têm os resultados para o desvio padrões das variáveis, que indica o grau de variação de um conjunto de elementos.

Tabela 3 - Desvio Padrão das variáveis segundo classificação CNAE 1.0

Setores	Receita	Investimento	Salário	Dispêndio	P&D
15	148,59	98,03	12,97	5,25	0,51
15.9	15,79	30,41	1,22	0,87	0,05
15.D	133,91	67,68	11,81	4,44	0,47
16	148,15	102,67	13,06	0,12	0,05
17	3,79	11,90	1,08	0,66	0,06
18	9,16	4,55	1,84	0,39	0,05
19	3,46	7,23	0,52	0,46	0,11
20	3,36	7,85	0,44	0,36	0,03
21	7,74	25,61	1,06	0,88	0,14
21.1	10,16	6,09	0,74	0,14	0,03
21.D	5,62	19,81	0,72	0,75	0,12
22	14,36	8,66	2,38	0,50	0,02
23	71,44	76,67	5,96	2,49	1,35
23.2	55,04	70,11	3,78	1,97	1,37
23.D	102,30	77,03	7,24	0,58	0,03
24	37,01	63,15	3,14	3,46	1,17
24.5	7,13	9,49	1,17	1,13	0,60
24.D	32,42	63,13	4,32	2,96	1,11
25	14,91	17,43	2,38	1,37	0,24
26	12,16	22,77	1,94	1,06	0,15
27	29,82	65,33	1,75	2,31	0,32
27.A	24,58	50,78	1,35	1,52	0,21
27.D	8,50	14,63	0,43	0,82	0,13
28	119,52	109,51	15,67	1,22	0,14
29	29,76	24,94	5,53	2,05	0,53
30	6,44	2,92	0,49	1,46	0,65
31	25,90	11,61	2,64	1,13	0,55
32	15,41	8,87	0,65	1,55	0,66
32.1	2,73	1,12	0,25	0,20	0,05
32.D	14,69	7,77	0,62	1,40	0,61
33	3,10	2,73	0,58	0,26	0,15
34	61,46	36,25	4,76	4,96	1,99
34.4	20,00	14,42	2,46	0,91	0,18
34.A	46,94	19,59	2,27	3,57	1,57
34.D	3,74	2,47	0,50	0,15	0,06
35	9,39	14,09	1,69	1,98	0,81
36	3,61	7,53	0,55	0,70	0,11
36.1	2,39	5,10	0,56	0,41	0,06
36.9	2,12	2,44	0,33	0,30	0,06

Fonte: IBGE; RAIS/Caged.

Um valor baixo para o desvio indica que os dados estão próximos da média ou do valor esperado. Já um cálculo alto para o desvio padrão, indica que os dados estão espalhados por uma ampla gama de valores. O desvio padrão serve para medir a dispersão dos seus dados. Ele é uma estatística que mede o quanto seus dados se afastam da média. Ainda na Tabela 3 que para as variáveis Receita, Custo e Investimento possuem valores elevados para o desvio padrão para quase todos os setores, ou seja, por ser uma medida do nível de dispersão, isto é, ele indica quão uniforme está um conjunto de dados informa que há uma gama de valores espalhados entre o valor máximo, mínimo e a média. Com relação ao dado Custo, nota-se a presença de alguns setores que apresentam um valor de desvio próximo ou abaixo de um, o que representa um nível de dispersão para os custos destes setores. Por fim, ainda na Tabela 3 observa-se que os dados referentes ao Salário, Dispêndio e P&D possuem os menores resultados para o desvio padrão. Neste caso, afirma-se que a dispersão destas variáveis são mais uniformes entre os valores de Máximo, Mínimo e Média. Para os dados de salários, nota-se que possuem alguns setores que apresentam valores acima de dois para o desvio padrão. Enquanto os resultados para Dispêndio apontam para menos de dez setores com valores de desvio acima de dois e nenhum setor apresenta valores de desvio P&D acima de dois. Ou seja, apesar do CAGR para da variável Dispêndio apresentar resultados de elevado crescimento para muitos setores, não provou grandes níveis de dispersão nos dados.

Nas Tabela 4 e Tabela 5 tem-se os valores de máximo e mínimo respectivamente. Estes dados indicam a presença de possíveis *outliers* na dispersão dos dados e um dos modos mais simples para avaliar a dispersão de seus dados é comparar o mínimo e o máximo, se estes valores forem ou baixos demais ou elevados demais, mesmo quando se considera o centro, a dispersão e o formato dos dados, é melhor que se investigue a causa do valor extremo. Estas possíveis diferenças entre os valores de máximo e mínimo demonstrados nas Tabela 4 e Tabela 5 estão relacionadas com o CAGR de cada setor apresentado na Tabela 2. E esta evolução de cada uma das variáveis ao decorrer do período analisado se relaciona com uma serie de políticas direcionada ao setor de indústria de transformação resultaram em respostas diferentes em que o crescimento ou redução destes valores são reflexos destas distintas ações diretas e indiretas que ocorreram ao passar dos anos.

Tabela 4 – Valores máximos das variáveis segundo classificação CNAE 1.0 (em bilhões de reais)

Setores	Receita	Investimento	Salário	Dispêndio	P&D
15	792,07	453,90	58,69	13,61	1,31
15.9	94,46	137,64	7,01	2,72	0,19
15.D	703,45	316,26	51,67	11,71	1,21
16	805,83	474,62	59,92	0,33	0,14
17	61,38	54,73	8,83	1,86	0,18
18	51,06	20,68	9,55	1,02	0,13
19	48,16	32,69	6,99	1,17	0,33
20	29,95	35,92	3,48	0,88	0,09
21	104,90	120,19	9,26	2,30	0,35
21.1	49,73	28,64	3,33	0,46	0,09
21.D	76,27	91,55	7,75	1,84	0,30
22	50,35	38,86	8,48	1,39	0,07
23	402,37	370,18	24,82	6,80	3,62
23.2	350,24	338,92	18,15	5,13	3,60
23.D	343,63	362,94	22,41	1,68	0,13
24	389,80	287,78	28,55	8,33	3,36
24.5	67,88	43,63	9,68	2,75	1,60
24.D	333,16	287,13	26,14	6,89	3,37
25	117,70	81,25	15,20	3,29	0,59
26	95,41	104,85	11,71	3,00	0,45
27	234,07	296,82	15,39	6,40	0,88
27.A	180,94	229,42	11,08	4,36	0,56
27.D	69,67	67,40	4,33	2,57	0,44
28	871,63	506,51	96,77	2,97	0,41
29	201,50	109,73	29,12	5,87	1,32
30	33,73	13,12	2,51	3,54	1,97
31	115,97	53,33	13,48	2,76	1,73
32	69,63	39,82	3,95	4,12	1,95
32.1	10,74	5,12	1,20	0,64	0,15
32.D	63,94	34,70	3,41	3,90	1,80
33	18,07	12,39	3,13	0,84	0,43
34	373,32	171,05	31,43	12,61	5,35
34.4	108,11	66,81	13,08	3,30	0,52
34.A	260,31	93,08	15,80	9,02	4,29
34.D	20,22	11,16	2,88	0,45	0,17
35	66,84	63,59	8,93	6,43	2,49
36	36,72	34,01	5,64	1,70	0,34
36.1	29,07	23,07	4,49	1,01	0,18
36.9	10,66	10,93	1,75	0,87	0,16

Fonte: IBGE; RAIS/Caged;

Tabela 5 - Valores mínimos das variáveis segundo classificação CNAE 1.0 (em bilhões de reais)

Setores	Receita	Investimento	Salário	Dispêndio	P&D
15	364,96	8,13	23,58	0,14	0,45
15.9	50,51	1,76	3,40	0,01	0,04
15.D	309,28	5,72	20,09	0,13	0,39
16	378,20	8,28	24,48	0,00	0,00
17	47,41	1,94	5,54	0,04	0,06
18	22,18	0,43	4,03	0,03	0,05
19	34,69	0,66	5,08	0,02	0,07
20	17,30	1,12	1,68	0,03	0,03
21	71,31	4,18	5,79	0,05	0,18
21.1	8,65	0,97	0,50	0,00	0,03
21.D	55,17	2,71	5,07	0,04	0,15
22	10,56	0,32	1,85	0,02	0,02
23	166,90	12,36	6,86	0,01	1,35
23.2	157,53	12,36	6,31	0,01	0,00
23.D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
24	262,60	6,71	18,10	0,22	1,43
24.5	44,66	1,11	5,91	0,00	0,00
24.D	217,83	5,61	13,18	0,00	0,00
25	65,86	3,28	7,33	0,06	0,28
26	58,41	3,30	5,64	0,05	0,12
27	126,23	6,84	9,18	0,08	0,37
27.A	86,99	3,76	6,55	0,04	0,34
27.D	39,24	1,20	2,64	0,03	0,04
28	483,75	16,26	47,99	0,06	0,15
29	98,42	2,81	12,76	0,13	0,68
30	16,51	0,14	1,04	0,04	0,32
31	46,68	1,58	5,85	0,11	0,35
32	12,53	0,65	1,42	0,08	0,67
32.1	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03
32.D	7,13	0,24	0,59	0,07	0,63
33	2,72	0,07	0,42	0,03	0,15
34	173,41	8,53	16,21	0,14	1,97
34.4	38,66	2,39	3,74	0,00	0,00
34.A	114,28	4,40	8,63	3,95	1,50
34.D	9,03	0,13	1,20	0,17	0,05
35	33,26	0,45	2,34	0,13	0,94
36	26,18	0,65	3,40	0,04	0,10
36.1	20,26	0,50	2,64	0,03	0,05
36.9	5,05	0,15	0,77	0,01	0,05

Fonte: IBGE; RAIS/Caged.

Esta subseção apresentou a análise estatística descritiva sobre os dados segundo CNAE 1.0, a próxima seção exibe os resultados econométrico referente ao impacto do

P&D, investimento e mão-de-obra em TI na produtividade do trabalho para estes trinta e nove setores e subsetores analisados. Os resultados apontam que durante o período avaliado queda significativa de investimento para alguns setores e subsetores da indústria brasileira, além de apontar que o percentual de investimento sobre receita líquida é relativamente baixo.

3.3 Resultados Encontrados Segundo Classificação CNAE 1.0

Esta subseção apresenta os valores respostas sobre o impacto das variáveis de inovação, treinamento e P&D na produtividade do trabalho. A investigação tem como princípio as equações 2 e 3 apresentadas na subseção 3.1 para os trinta e nove setores e subsetores segundo a CNAE 1.0. Na equação 3 concebe os possíveis efeitos nos resultados para o curto e longo prazo, com a inclusão de duas defasagens incluídas para as variáveis Investimento, Treinamento, Dispêndio e P&D.

Na Tabela 6 apresenta o teste de Hausman para as equações 2 e 3. O teste resulta em uma hipótese nula que os estimadores com efeitos aleatórios são consistentes. O resultado aponta para a rejeição da hipótese nula, ou seja, os estimadores com efeito fixo são consistentes.

Tabela 6 - Teste Hausman dos modelos segundo classificação CNAE 1.0

TESTE	Equação 2	Equação 3
chi2	39,28	40,06
Prob chi2	0	0

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE e RAIS/Caged.

Com este resultado dos testes de Hausman na Tabela 7 apresenta os resultados das equações para a produtividade do trabalho apenas para os estimadores que utilizam o efeito fixo. Para a equação 2 tem-se 741 observações e a equação 3 tem 703 observações e para todos os modelos os testes F indicam que o conjunto de variável é estatisticamente significativo para o modelo, apesar de algumas variáveis não corresponder adequadamente a este teste de significância individual. Estas duas equações foram aplicadas transformação logarítmica na variável resposta e explicativa, deste modo a comparação entre os efeitos são analisados em variação percentual das variáveis independentes na variável dependente.

Tabela 7 - Resultados dos modelos selecionados para produtividade do trabalho

Variável	Equação 2	Equação 3
Invest	0,2027 (0,0104)***	0,2172 (0,0131)***
Invest ₍₋₁₎	-	-0,0428 (0,0178)**
Invest ₍₋₂₎	-	0,0236 (0,0093)**
Ocup	-0,173 (0,0144)***	-0,2046 (0,0152)***
Trein	0,0218 (0,0172)	-0,0422 (0,0236)*
Trein ₍₋₁₎	-	-0,0331 (0,0296)
Trein ₍₋₂₎	-	0,0101 (0,0148)
Disp	0,0771 (0,0244)***	0,1122 (0,038)***
Disp ₍₋₁₎	-	-0,0506 (0,0509)
Disp ₍₋₂₎	-	0,0008 (0,0252)
Tped	-0,0645 (0,0149)***	-0,0032 (0,0264)
Tped ₍₋₁₎	-	0,0264 (0,037)
Tped ₍₋₂₎	-	0,0057 (0,0178)
Ti	0,0475 (0,0141)***	0,0468 (0,0143)***
Const	2,6299 (0,0621)***	2,6635 (0,0787)***
Obs	741	703
Test f	110,58	49,73
Prob f	0	0
R2	0,481	0,5096
R2 ajust.	-	-

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE e RAIS/Caged.

Nota: Entre parênteses está o erro padrão; *** Nível de significância a 1%; ** Nível de significância a 5%; * Nível de significância a 10%; R2 e R2-ajustado representam o R quadrado e R quadrado ajustado, respectivamente.

Os resultados da Tabela 7 tem-se que a variável investimento se apresenta estatisticamente significativa para todos os modelos e positiva, ou seja, ao aumentar 1% no volume de investimento resulta em acréscimo de 0,20% e 0,22% na produtividade para as equações 2 e 3 respectivamente. As suas defasagens também possuem significância estatística e aponta que para o longo prazo tem um impacto positivo, ou seja, ao aumentar em 1% o dispêndio em investimento há uma queda de 0,20% na produtividade do trabalho. A variável ocup que significa o pessoal ocupado também se mostra estatisticamente significativa para as duas equações e possui uma afinidade negativa com produtividade do trabalho. Para esta variável é possível afirmar que ao aumentar em 1%

a quantidade de pessoas empregadas resultam uma queda de 0,17% e 0,21%, respectivamente para as equações 2 e 3.

Esta queda se identifica com uma possível falta de treinamento e/ou de conhecimento sobre o processo produtivo, por este motivo esta variável foi incorporada neste modelo. Na Tabela 7 o coeficiente *train* está pertinente ao treinamento, na equação 2 este coeficiente não é estatisticamente significativo, mas para o na equação 3 sim. Na equação 2 nota-se que ao aumentar em 1% o nível de treinamento resulta em crescimento de 0,02% a produtividade. Na equação 3 apresenta uma relação negativa no curto e longo prazo de 0,04% e 0,07% na produtividade do trabalho.

Ainda na Tabela 7 os resultados sobre o dispêndio em inovação que também se demonstra estatisticamente significativo para as equações 2 e 3 além de possuir relação positiva para a produtividade do trabalho. Ou seja, ao aumentar em 1% a quantidade no volume gasto para que as empresas realizem inovação resulta em um acréscimo de 0,08% e 0,11% na produtividade do trabalho. Ao analisar o longo prazo também é identificado uma correspondência positiva com a produtividade do trabalho em 0,07%. As respostas sobre o impacto do P&D sobre a produtividade do trabalho se mostra estatisticamente significativo para a equação 2 e não estatisticamente significativo para a equação 3, além disso, apresentam uma relação negativa com a variável resposta. Ou seja, ao aumenta em 1% os gastos com P&D resulta em uma queda de 0,06% e 0,003%, respectivamente. Porém, no longo prazo apresenta uma relação positiva de 0,03% com a produtividade do trabalho.

Por fim, ainda na Tabela 7 tem-se os resultados do impacto das horas de TI contratados na produtividade do trabalho. Esta variável se mostra estatisticamente significativo para todos os modelos e uma relação positiva com a produtividade do trabalho. Ou seja, significa que ao aumentar em 1% a contratação de horas de mão-de-obra qualificada em TI resulta em um aumento de 0,05% tanto no modelo 2 quanto no modelo 4. Estas respostas corroboram com os estudos apresentados no CAPÍTULO 1 especificamente com os trabalhos empírico da subseção 1.3. Além disso, ao comparar com o estudo realizado sobre o uso das TIC no CAPÍTULO 2 nota-se que apesar do uso destas tecnologias, há um baixo uso dos métodos como visto na subseção 2.4, logo se verifica o baixo dispêndio em P&D e gastos com inovações analisados na subseção 3.2. Entretanto, com base neste estudo econométrico e estatístico, pode-se concluir que atividades de inovação, investimento e P&D, mesmo reduzido, provoca resultados

positivos e significativos tanto no curto quanto no longo prazo na produtividade do trabalho.

Esta subseção apresentou os resultados econométricos acerca dos impactos que a inovação e as TICs provocam na produtividade do trabalho entre os anos de 2000 até 2017, segundo a classificação CNAE 1.0. Com base nos resultados, pode-se concluir que apesar destes setores e subsetores sofrerem com quedas nos níveis de investimento e os índices de P&D em muitos deles se apresentarem em percentuais relativamente baixos é possível afirmar que a inovação, o P&D e o investimento e mão-de-obra especializada em TI causam efeitos positivos a produtividade no curto e longo prazo. A próxima subseção apresenta a descrição estatística dos dados referente a classificação CNAE 2.0 entre os anos de 2008 e 2017.

3.4 Descrição Estatística Das Variáveis Segundo Classificação CNAE 2.0

Esta subseção avalia os impactos que a inovação tecnológica e o uso das TIC causam na produtividade do trabalho para os cinquenta e quatro setores e subsetores industriais, segundo a CNAE 2.0 (vide o Anexo 2), que atuam no Brasil. Este estudo tem como base discorrer e avaliar o comportamento destes setores no entre os anos de 2008 até 2017. Apesar de não haver informações completas para todos os setores em todos os anos e para as variáveis que indicam inovação e esforço inovativo, pois a Pintec remove algumas informações por se tratar de empresas únicas em determinados locais, a fim de não identificar as empresas respondentes à pesquisa.

A Tabela 8 faz referência a média das variáveis resultante da PIA, elas foram dessazonalizadas, elas foram deflacionadas pelo IGP-M com ano base em 2018. Além disso, apresenta algumas informações relevantes quando se observa o volume médio de investimento nota-se que alguns setores realizam uma quantia baixa de investimentos, porém quando comparado ao percentual médio dos investimentos em relação a média das receitas se evidencia que o percentual médio dos investimentos é mais significativo do que se observa nos dados. Um detalhe importante para se considerar ainda na Tabela 8 é o baixo volume destinado ao dispêndio em inovação e em P&D estes valores médios empregados resultam na maioria dos setores uma comparação em menos de 1% em relação a receita média do período. Apenas cinco setores possuem uma relação em que o volume médio do investimento é superior a 2% em comparação com o volume médio do faturamento.

Tabela 8 - Média das variáveis segundo classificação CNAE 2.0 (em bilhões de reais)

Setores	Receita	Investimento	Salário	Dispêndio	P&D	Inves/Rec	P&D/Rec
10	592,19	26,90	43,50	9,40	1,02	4,54%	0,17%
11	84,32	6,22	5,76	1,82	0,11	7,38%	0,13%
12	16,64	0,45	1,28	0,25	0,11	2,68%	0,63%
13	46,98	2,25	6,50	0,91	0,09	4,78%	0,19%
14	40,24	0,96	7,84	0,83	0,09	2,38%	0,23%
15	38,75	1,17	6,39	0,82	0,25	3,03%	0,65%
16	22,53	1,80	2,99	0,73	0,06	8,01%	0,24%
17	86,22	9,67	8,17	1,60	0,31	11,22%	0,36%
17.1	20,19	4,18	1,47	0,17	0,06	20,71%	0,30%
17.D	66,04	5,49	6,70	1,43	0,25	8,31%	0,38%
18	15,06	0,84	2,16	0,74	0,04	5,57%	0,25%
19	324,16	64,95	19,45	5,38	3,01	20,04%	0,93%
19.2	289,33	60,46	15,16	4,15	2,96	20,89%	1,02%
19.D	34,82	4,50	4,29	1,24	0,05	12,91%	0,15%
20	292,17	11,44	17,89	6,64	2,41	3,91%	0,82%
20.1	71,45	3,10	3,55	0,77	0,13	4,33%	0,18%
20.2	54,21	1,74	2,55	1,06	0,46	3,21%	0,84%
20.6	47,62	2,05	3,36	2,63	0,96	4,31%	2,01%
20.A	78,20	3,17	4,54	1,13	0,68	4,05%	0,86%
20.D	40,69	1,38	3,88	0,80	0,42	3,40%	1,03%
21	60,05	2,50	8,28	2,66	1,32	4,17%	2,20%
21.1	0,70	0,04	0,07	0,10	0,01	5,83%	1,17%
21.2	59,35	2,46	8,21	2,60	1,51	4,15%	2,54%
22	100,75	7,80	12,15	2,80	0,54	7,74%	0,53%
23	84,23	7,21	10,24	2,03	0,29	8,56%	0,34%
24	200,53	12,97	13,77	4,36	0,69	6,47%	0,35%
24.A	137,82	8,07	9,46	2,91	0,46	5,86%	0,33%
24.D	62,71	4,89	4,31	1,45	0,23	7,80%	0,37%
25	80,81	3,75	11,62	2,48	0,30	4,64%	0,37%
26	97,97	2,08	7,41	3,33	1,48	2,12%	1,51%
26.1	5,47	0,29	0,60	0,34	0,07	5,32%	1,28%
26.2	28,15	0,39	2,00	0,74	0,30	1,39%	1,07%
26.6	1,75	0,03	0,26	0,08	0,05	1,80%	2,83%
26.A	54,84	1,13	3,20	1,86	0,84	2,07%	1,54%
26.D	7,76	0,23	1,34	0,33	0,22	2,98%	2,90%
27	85,96	2,85	10,64	2,34	1,09	3,32%	1,27%
27.5	25,02	0,76	2,64	0,63	0,22	3,02%	0,89%
27.A	50,81	1,66	6,54	1,31	0,81	3,26%	1,60%
27.D	10,13	0,44	1,46	0,40	0,12	4,34%	1,19%
28	129,47	9,38	17,27	3,32	1,01	7,25%	0,78%
28.1	25,11	1,06	3,82	0,42	0,16	4,22%	0,62%
28.3	29,11	0,94	2,90	0,70	0,36	3,22%	1,24%
28.5	16,83	5,37	1,96	0,46	0,13	31,88%	0,76%
28.D	58,41	2,02	8,59	1,37	0,47	3,45%	0,81%
29	326,54	15,72	29,19	9,23	4,19	4,82%	1,28%
29.4	99,49	5,12	13,62	-	-	5,14%	-
29.A	211,81	10,02	13,38	6,18	2,94	4,73%	1,39%
29.D	15,24	0,58	2,19	0,28	0,13	3,83%	0,87%
30	44,34	2,72	5,38	3,77	1,50	6,13%	3,39%
31	28,73	1,09	4,14	0,87	0,10	3,78%	0,35%
32	277,49	12,89	43,80	0,65	0,13	4,65%	0,05%
32.5	8,90	0,46	1,36	0,30	0,09	5,11%	1,01%
32.D	13,00	0,57	2,06	0,28	0,04	4,36%	0,32%
33	285,27	7,18	61,72	0,50	0,09	2,52%	0,03%

Fonte: IBGE; RAIS/Caged.

A tabela abaixo faz referência ao CAGR das variáveis resultante da PIA, elas foram dessazonalizadas, elas foram deflacionadas pelo IGP-M com ano base em 2018

Tabela 9 - CAGR das variáveis segundo classificação CNAE 2.0

Setores	Receita	Custo	Investimento	Salário	Pessoal	Horas TI	Treinamento	Dispêndio	P&D
10	3,73%	3,25%	-0,87%	4,29%	2,20%	0,99%	2,75%	-7,36%	7,81%
11	2,45%	3,31%	0,67%	3,91%	2,63%	-1,52%	6,82%	-7,37%	-8,76%
12	-2,77%	-1,38%	-1,91%	-1,03%	-1,17%	0,75%	3,24%	-8,18%	-0,53%
13	-0,71%	-0,63%	-4,79%	-0,08%	-1,98%	-6,07%	-2,29%	-15,25%	-12,03%
14	1,62%	0,50%	-0,02%	1,81%	-0,80%	-7,88%	-1,39%	-3,99%	1,08%
15	-0,95%	-1,81%	-4,08%	0,74%	-1,36%	-4,31%	-7,61%	-9,27%	2,85%
16	0,66%	0,36%	-8,38%	-0,36%	-2,24%	-2,85%	-5,47%	-10,24%	-8,88%
17	2,32%	1,83%	-4,96%	1,65%	0,22%	-0,28%	-3,64%	-2,51%	-0,72%
17.1	15,02%	13,93%	-1,90%	15,33%	15,24%	-1,65%	-1,67%	6,72%	10,50%
17.D	-2,24%	-1,29%	-8,24%	-1,80%	-1,80%	0,01%	-3,67%	-3,47%	-3,24%
18	-3,14%	-3,07%	-8,60%	-0,59%	-1,73%	2,80%	-2,12%	-22,76%	2,92%
19	0,18%	-3,57%	0,13%	0,13%	-2,93%	10,21%	-0,30%	-7,80%	-7,38%
19.2	-0,29%	-5,84%	0,85%	0,21%	-1,63%	18,13%	-0,43%	-9,62%	-8,13%
19.D	3,83%	3,11%	-8,60%	-0,07%	-3,41%	0,67%	-0,23%	-3,27%	29,64%
20	1,12%	0,80%	-3,54%	2,02%	1,56%	0,67%	-3,49%	-1,23%	-6,78%
20.1	0,84%	0,39%	-1,37%	2,65%	3,22%	1,29%	6,24%	-9,43%	-4,84%
20.2	5,43%	5,05%	-3,29%	4,50%	1,79%	-1,17%	1,32%	-7,74%	1,28%
20.6	1,53%	2,98%	1,43%	3,27%	2,66%	4,16%	-9,32%	2,04%	-21,65%
20.A	-1,34%	-2,49%	-7,71%	-0,30%	-1,84%	-3,07%	3,05%	-2,37%	3,73%
20.D	1,18%	0,83%	-2,50%	1,80%	1,29%	0,71%	-1,27%	4,44%	4,96%
21	2,60%	3,20%	0,10%	2,84%	1,43%	1,06%	-2,72%	-1,80%	2,27%
21.1	10,42%	12,47%	7,62%	4,83%	3,29%	0,20%	0,00%	3,07%	-1,07%
21.2	2,48%	2,98%	0,02%	2,83%	1,41%	1,12%	-2,94%	-1,84%	2,29%
22	1,21%	1,06%	-11,08%	1,45%	0,39%	-1,35%	-2,49%	-4,68%	1,09%
23	-0,50%	-0,49%	-5,18%	1,54%	-0,49%	0,33%	-2,65%	-6,13%	11,29%
24	-0,62%	-0,28%	-7,39%	-0,77%	-1,06%	-3,22%	-4,10%	-17,45%	-3,65%
24.A	-1,89%	-1,35%	-9,93%	-0,83%	-0,94%	-3,86%	3,77%	-14,42%	3,35%
24.D	2,44%	2,13%	-3,98%	-0,64%	-1,27%	-1,93%	-8,06%	-23,42%	-16,58%
25	-1,38%	-1,09%	-2,37%	-1,27%	-2,67%	0,03%	-3,32%	-7,85%	-7,80%
26	0,13%	0,77%	-4,48%	-1,33%	-2,38%	-1,87%	-3,29%	-1,13%	-2,72%
26.1	1,75%	2,14%	3,82%	-2,64%	-4,29%	-0,05%	-4,49%	-11,23%	7,07%
26.2	-4,05%	-4,07%	-7,61%	-5,00%	-6,94%	-5,24%	-6,47%	-6,89%	-7,37%
26.6	9,08%	4,49%	2,50%	9,35%	6,64%	5,50%	-5,50%	-7,93%	-11,30%
26.A	1,86%	2,94%	-6,53%	0,88%	0,69%	-2,20%	6,18%	4,95%	-0,30%
26.D	-2,00%	-0,57%	0,99%	-2,37%	-3,03%	1,66%	-5,74%	-5,84%	-6,45%
27	-0,90%	-0,96%	-2,91%	0,16%	-0,95%	-2,01%	-3,47%	-7,90%	-3,90%
27.5	-1,24%	-1,49%	-1,24%	-1,18%	-0,13%	0,85%	-6,25%	-8,31%	0,63%
27.A	-0,90%	-0,96%	-5,59%	0,52%	-1,10%	-5,55%	0,70%	-6,71%	-6,39%
27.D	-0,07%	0,33%	3,57%	0,80%	-1,78%	0,47%	-7,49%	-10,42%	0,40%
28	-1,50%	-2,11%	-18,73%	0,03%	-1,48%	1,58%	-2,63%	-6,67%	-3,10%
28.1	-2,98%	-3,96%	-6,36%	-1,53%	-1,69%	1,50%	0,37%	0,19%	6,84%
28.3	1,32%	0,85%	-0,10%	4,47%	1,86%	-1,00%	0,87%	-7,69%	-3,55%
28.5	0,58%	-0,16%	-33,96%	1,81%	-1,72%	-2,88%	-1,65%	-22,02%	-11,78%
28.D	-3,27%	-4,14%	-4,02%	-1,27%	-2,53%	3,45%	-4,03%	-4,34%	-3,56%
29	-1,10%	-0,81%	-0,72%	-0,39%	-0,92%	0,61%	1,38%	-5,84%	-8,78%
29.4	-1,82%	-1,79%	-5,11%	-0,27%	-1,03%	0,22%	-	-	-
29.A	-0,63%	-0,18%	2,25%	-0,34%	0,06%	2,67%	0,56%	-8,13%	-11,61%
29.D	-2,27%	-2,45%	-1,54%	-1,52%	-2,66%	-1,56%	10,76%	-4,51%	-3,46%
30	-3,68%	-4,13%	-11,56%	-0,69%	-2,43%	-0,21%	-1,76%	7,01%	14,10%
31	0,37%	-0,60%	-2,49%	2,75%	0,32%	1,27%	2,48%	-5,41%	10,09%
32	-4,84%	-4,84%	-4,84%	-4,84%	0,00%	0,00%	-1,52%	-0,05%	7,53%
32.5	3,65%	3,68%	4,88%	5,06%	3,19%	-	4,56%	1,53%	9,47%
32.D	-0,22%	0,07%	0,11%	0,67%	-1,16%	0,54%	-4,87%	-1,93%	4,21%
33	-4,84%	-4,84%	-4,84%	-4,84%	0,00%	-	1,18%	-3,14%	18,13%

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE; RAIS/Caged.

Na Tabela 9 apresenta a Taxa de Crescimento Anual Composto (CAGR) para cada um dos cinquenta e quatro setores e subsetores, segundo a CNAE 2.0, analisados neste estudo realizado sobre a indústria de transformação no Brasil. Nesta tabela acima tem algumas informações interessantes acerca da evolução produtiva dentro da indústria brasileira. Na maioria destes setores subsetores apresentam uma evolução média de queda na sua receita, pois resultam em um CAGR negativo, porém em muitos deles se apresentam uma evolução positiva com CAGR positivo da receita.

Ainda na Tabela 9 observa-se que para quase todos os setores que durante este período analisado apresenta uma redução no volume médio de investimento, como identificado para o caso dos CAGR negativos que se pode observar. Em outras situações tem setores que apresentam queda no nível médio de investimento mesmo crescimento positivo da receita neste mesmo período. O CAGR dos salários e pessoal ocupado, uma comparação entre o crescimento real do salário e aumento de postos de trabalhos. Pode se notar que na maioria dos setores estudados há uma relação positiva entre o crescimento dos salários e aumento na quantidade de postos ocupados. Entretanto, é também observado que ocorre em alguns setores uma trajetória de queda nos níveis de salários e com uma de aumento na quantidade de vagas ocupadas. Já em outros setores é possível perceber que ocorre o efeito contrário, em que se observa uma trajetória de aumento nos níveis de salários e uma de redução dos postos ocupados.

Ainda na Tabela 9 o CAGR sobre a contratação de horas de mão-de-obra em TI, é notável que esta variável tem um crescimento positivo em alguns dos setores e negativo em outros setores. Como apresentado no CAPÍTULO 2 que retrata a utilização das TIC no setor industrial brasileiro e no CAPÍTULO 1 sobre a importância destes profissionais e destas tecnologias para incentivo na produtividade na indústria. tem-se as variáveis sobre Inovação, Dispendio com Inovação e P&D. Nota-se que o CAGR sobre o número de empresas que realizam algum tipo de esforço inovativa para a maioria dos setores é negativa e o mesmo pode ser relacionado com relação ao CAGR acerca do total gastos para incremento destas atividades, em que a maior parte dos setores são positivo.

Na Tabela 9 o mais interessante é que o dispendio realizado pelas empresas tem uma taxa de crescimento muito elevada. Por fim, observa-se que o CAGR relacionado ao gasto com P&D em muitos setores é negativo, em outros é uma taxa muito baixa, porém existe muitos setores que apresentam CAGR muito elevado incentivando à P&D em detrimento do incentivo a inovação.

Tabela 10 - Desvio Padrão das variáveis segundo classificação CNAE 2.0

Setores	Receita	Custo	Investimento	Salário	Dispêndio	P&D
10	91,97	45,18	1,84	7,41	1,76	0,19
11	8,60	4,12	1,51	0,91	0,59	0,05
12	2,04	0,81	0,17	0,10	0,06	0,02
13	3,38	1,99	0,56	0,33	0,35	0,03
14	6,09	2,28	0,15	1,05	0,14	0,03
15	2,39	1,66	0,19	0,39	0,20	0,06
16	1,62	0,96	0,63	0,43	0,19	0,02
17	6,86	3,07	2,17	0,73	0,18	0,04
17.1	11,15	4,13	2,03	0,75	0,05	0,02
17.D	5,86	2,29	1,35	0,63	0,16	0,04
18	2,58	1,35	0,41	0,21	0,42	0,02
19	30,73	12,45	15,74	1,90	1,15	0,57
19.2	29,79	14,31	15,53	1,72	1,00	0,61
19.D	7,92	3,43	1,99	0,97	0,38	0,05
20	26,88	18,68	2,55	1,49	0,53	0,61
20.1	8,10	6,17	0,53	0,46	0,21	0,02
20.2	18,60	12,49	0,74	0,65	0,24	0,02
20.6	11,93	7,60	1,11	0,40	0,51	0,70
20.A	16,62	10,77	1,57	0,69	0,14	0,16
20.D	4,00	1,77	0,22	0,39	0,10	0,06
21	5,61	2,49	0,36	0,98	0,18	0,35
21.1	0,28	0,18	0,02	0,01	0,10	0,00
21.2	5,47	2,38	0,36	0,97	0,14	0,10
22	7,00	3,61	3,63	1,26	0,35	0,04
23	10,84	5,18	1,98	1,46	0,63	0,13
24	20,75	12,53	4,43	1,14	2,03	0,13
24.A	18,97	10,58	2,98	0,88	1,20	0,06
24.D	6,64	4,30	2,06	0,29	0,89	0,13
25	7,34	3,70	0,95	1,42	0,55	0,07
26	10,28	7,43	0,42	1,05	0,18	0,30
26.1	1,76	1,23	0,06	0,13	0,18	0,02
26.2	5,81	4,55	0,18	0,45	0,16	0,07
26.6	0,90	0,21	0,02	0,15	0,02	0,02
26.A	8,98	6,42	0,40	0,67	0,24	0,13
26.D	0,98	0,54	0,05	0,18	0,12	0,10
27	6,94	3,54	0,52	1,21	0,49	0,38
27.5	2,61	1,58	0,21	0,51	0,23	0,01
27.A	4,47	2,73	0,40	0,85	0,45	0,38
27.D	1,27	0,55	0,09	0,23	0,12	0,03
28	15,97	10,52	10,61	3,17	0,87	0,24
28.1	2,67	1,90	0,30	0,42	0,01	0,05
28.3	7,98	4,65	0,38	0,82	0,18	0,04
28.5	3,94	2,73	10,51	0,57	0,24	0,05
28.D	11,15	6,28	0,57	1,68	0,27	0,06
29	48,03	23,95	3,37	4,23	2,17	1,08
29.4	17,06	10,34	1,31	2,55	-	-
29.A	34,65	15,04	3,08	1,66	2,00	1,07
29.D	3,60	2,27	0,34	0,36	0,10	0,02
30	10,07	6,40	1,06	1,06	1,61	0,59
31	3,37	1,60	0,29	0,64	0,14	0,05
32	56,81	21,43	2,64	8,97	0,14	0,03
32.5	1,49	0,55	0,12	0,27	0,03	0,03
32.D	1,21	0,43	0,10	0,25	0,06	0,00
33	58,41	24,33	1,47	12,64	0,14	0,08

Fonte: IBGE; RAIS/Caged.

Na Tabela 10 têm os resultados para o desvio padrões das variáveis, que indica o grau de variação de um conjunto de elementos. Um valor baixo para o desvio indica que os dados estão próximos da média ou do valor esperado. Já um cálculo alto para o desvio padrão, indica que os dados estão espalhados por uma ampla gama de valores. O desvio

padrão serve para medir a dispersão dos seus dados. Ele é uma estatística que mede o quanto seus dados se afastam da média.

Ainda na Tabela 10 que para as variáveis Receita, Custo, Investimento e Capital possuem valores elevados para o desvio padrão para quase todos os setores, ou seja, por ser uma medida do nível de dispersão, isto é, ele indica quão uniforme está um conjunto de dados informa que há uma gama de valores espalhados entre o valor máximo, mínimo e a média. Com relação ao dado Custo, nota-se a presença de alguns setores que apresentam um valor de desvio próximo ou abaixo de um, o que representa um nível de dispersão para os custos destes setores.

A Tabela 10 observa-se que os dados referentes ao Salário, Dispêndio e P&D possuem os menores resultados para o desvio padrão. Neste caso, afirma-se que a dispersão destas variáveis são mais uniformes entre os valores de Máximo, Mínimo e Média. Para os dados de salários, nota-se que possuem alguns setores que apresentam valores acima de dois para o desvio padrão. Enquanto os resultados para Dispêndio apontam para menos de dez setores com valores de desvio acima de dois e nenhum setor apresenta valores de desvio P&D acima de dois. Ou seja, apesar do CAGR para da variável Dispêndio apresentar resultados de elevado crescimento para muitos setores, não provou grandes níveis de dispersão nos dados.

Nas Tabela 11 e Tabela 12 tem-se os valores de máximo e mínimo respectivamente. Estes dados indicam a presença de possíveis *outliers* na dispersão dos dados e um dos modos mais simples para avaliar a dispersão de seus dados é comparar o mínimo e o máximo, se estes valores forem ou baixos demais ou elevados demais, mesmo quando se considera o centro, a dispersão e o formato dos dados, é melhor que se investigue a causa do valor extremo. Estas possíveis diferenças entre os valores de máximo e mínimo demonstrados nas Tabela 11 e Tabela 12 estão relacionadas com o CAGR de cada setor apresentado na Tabela 2. E esta evolução de cada uma das variáveis ao decorrer do período analisado se relaciona com uma serie de políticas direcionada ao setor de indústria de transformação resultaram em respostas diferentes em que o crescimento ou redução destes valores são reflexos destas distintas ações diretas e indiretas que ocorreram ao passar dos anos.

Tabela 11 - Valores Máximos para a variáveis segundo classificação CNAE 2.0 (em bilhões de reais)

Setores	Receita	Custo	Investimento	Capital	Salário	Dispêndio	P&D
10	703,45	407,54	29,62	1318,88	51,67	11,71	1,21
11	94,46	39,11	9,19	208,40	7,01	2,72	0,19
12	20,71	9,15	0,81	23,63	1,43	0,33	0,14
13	51,06	29,79	2,97	61,78	7,08	1,26	0,14
14	50,04	22,37	1,13	62,79	9,49	1,02	0,13
15	43,48	22,29	1,48	39,64	6,99	0,97	0,33
16	25,43	13,86	3,20	631,07	3,41	0,88	0,09
17	104,90	51,75	13,34	308,86	9,26	1,86	0,35
17.1	49,73	18,90	7,98	172,49	3,33	0,25	0,09
17.D	76,27	39,07	7,54	232,83	7,75	1,61	0,30
18	18,85	8,82	1,43	17,19	2,43	1,38	0,07
19	389,36	99,66	84,82	941,70	23,42	6,80	3,62
19.2	350,24	82,25	80,71	850,91	18,15	5,13	3,60
19.D	47,97	24,37	8,79	97,04	5,67	1,68	0,13
20	337,06	205,79	16,35	1008,03	20,10	7,39	3,36
20.1	84,53	55,48	4,48	818,32	4,11	0,94	0,15
20.2	74,35	48,87	3,40	90,17	3,18	1,36	0,47
20.6	84,80	48,53	5,36	313,41	3,95	3,18	1,95
20.A	112,28	64,56	6,10	125,60	6,21	1,30	0,89
20.D	46,68	26,87	1,88	42,11	4,40	0,92	0,50
21	68,97	24,63	3,09	313,88	9,73	2,89	1,61
21.1	1,57	0,91	0,07	2,53	0,09	0,24	0,01
21.2	68,39	23,72	3,06	312,96	9,67	2,75	1,60
22	112,13	63,82	16,71	655,51	14,18	3,29	0,59
23	101,17	50,33	10,97	372,65	12,54	3,00	0,45
24	241,34	147,18	24,25	541,31	15,89	6,40	0,88
24.A	180,94	107,22	14,28	438,59	11,08	4,36	0,56
24.D	78,74	50,41	9,97	127,04	4,84	2,57	0,44
25	91,11	48,87	5,44	256,53	13,52	2,97	0,41
26	113,16	70,70	3,08	211,70	8,76	3,54	1,97
26.1	9,03	5,98	0,45	77,83	0,83	0,64	0,09
26.2	33,73	24,54	0,64	89,22	2,51	0,92	0,38
26.6	2,86	0,79	0,08	2,99	0,46	0,11	0,07
26.A	64,37	44,75	2,12	49,81	4,28	2,03	1,06
26.D	9,64	4,79	0,32	9,31	1,65	0,51	0,39
27	95,41	52,64	3,64	468,40	12,26	2,76	1,73
27.5	29,95	17,05	1,22	25,94	4,00	0,95	0,24
27.A	58,19	33,61	2,33	441,66	7,59	1,88	1,33
27.D	12,17	6,13	0,56	11,07	1,78	0,50	0,16
28	158,03	86,23	33,68	549,21	21,25	4,44	1,32
28.1	29,50	15,01	1,83	56,00	4,70	0,44	0,21
28.3	42,30	25,37	1,63	32,05	3,76	0,86	0,39
28.5	23,43	13,64	28,94	448,75	2,63	0,66	0,18
28.D	82,08	42,02	3,46	112,57	10,64	1,68	0,53
29	392,12	223,26	21,20	994,40	34,72	12,31	5,35
29.4	121,77	70,72	8,50	880,14	16,17	0,00	0,00
29.A	260,31	147,40	15,55	176,69	15,80	8,96	4,29
29.D	20,22	12,29	1,61	18,41	2,88	0,45	0,17
30	58,49	34,75	4,30	86,52	8,00	6,43	2,49
31	34,50	18,88	1,61	28,54	5,18	1,01	0,18
32	375,95	141,83	17,47	452,41	59,34	0,87	0,16
32.5	10,68	3,71	0,70	41,87	1,72	0,34	0,12
32.D	14,85	6,03	0,70	19,60	2,46	0,35	0,05
33	386,50	160,97	9,73	313,12	83,62	0,66	0,23

Fonte: IBGE; RAIS/Caged.

Tabela 12 - Valores Mínimos das variáveis segundo classificação CNAE 2.0 (em bilhões de reais)

Setores	Receita	Custo	Investimento	Capital	Salário	Dispêndio	P&D
10	420,76	266,30	23,93	397,54	29,42	6,85	0,72
11	67,18	27,33	3,96	112,15	4,35	1,12	0,06
12	13,73	6,37	0,16	13,79	1,11	0,18	0,09
13	40,31	23,07	1,35	46,36	5,90	0,34	0,06
14	28,73	14,34	0,71	22,54	5,68	0,68	0,05
15	34,69	16,21	0,85	32,99	5,71	0,49	0,17
16	20,23	10,56	1,12	34,71	1,65	0,41	0,03
17	79,29	38,60	6,69	152,86	6,38	1,37	0,24
17.1	10,67	4,05	0,97	36,90	0,69	0,11	0,04
17.D	55,17	31,47	2,93	71,88	5,42	1,18	0,19
18	10,56	4,60	0,32	12,94	1,85	0,23	0,02
19	287,28	56,70	31,30	483,05	16,04	3,86	2,12
19.2	247,73	35,06	28,67	413,82	12,07	2,53	1,99
19.D	24,27	13,92	2,41	53,98	2,60	0,63	0,01
20	251,69	148,24	8,29	231,82	15,44	6,01	1,74
20.1	57,13	36,93	2,31	57,66	2,68	0,47	0,09
20.2	16,94	10,18	0,60	13,10	1,32	0,77	0,43
20.6	38,21	18,27	1,14	18,59	2,63	1,96	0,35
20.A	55,70	33,21	1,35	57,68	3,55	0,96	0,50
20.D	33,99	19,86	1,04	28,19	3,07	0,68	0,36
21	50,32	15,98	1,95	50,76	6,68	2,44	0,74
21.1	0,39	0,18	0,01	0,50	0,04	0,02	0,00
21.2	49,93	15,80	1,88	50,08	6,64	2,41	1,37
22	88,93	52,28	4,41	82,84	9,87	2,35	0,48
23	68,15	34,15	4,08	99,45	7,38	1,23	0,12
24	164,49	102,28	6,88	358,68	12,39	1,63	0,51
24.A	103,61	63,70	3,76	258,64	8,45	1,23	0,40
24.D	53,43	32,09	2,54	89,52	3,92	0,40	0,11
25	64,28	35,03	2,11	75,82	9,62	1,55	0,23
26	74,69	45,28	1,53	51,41	5,71	3,06	1,18
26.1	3,56	2,21	0,22	2,59	0,43	0,16	0,05
26.2	17,25	9,76	0,14	10,92	1,25	0,51	0,22
26.6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03
26.A	30,55	18,43	0,73	19,11	1,74	1,45	0,72
26.D	5,92	2,44	0,15	6,64	1,05	0,18	0,12
27	75,27	40,74	2,06	61,56	8,42	1,53	0,75
27.5	20,87	11,66	0,50	17,69	2,05	0,41	0,21
27.A	44,31	23,75	0,97	35,52	4,74	0,78	0,43
27.D	8,53	4,40	0,27	6,36	1,16	0,23	0,10
28	103,97	51,49	3,19	117,56	8,91	2,01	0,68
28.1	19,94	9,19	0,63	21,93	3,16	0,41	0,10
28.3	8,82	5,88	0,15	6,29	0,80	0,45	0,30
28.5	8,38	4,26	0,30	9,15	0,42	0,12	0,06
28.D	42,07	19,61	1,35	47,71	4,34	1,03	0,38
29	233,79	141,46	10,28	202,62	19,09	6,60	2,66
29.4	67,28	37,74	3,76	51,86	6,22	0,00	0,00
29.A	147,98	91,38	5,46	102,46	11,05	3,95	1,50
29.D	9,08	5,49	0,16	11,80	1,71	0,17	0,10
30	26,59	14,52	0,99	58,15	3,87	2,23	0,99
31	24,27	13,62	0,60	20,49	3,03	0,68	0,05
32	199,70	75,34	9,28	240,32	31,52	0,52	0,09
32.5	6,64	2,14	0,31	6,87	0,95	0,27	0,05
32.D	11,45	4,79	0,37	12,53	1,55	0,22	0,03
33	205,30	85,51	5,17	166,33	44,42	0,29	0,02

Fonte: IBGE; RAIS/Caged.

Esta subseção apresentou as estatísticas descritivas sobre os dados da PIA e da Pintec entre os anos de 2008 até 2017. Estes dados apontam para uma tendência de desinvestimento, queda na receita e queda no P&D em diversos setores. Estas quedas

podem causar impactos significativos de desempenho e possivelmente afetar a produtividade do trabalho, que é o objeto de estudo da próxima subseção.

3.5 Resultados Encontrados Segundo Classificação CNAE 2.0

Esta subseção apresenta os valores respostas sobre o impacto das variáveis de inovação, treinamento e P&D na produtividade do trabalho e do capital. A Tabela 13 apresenta o teste de Hausman para os equação 2 e a equação 3, esta concebe os resultados com duas defasagens incluídas para as variáveis Investimento, Treinamento, Dispendio e P&D. O teste resulta em uma hipótese nula que os estimadores com efeitos aleatórios são consistentes. O resultado aponta para a rejeição da hipótese nula na equação 2, ou seja, os estimadores com efeito fixo são consistentes, porém na equação há a não rejeição de H_0 , neste os estimadores do efeito aleatório são consistentes.

Tabela 13 - Teste Hausman segundo classificação CNAE 2.0

TESTE	Equação 2	Equação 3
chi2	21,25	20,26
Prob chi2	0	0,12

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE; RAIS/Caged.

Na Tabela 14 apresenta os resultados das equações para a produtividade do trabalho. Todas as variáveis estão em log para facilitar a comparação dos resultados. apresenta os resultados das equações para a produtividade do trabalho. Para a equação 2 tem-se 648 observações e a equação 3 tem 540 observações e para todos os modelos os testes F indicam que o conjunto de variável é estatisticamente significativo para o modelo, apesar de algumas variáveis não corresponder adequadamente a este teste de significância individual. Estas duas equações foram aplicadas transformação logarítmica na variável resposta e explicativa. Tem-se os seguintes resultados na Tabela 14 tem-se que a variável investimento se apresenta estatisticamente significativa para as duas equações e relação positiva, ou seja, ao aumentar 1% no volume de investimento resulta em acréscimo de 0,17% e 0,18% na produtividade, respectivamente. Para o longo prazo, nota-se um efeito positivo do investimento na produtividade do trabalho em cerca de 0,19%. A variável Ocup que significa o pessoal ocupado também se mostra estatisticamente significativa para as duas equações e possui uma afinidade positiva com produtividade do trabalho na equação 2 e negativa e negativa na equação 3. Para esta variável é possível afirmar que

ao aumentar em 1% a quantidade de pessoas empregadas resultam um aumento de 0,09% e uma queda de 0,19%, respectivamente para as equações 2 e 3.

Tabela 14 - Resultados dos modelos para a produtividade do trabalho

Variável	Equação 2	Equação 3
Invest	0,1651 (0,0124)***	0,1753 (0,0169)***
Invest ₍₋₁₎	-	0,0008 (0,0202)
Invest ₍₋₂₎	-	0,009 (0,0098)
Ocup	0,0862 (0,0191)***	-0,1857 (0,0295)***
Trein	0,0055 (0,0169)	-0,0493 (0,049)
Trein ₍₋₁₎	-	0,056 (0,0503)
Trein ₍₋₂₎	-	-0,0183 (0,0177)
Disp	-0,0088 (0,0171)	-0,0793 (0,039)**
Disp ₍₋₁₎	-	0,0666 (0,042)
Disp ₍₋₂₎	-	-0,0195 (0,0162)
Tped	0,0039 (0,0113)	0,091 (0,0404)**
Tped ₍₋₁₎	-	-0,0809 (0,0429)*
Tped ₍₋₂₎	-	0,0234 (0,0165)
Ti	-0,1884 (0,0342)***	0,0056 (0,0152)
Const	0,7528 (0,3886)*	1,8314 (0,2934)***
Obs	648	540
Test f	35,99	304,2
Prob f	0	0
R2	0,2686	0,3405
R2 ajust.	-	-

Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE e RAIS/Caged.

Nota: Entre parênteses está o erro padrão; *** Nível de significância a 1%; ** Nível de significância a 5%; * Nível de significância a 10%; R2 e R2-ajustado representam o R quadrado e R quadrado ajustado, respectivamente.

Continuando a análise dos resultados na Tabela 14 esta queda se identifica com uma possível falta de treinamento e/ou de conhecimento sobre o processo produtivo, por este motivo esta variável foi incorporada neste modelo. Tem-se que o coeficiente Trein está pertinente ao treinamento, nas equações 2 e 3. Este dado não é estatisticamente significativo e para a equação 2 é identificado uma relação positiva, ao aumentar em 1% o nível de treinamento resulta em crescimento de 0,006% a produtividade. Na equação 3

tem uma relação negativa tanto no curto quanto no longo prazo de aproximadamente 0,05% e 0,01%, respectivamente.

Ainda na Tabela 14 os resultados sobre o dispêndio em inovação que também não se demonstra estatisticamente significativa as equações 2 e 3 além de apresentarem relação negativa com a produtividade do trabalho. Na equação 2 ao aumentar 1% no dispêndio com inovação tem-se uma queda de cerca de 0,01 na produtividade do trabalho. Já para a equação 3 tanto curto quanto no longo prazo se apresenta uma relação negativa com a produtividade de aproximadamente 0,08% e 0,03% no curto e longo prazo respectivamente. As respostas sobre o impacto do P&D sobre a produtividade do trabalho não se mostra estatisticamente significativa para a equação 2 e com significância estatística para a equação 3, além disso, apresentam uma relação positiva com a variável resposta. Ou seja, ao aumenta em 1% os gastos com P&D resulta em um acréscimo de 0,004% na produtividade na equação 2. Na equação 3 tem um impacto positivo no curto e longo prazo de aproximadamente 0,1% e 0,03%, respectivamente.

Por fim, na Tabela 14 tem-se os resultados do impacto das horas de TI contratados na produtividade do trabalho. Esta variável se mostra estatisticamente significativa para a equação 2 e não tem significância estatística para a equação 3, além disso, possui e uma relação negativa e positiva, respectivamente, com a produtividade do trabalho. Ou seja, significa que ao aumentar em 1% a contratação de horas de mão-de-obra qualificada em TI resulta em uma queda de 0,19% e um aumento de 0,01%, para as equações 2 e 3 respectivamente.

Estas respostas corroboram com os estudos apresentados no CAPÍTULO 1 dos impactos das TIC na produtividade do trabalho, assim com a análise documento dos trabalhos realizados em outros países apresentados na subseção 1.3. Além disso, nota-se que o estudo realizado sobre o uso das TIC, no CAPÍTULO 2 apontam para a falta de aplicação destas tecnologias no setor industrial brasileiro. Com base neste estudo econométrico e estatístico, pode-se concluir que atividades de inovação, investimento e P&D resultam em aumento positivos na produtividade do trabalho, porém a queda constante destes investimentos e esforços inovativos tem resultado em impacto pouco significativo na produtividade do trabalho.

CONCLUSÃO

Este trabalho faz uma análise dos impactos das TIC, P&D e inovações na produtividade do trabalho. Ele traz um estudo empírico para o setor industrial brasileiro, em que se observa o quão importante estas novas tecnologias são para o desempenho e aumento da produtividade no setor industrial. Além disso, apresenta estudos que analisam os impactos provocados por meio das inovações tecnológicas ocorridas ao longo da evolução da atividade industrial. Com base no CAPÍTULO 1 observa-se uma nova transformação digital na capacidade produtiva especificamente na subseção 1.2, neste sentido, nota-se a importância em se analisar como que é o uso delas e quais impactos destas tecnologias na produtividade do trabalho e capital.

A subseção 1.3 apresentou os estudos que comprovam que as novas tecnologias causam impactos significativos na produtividade trabalho. Estes resultados são incentivos para este estudo realizado sobre o setor industrial brasileiro em que utiliza uma base de dados do IBGE por meio da PIA e Pintec, além da utilização de dados da RAIS/Caged. Esta análise setorial tem como princípio investigar os impactos que a inovação, o treinamento, P&D e a mão-de-obra especializada em TI causam na produtividade do trabalho.

Outra situação relevante é a apresentada no CAPÍTULO 2 com base em uma pesquisa como que cerca de 1200 empresas do setor de indústria de transformação brasileiro utiliza as TIC e como elas empregam para seu dia a dia tais tecnologias para potencializar suas atividades. Na subseção 2.1 é avaliado como estas empresas utilizam as tecnologias da Terceira Revolução Industrial, como uso de computadores, *Internet* e *softwares* para melhores resultados produtivos. Estas tecnologias tendem a potencializar a produtividade do trabalho e seu uso se torna importante tanto para que o pessoal empregado quanto para que as máquinas e equipamentos produzirem de modo cada vez mais eficiente. O emprego destas tecnologias é difundido pela maior parcela das empresas analisadas, entretanto, nota-se uma diferença entre as micro e pequenas firma em comparação com as médias e grandes companhias, relacionada ao uso de novo dispositivos eletrônicos (como notebooks e tablets).

Na subseção 2.2 apresentou como que as empresas utilizam estas tecnologias para vendas e comercialização dos seus produtos. Nesta subseção nota-se que as TIC contribuem não apenas para o desempenho produtivo, mas também para a divulgação das

empresas, compra e venda de produtos e serviços essenciais para as firmas. Em resumo a subseção 2.2 é que as firmas utilizam em grande quantidade as TIC, principalmente para potencializar o desempenho produtivo, porém faz uso moderado delas para a comercialização e venda de produtos. Os motivos apresentados pelas firmas se relacionam com dificuldades de alcançar o público-alvo ou dificuldades dos consumidores em usufruir destas ferramentas virtuais e *on-line* para adquirir produtos. Além disso, pode se observar que o percentual das receitas obtidas no meio eletrônico corresponde em uma parcela maior da receita total nas micro, pequenas e médias firmas do que na grande. Outro fator relevante é que a maior parte desta comercialização é destinada à outras empresas.

Ainda no CAPÍTULO 2 apresenta a subseção 2.3 que se refere ao emprego de pessoal capacitado em TI além da utilização de segurança digital como mecanismo de defesa de *cyber* ataques (ataques virtuais). Nota-se que as empresas buscam contratar estes profissionais, porém possuem uma grande dificuldade para encontrar e a maior parte das empresas fazem contratação de mão-de-obra externa para execução destes serviços relacionados à TI. Ainda nesta subseção possui uma análise sobre se as empresas realizam treinamento aos seus empregados sobre TI, para otimizar a utilizar os recursos digitais das firmas. Além disso, tem outra informação relevante que se refere a utilização de sistemas de segurança digitais, para proteção de seus dados e informações na rede de computadores. Em conclusão é notável que as companhias brasileiras fazem pouco uso destes profissionais, além de não se preocuparem com sistemas de proteções digitais de seus dados. Portanto, esta seção conclui que dentre as 1205 companhias analisadas, nas micro e pequenas firmas nota-se que elas utilizam em menor proporção políticas de gestão de risco e segurança digital do que as médias e grandes e que todas as firmas encontram dificuldades para contratar mão-de-obra especializada em TI.

A última subseção 2.4 se refere ao uso de novas tecnologias, principalmente relacionadas à Indústria 4.0, como uso de dados em nuvem, *Big Data*, robôs, impressora 3D entre outro. Estas novas tecnologias, como apontado acima, se relacionam com um potencial de produtividade elevada, por meio da produção digitalizada dos produtos industriais. Com estas tecnologias é possível aumentar a qualidade das mercadorias, assim como reduzir o tempo de testes e simulações com protótipos e até mesmo customizar os produtos conforme necessidades individuais dos consumidores. Para estas novas tendencias tecnológicas há um emprego reduzido de empresas, principalmente de com relação ao *Big Data*, robôs e impressora 3D. As demais tecnologias como *Big Data*,

robôs e impressão em 3D tem seu uso pouco aplicado entre as companhias estudadas. Entretanto nas grandes corporações nota-se um percentual de uso maior, apesar de ser baixo.

Para concluir, este CAPÍTULO 2 retratou que as firmas do setor industrial brasileiro fazem uso das TIC, porém este uso está restrito à atividade produtiva, não se utiliza estes recursos para promover divulgação e venda de suas mercadorias. Além disso, nota-se que há uma baixa adesão destas firmas para contratação de mão-de-obra na área de TI e um emprego muito reduzido das novas tecnologias da Indústria 4.0.

O CAPÍTULO 3 apresenta o resultado do estudo econométrico, com base nos dados em painéis construído a partir dos dados da PIA e da Pintec divulgados pelo IBGE e com dados do RAIS/Caged apresentados pelo MTE. Estes dois modelos desenvolvidos por meio de dois períodos sob a ótica das equações 2 e 3 explicada na subseção 3.1, a primeira com a sob a ótica da CNAE 1.0 entre os anos de 2000 até 2017 e a segunda sob a versão da CNAE 2.0 entre os anos de 2008 até 2017. No primeiro grupo de dados, tem-se uma comparação entre trinta e nove setores; já no segundo observa-se cinquenta e quatro setores. Os resultados apresentados no CAPÍTULO 3 foram apresentados em duas subseções a 3.3 e a 3.5 em que exibem as informações conforme uma das versões da CNAE utilizada. Com relação a informações destas duas seções, pode-se resumir que as classes dos setores industriais brasileiros sofrem com desinvestimentos, pouco estímulo à P&D e quedas constantes de faturamento. Além disso, observa-se que os poucos investimentos realizados, dispêndio com inovação, P&D e treinamento dos funcionários resultam em crescimento da produtividade do trabalho em ambos os períodos analisados.

Este trabalho pode concluir que o setor industrial brasileiro faz uso das TIC, realiza investimento, dispêndios em P&D, com inovações e treinamento, porém necessita de estímulos para que as firmas continuem seus esforços em aprimorar a produtividade do trabalho. Os modelos analisados não utilizam variáveis qualitativas destinadas aos setores nem utilizou possíveis *dummies* para instabilidade políticas e crises econômicas que ocorreram no período que podem contribuir ou não para o desempenho e incentivo as inovações no setor industrial. Em resumo, este estudo conclui que o setor industrial brasileiro tem dificuldades para incorporar as TIC na atividade industrial e resulta em baixos retornos dos investimentos, P&D, dispêndio em inovação e treinamento na produtividade do trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- ABOAL, D.; TACSIR, E. Innovation and Productivity in Services and Manufacturing: The Role of ICT Investment. **IDB Working Paper Series, No. IDB-WP-658, Inter-American Development Bank (IDB)**, Washington, DC, p. 34, Dezembro 2015.
- ALVES, A. T.; GOMES, R.; JUNIOR NERIS, C. O papel das TICs nas relações intersetoriais entre indústria e serviços. **48º Encontro Nacional de Economia (ANPEC)**, Rio de Janeiro, 7 a 11 Dezembro 2020.
- ARVANITIS, S.; LOUKIS, E. N. Information and communication technologies, human capital, workplace organization, and labour productivity: A comparative study based firm-level data for Greece and Switzerland. **Information Economics and Policy**, p. 43-61, 2019.
- BAPTISTA, M. A. C. **Política Industrial: Uma interpretação heterodoxa**. Campinas: Instituto de Economia Unicamp, 1997.
- BIGDATA CORP; PAYPAL BRASIL. **O perfil do E-commerce brasileiro**. BigData Corp. São Paulo - SP, p. 33. 2020.
- BRAGA, A. J. M. Análise da decomposição estrutural da variação do emprego entre 2000 e 2015. **Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Econômicas da Universidade de Brasília**, Brasília, 2019. 32.
- BRETTEL, M. et al. How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: an Industry 4.0 perspective. **International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering**, p. 37-44, 2014.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. **A segunda era das máquinas**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2015.
- BÜRKER, H. P.; BUSSETI, M. **Transformation: Delivering and sustaining breakthrough performance**. Boston Consulting Group. Boston, p. 67. 2016. (MA 02108).
- CADERNO ADENAUER XXI. **A quarta revolução industrial: inovações, desafios e oportunidades**. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Fundação Konrad Adenauer, v. I, 2020.
- CETTE, G.; NEVOUX, S.; PY, L. The impact of ICTs and digitalization on productivity and labor share: evidence from French firms. **Economics of Innovation and New Technology**, p. 1-25, 2021.
- CNI. **Síntese dos resultados: construindo o futuro da indústria brasileira**. Confederação Nacional da Indústria. Brasília, p. 276. 2018.
- COELHO, P. N. M. **Rumo à Indústria 4.0**. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia e gestão Industrial pela Universidade de Coimbra. Coimbra, p. 1-65. 2016.
- COMITÊ GESTOR DA INTERNET BRASIL. CETIC. **CETIC BR**, 2021. Disponível em: <<https://www.cetic.br/pt/>>. Acesso em: 01 Setembro 2021.
- DÍAZ-CHAO, A.; SAINZ-GONZÁLEZ, J.; TORRENT-SELLENS, J. ICT, innovation, and firm productivity: New evidence from small local firms. **Journal of Business Research**, Madri, v. 68, n. 1, p. 1439-1444, 2015.
- DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: A suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, Amsterdam, n. 11, p. 147-162, 1982.
- EDQUIST, H.; HENREKSON, M. Do R & D and ICT affect total factor productivity growth differently? **Telecommunications Policy**, Estocolmo, p. 106-119, Dezembro 2016.

- HAMBERKAMP, A. M. **Impactos dos investimentos em tecnologias da Informação nas variáveis estratégicas das empresas prestadoras de serviços contábeis**. Dissertação de mestrado Programa de Pós-Graduação em Administração UFRGS. Porto Alegre, p. 1-101. 2005.
- KUPFER, D. Uma abordagem neo-schumpeteriana de competitividade industrial. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 1, n. 17, p. 355-372, 1996.
- MATOS, J. D. S. **A Indústria 4.0 na economia brasileira: seus benefícios, impactos e desafios**. Monografia apresentada para obtenção de Bacharel em Ciências Econômicas. Uberlândia: Instituto de Economia e Relações Internacionais - UFU. 19 Dezembro 2018. p. 49.
- MISHEL, L.; SCHMITT, J.; SHIERHOLZ, H. Wage Inequality: A Story of Policy Choices. **New Labor Forum**, Los Angeles, CA, p. 26-31, Agosto 2014.
- MUMFORD, L. **Technics and civilization**. [S.l.]: University of Chicago Press, 2010.
- OCDE. **The Next Production Revolution: Implications for Governments and Business**. OCED Publishing. Paris, p. 1-442. 2017a. (978-92-64-27103-6).
- OCDE. **OECD Digital Economy Outlook 2017**. OECD Publishing. Paris, p. 1-325. 2017b.
- OCDE. **A caminho da era digital no Brasil**. OECD Publishing. Paris, p. 254. 2020. (ISBN 978-92-64-86541-1).
- OLIVEIRA, F. H. F. D. A desindustrialização brasileira e o emprego industrial. **Dissertação de Mestrado apresentada Econômicas do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, 2020.
- PAVITT, K. Padrões setoriais de mudança tecnológica: rumo a taxonomia e uma teoria. **Research Policy**, Amsterdã, v. 13, n. Tradução por José Ricardo Fucidji, p. 343-373, Dezembro 1984. ISSN Revisão e figuras por Vanderléia Radaelli.
- RÜBMANN, M. et al. **Industry 4.0: the future of productivity and growth in manufacturing industries**. Boston. 2015.
- SARBU, M. The impact of Industry 4.0 on innovation Performance: Insights from German manufacturing and service firms. **Social Science Research Network**, New York, p. 1-43, Maio 2020. Disponível em: <<https://ssrn.com/abstract=3610952>>. Acesso em: 14 Fevereiro 2021.
- SILVA, A. C. D.; DUARTE, P. H. E. As transformações produtivas e a desindustrialização brasileira. **Qualitas Revista Eletrônica**, Campina Grande, v. 19, n. I, p. 38-57, Março 2019. ISSN ISSN 1677 4280.
- SILVA, J. C. **Fábrica POLI: Concepção de fábrica de ensino no contexto Indústria 4.0**. São Paulo: Trabalho de Formatura - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2015.
- TIGRE, P. B. **Gestão da Inovação: a economia da tecnologia no Brasil**. Rio de Janeiro: Campus, 2006.

ANEXOS

Anexo 1 – Setores industriais brasileiro segundo classificação CNAE 1.0

CNAE 1.0	Setores
15	Fabricação de produtos alimentícios e bebidas
15.D	Fabricação de produtos alimentícios
15.9	Fabricação de bebidas
16	Fabricação de produtos do fumo
17	Fabricação de produtos têxteis
18	Confecção de artigos do vestuário e acessórios
19	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados
20	Fabricação de produtos de madeira
21	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
21.1	Fabricação de celulose e outras pastas
21.D	Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel
22	Impressão e reprodução de gravações
23	Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool
23.D	Fabricação de coque e biocombustíveis álcool e outros
23.2	Fabricação de produtos derivados do petróleo
24	Fabricação de produtos químicos
24.D	Fabricação de produtos químicos
24.5	Fabricação de produtos farmacêuticos
25	Fabricação de artigos de borracha e material plástico
26	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
27	Metalurgia
27.A	Produtos siderúrgicos
27.D	Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição
28	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos
29	Fabricação de máquinas e equipamentos
30	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
31	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos
32	Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações
32.1	Fabricação de material eletrônico básico
32.D	Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações
33	Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios
34	Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias
34.A	Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus
34.D	Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondição de motores
34.4	Fabricação de peças e acessórios para veículos
35	Fabricação de outros equipamentos de transporte
36	Fabricação de móveis e indústrias diversas
36.1	Fabricação de móveis
36.9	Fabricação de produtos diversos

Fonte: PINTEC (IBGE).

Anexo 2 - Setores industriais brasileiros segundo classificação CNAE 2.0

CNAE 2.0	Setores
10	Fabricação de produtos alimentícios
11	Fabricação de bebidas
12	Fabricação de produtos do fumo
13	Fabricação de produtos têxteis
14	Confecção de artigos do vestuário e acessórios
15	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos para viagem e calçados
16	Fabricação de produtos de madeira
17	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
17.1	Fabricação de celulose e outras pastas para a fabricação de papel
17.D	Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel
18	Impressão e reprodução de gravações
19	Fabricação de coque, de produtos derivados do petróleo e de biocombustíveis
19.D	Fabricação de coque e biocombustíveis álcool e outros
19.2	Fabricação de produtos derivados do petróleo
20	Fabricação de produtos químicos
20.1	Fabricação de produtos químicos inorgânicos
20.2	Fabricação de produtos químicos orgânicos
20.A	Fabricação de resinas e elastômeros, fibras artificiais e sintéticas, defensivos agrícolas e desinfetantes domissanitários
20.6	Fabricação de sabões, detergentes, produtos de limpeza, cosméticos, produtos de perfumaria e de higiene pessoal
20.D	Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes, lacas e produtos afins e de produtos diversos
21	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos
21.1	Fabricação de produtos farmoquímicos
21.2	Fabricação de produtos farmacêuticos
22	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico
23	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
24	Metalurgia
24.A	Produtos siderúrgicos
24.D	Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição
25	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos
26	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
26.1	Fabricação de componentes eletrônicos
26.2	Fabricação de equipamentos de informática e periféricos
26.A	Fabricação de equipamentos de comunicação
26.6	Fabricação de aparelhos eletromédicos e eletro terapêuticos e equipamentos de irradiação
26.D	Fabricação de outros produtos eletrônicos e ópticos
27	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos
27.A	Fabricação de geradores, transformadores e equipamentos para distribuição de energia elétrica
27.5	Fabricação de eletrodomésticos
27.D	Fabricação de pilhas, lâmpadas e outros aparelhos elétricos
28	Fabricação de máquinas e equipamentos
28.1	Fabricação de motores, bombas, compressores e equipamentos de transmissão
28.3	Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária
28.5	Fabricação de máquinas e equipamentos de uso na extração mineral e na construção
28.D	Outras máquinas e equipamentos
29	Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias
29.A	Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus
29.D	Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e recondicionamento de motores
29.4	Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores
30	Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores
31	Fabricação de móveis
32	Fabricação de produtos diversos
32.5	Fabricação de instrumentos e materiais para uso médico e odontológico e de artigos ópticos
32.D	Outros produtos diversos
33	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos

Fonte: PINTEC (IBGE).