

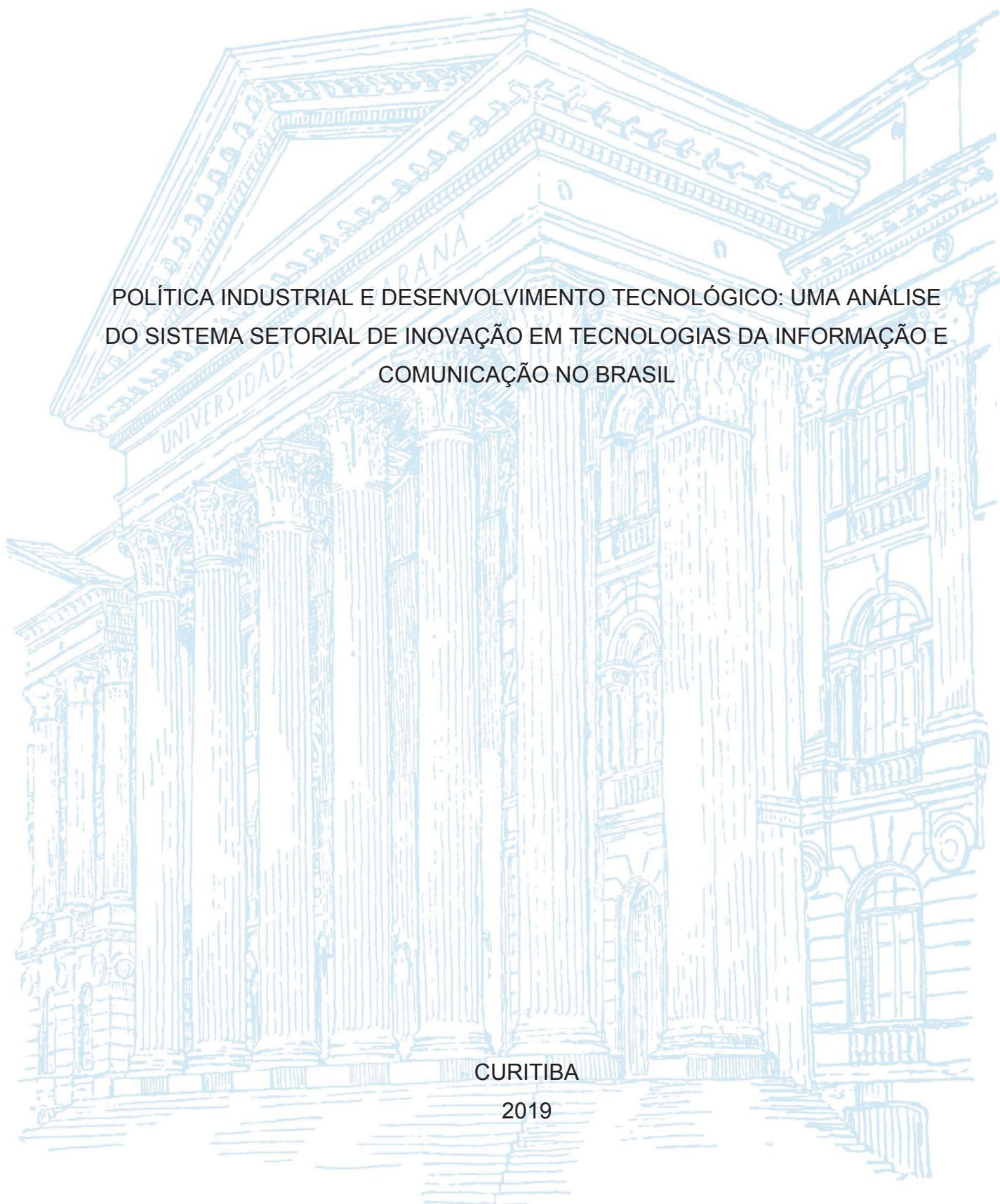
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MARCELO CASTELLANO LOPES

POLÍTICA INDUSTRIAL E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO: UMA ANÁLISE
DO SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E
COMUNICAÇÃO NO BRASIL

CURITIBA

2019



MARCELO CASTELLANO LOPES

POLÍTICA INDUSTRIAL E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO: UMA ANÁLISE
DO SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E
COMUNICAÇÃO NO BRASIL

Trabalho de dissertação apresentado ao curso de Pós-Graduação em Políticas Públicas, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, como requisito à obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas.

Orientador: Prof. Dr. Walter Tadahiro Shima

CURITIBA

2019

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS SOCIAIS
APLICADAS – SIBI/UFPR COM DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)
Bibliotecário: Eduardo Silveira – CRB-9/1921

Lopes, Marcelo Castellano

Política industrial e desenvolvimento tecnológico: uma análise do sistema setorial de inovação em tecnologias da informação e comunicação no Brasil / Marcelo Castellano Lopes. – 2019.
174 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas.

Orientador: Walter Tadahiro Shima.

Defesa: Curitiba, 2019.

1. Políticas Públicas. 2. Tecnologia da informação. I. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Sociais Aplicadas. Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas. II. Shima, Walter Tadahiro. III. Título.

CDD 384.0981

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em POLÍTICAS PÚBLICAS da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **MARCELO CASTELLANO LOPES**, intitulada: **POLÍTICA INDUSTRIAL E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO: UMA ANÁLISE DO SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO BRASIL**, sob orientação do Prof. Dr. WALTER TADAIRO SHIMA, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 27 de Novembro de 2019.




WALTER TADAIRO SHIMA
Presidente da Banca Examinadora



PAULO BASTOS TIGRE
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO)



RICARDO LOBATO TORRES
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO
PARANÁ)



MARCOS PAULO FUCK
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me dado a sabedoria necessária para desenvolver esta dissertação e enfrentar os desafios inerentes deste processo. Em seguida, agradeço aos meus companheiros de programa, que se tornaram peças fundamentais na minha evolução como pessoa e pesquisador. Em especial a Mara, Eduardo, Marcelo, Andressa, Nicole, Hellen, entre muitos outros, que sempre estiveram próximos de mim, me incentivando e compartilhando conhecimentos.

Meu agradecimento especial aos meus professores, que além da profunda dominância sobre os conteúdos ensinados, sempre foram companheiros e incentivadores da minha trajetória acadêmica. Dentre eles, um muito obrigado especial ao meu orientador, mentor e amigo, Walter Tadahiro Shima. Este participa da minha pequena trajetória acadêmica desde a iniciação científica, e de lá até então, sempre me incentivou a pesquisar novas áreas, aprofundar conhecimentos e possuir um comportamento incansável em busca do aprendizado. Não sei como poderei te agradecer o suficiente pelo tanto que transformou a minha vida, mas farei o possível para continuar correspondendo à confiança depositada em mim.

Aos meus irmãos e pais, que sempre estiveram ao meu lado nos momentos alegres e difíceis. Não teria a menor capacidade de suportar todos os desafios que enfrentei se não tivesse a certeza de os ter junto de mim. Aos meus amigos Pedro, Thiago, Mauro e Rafael muito obrigado por me alegrarem e serem meus companheiros para todos os momentos de descontração (mais do que necessário). Por fim, agradeço a minha amiga, namorada, noiva e futura mulher, Paula. Seu carinho e atenção foram muito além de me proporcionar o sentimento de ser amado, mas também me incentivaram todos os dias a ser uma pessoa que mereça a sua companhia. Essa conquista também é sua. Eu te amo.

À CAPES pela bolsa ofertada durante o período da pós graduação e do desenvolvimento desta dissertação.

RESUMO

O objetivo desta dissertação é avaliar o sistema setorial de inovação em tecnologias da informação e comunicação no Brasil. A crescente importância deste setor, vinculada à funcionalidade no cotidiano da sociedade e na produtividade do trabalho, somada à revolução da indústria 4.0, permite ao país uma oportunidade de desenvolvimento econômico e social sustentado pela adoção e produção destas tecnologias. Esta dissertação é embasada pela estrutura competitiva contemporânea, onde o desempenho competitivo está diretamente relacionado a diferenciação de produtos e processos por meio de inovações. Logo, a teoria de sistemas de inovação parece ser o ramo teórico mais compatível com a estratégia de implementação de uma política industrial que induza o desenvolvimento tecnológico neste setor. A metodologia utilizada foi a análise descritiva de dados correspondentes aos elementos considerados como determinantes na operacionalização e desempenho do sistema. A avaliação da infraestrutura esteve baseada nos *reports* e indicadores extraídos da *International Telecommunication Union*, a delimitação do setor foi realizada com base na classificação da CNAE 2.0, permitindo extração de dados da base da Relação Anual de Informações Sociais, da Secretaria de Comércio Exterior, Diretório de Grupos de Pesquisa, Instituto Nacional da Propriedade Industrial e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. Os resultados implicam o inter-relacionamento dos capítulos constituídos. A teoria de sistemas de inovação parece ser mais adequada por incentivar a troca de conhecimento por agentes diversos inseridos em um contexto institucional que estimula o relacionamento mútuo. O desempenho do país no setor parece se aproximar de países referência mais em decorrência da maturação da infraestrutura nestes do que esforços de investimento, contudo, apresenta oportunidades econômicas vinculadas à infraestrutura fixa e produtos sofisticados. O quadro produtivo aponta para uma trajetória de especialização em atividades de serviço, e demonstra competitividade decrescente em termos globais, prejudicando o saldo da balança comercial. A infraestrutura científica se sobrepõe aos resultados do quadro produtivo, sendo protagonizada pelas atividades de serviço, contudo, com participação da fabricação de equipamentos. Os desembolsos do BNDES parecem vulneráveis ao contexto político vigente, e embora sejam decrescentes no período recente, a participação daqueles voltados à inovação se torna mais expressiva. As conclusões implicam na ausência de um sistema de inovação consolidado, contudo, com elementos que permitem a implementação de uma política visando a construção de laços sistêmicos entre os atores pertencentes ao sistema.

Palavras-chave: Sistema de inovação 1. Política industrial 2. Desenvolvimento tecnológico 3. Tecnologia da informação de comunicação 4. Indústria 4.0 5.

ABSTRACT

The main objective of this dissertation is to analyze the sectoral innovation system of information and communication technologies (SISICTs) at Brazil. The growing importance of this sector, linked to the functionalities at society and work productivity, plus the 4.0 industrial revolution, provides the country an opportunity of social and economic development sustained by the adoption and production of this technologies. This dissertation is supported by the contemporary competitive structure, in which the competitive performance is directly associated with product and process differentiation through innovations. In this regard, the innovation system theory seems the most compatible theoretical field with the strategy of implementing an industrial policy that induces technological development in this sector. The methodology used to develop this dissertation was descriptive data analysis associated with the main elements considered to be impactful to the system operationalization and performance. The infrastructure assessment was based on reports and indicators obtained from International Telecommunication Union; the sector delimitation was realized according to CNAE 2.0 classification, allowing the extraction of data from *Relação Anual de Informações Sociais*, Secretaria de Comércio Exterior, Diretório de Grupos de Pesquisa, Instituto Nacional da Propriedade Industrial and Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. The results imply the interrelationship of the constituted chapters. The innovation system theory seems more appropriated to encourage knowledge trade by agents inserted in an institutional context that stimulates mutual relationships. The country performance in this sector indicates that the *gap* to the most connected ones is narrowing sustained by the technological maturation in these, however, it presents economic opportunities linked to fix infrastructure implementation and sophisticated products. The productive framework appoints to a specialization trajectory starred by services activities, but with some level of equipment participation. The scientific infrastructure shares many characteristics with the productive framework, conducting researches mainly over services activities, but with significant participation of transformation segment. BNDES financial support looks vulnerable to political context and shows signs of decrease in recent period, nevertheless the innovation representation is growing. The conclusions indicate the absence of a consolidated innovation system, yet with elements that allow a policy implementation targeted at constructing systemic links between agents belonging to the system.

Keywords: Innovation system 1. Industrial Policy 2. Technological development 3. Information and communication technologies 4. Industry 4.0 5.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - COMPOSIÇÃO DO <i>ICT DEVELOPMENT INDEX</i> (IDI).....	24
QUADRO 2 - DELIMITAÇÃO DO SETOR DAS TICS	26

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – ICT DEVELOPMENT INDEX: EVOLUÇÃO DO BRASIL E DOS “MAIS CONECTADOS”	69
TABELA 2 – TAXA DE CRESCIMENTO MÉDIO DO INVESTIMENTO E DA RECEITA (CAGR).....	73
TABELA 3 – ICT DEVELOPMENT INDEX: EVOLUÇÃO DO BRASIL E DOS DEMAIS PAÍSES DO BRICS	74
TABELA 4 – TAXA DE CRESCIMENTO MÉDIO DO INVESTIMENTO E DA RECEITA (CAGR).....	79
TABELA 5 – INDICADORES DE EDUCAÇÃO NO BRASIL.....	94
TABELA 6 – TAXA DE CRESCIMENTO DAS EMPRESAS QUANTO ÀS ATIVIDADES.....	101
TABELA 7 – TAXA DE CRESCIMENTO DO NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS POR REGIÃO PARA ATIVIDADE E NO SETOR DAS TICS	104
TABELA 8 – TAXA DE CRESCIMENTO DOS VÍNCULOS POR TAMANHO DE EMPRESA PARA O SETOR DAS TICS	108
TABELA 9 – TAXA DE CRESCIMENTO DO NÚMERO DE VÍNCULOS POR REGIÃO	109
TABELA 10 – TAXA DE CRESCIMENTO DA QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL POR ATIVIDADE DO SETOR DAS TICS	113
TABELA 11 – TAXA DE CRESCIMENTO DA QUALIFICAÇÃO POR REGIÃO NO SETOR DAS TICS	115
TABELA 12 – TAXA DE CRESCIMENTO DA DISTRIBUIÇÃO DE RENDIMENTOS MÉDIOS NO SETOR DAS TICS.....	118
TABELA 13 – ÍNDICE DE COMPETITIVIDADE POR ATIVIDADE E PELO SETOR DAS TICS COM OS GRUPOS DE PAÍSES.....	125
TABELA 14 – PEDIDOS DE PATENTES DE ACORDO COM O TRATADO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE PATENTES SEGUNDO PAÍS DE RESIDÊNCIA NO SETOR DAS TICS	145

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – <i>ICT DEVELOPMENT INDEX</i> : COMPARAÇÃO ENTRE A TRAJETÓRIA DE DESENVOLVIMENTO DO BRASIL COM OS PAÍSES “MAIS CONECTADOS”	69
GRÁFICO 2 – INVESTIMENTO (PER CAPITA) EM SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL E NOS “MAIS CONECTADOS”	70
GRÁFICO 3 - INVESTIMENTO (%PIB) NOS SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL E NOS “MAIS CONECTADOS”	71
GRÁFICO 4 – INVESTIMENTO SOBRE A RECEITA NOS SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL E NOS MAIS CONECTADOS	72
GRÁFICO 5 – <i>ICT DEVELOPMENT INDEX</i> : COMPARAÇÃO ENTRE A TRAJETÓRIA DE DESENVOLVIMENTO DOS PAÍSES DO BRICS	75
GRÁFICO 6 – INVESTIMENTO (PER CAPITA) EM SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES PELOS PAÍSES DO BRICS	76
GRÁFICO 7 – INVESTIMENTOS (%PIB) EM SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES PELOS PAÍSES DO BRICS	77
GRÁFICO 8 – INVESTIMENTO NOS SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES EM MILHÕES DE DÓLARES DOS PAÍSES DO BRICS	78
GRÁFICO 9 – INVESTIMENTO (SOBRE A RECEITA) EM TELECOMUNICAÇÕES PELOS PAÍSES DO BRICS	79
GRÁFICO 10 – <i>ICT DEVELOPMENT INDEX</i> : EVOLUÇÃO DO GRUPO DOS BRICS E DOS “MAIS CONECTADOS”	81
GRÁFICO 11 – INVESTIMENTO (PER CAPITA) NOS SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES PELO BRICS E “MAIS CONECTADOS”	82
GRÁFICO 12 – INVESTIMENTO (%PIB) EM SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES PELO BRICS E “MAIS CONECTADOS”	83
GRÁFICO 13 – INVESTIMENTO (SOBRE A RECEITA) EM SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES PELO BRICS E “MAIS CONECTADOS”	84
GRÁFICO 14 – EVOLUÇÃO NO NÚMERO DE ASSINATURAS DE TELEFONIA FIXA E MÓVEL PARA CADA 100 HABITANTES	86
GRÁFICO 15 – PORCENTAGEM DE NÚMERO DE CASAS COM COMPUTADOR E ACESSO À INTERNET NO BRASIL	88

GRÁFICO 16 – BANDA LARGA INTERNACIONAL POR USUÁRIO (BIT/S)	90
GRÁFICO 17 – EVOLUÇÃO NO NÚMERO DE ASSINATURAS DE BANDA LARGA FIXA E MÓVEL PARA CADA 100 HABITANTES E O NÚMERO DE INDIVÍDUOS ACESSANDO A INTERNET	92
GRÁFICO 18 – DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS NO SETOR DAS TICS EM RELAÇÃO AO TAMANHO DAS FIRMAS	99
GRÁFICO 19 – DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS QUANTO ÀS ATIVIDADES EXERCIDAS	100
GRÁFICO 20 – DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DO NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS PERTENCENTES AO SETOR DAS TICS	103
GRÁFICO 21 – NÚMERO DE VÍNCULOS ATIVOS PARA CADA TAMANHO DE EMPRESA PERTENCENTE AO SETOR DAS TICS	106
GRÁFICO 22 – ALOCAÇÃO DOS VÍNCULOS PARA CADA ATIVIDADE INSERIDA NO SETOR DAS TICS	107
GRÁFICO 23 – DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DO NÚMERO DE VÍNCULOS ATIVOS NO SETOR DAS TICS	109
GRÁFICO 24 – QUALIFICAÇÃO FORMAL DOS TRABALHADORES VINCULADOS AO SETOR DAS TICS	111
GRÁFICO 25 – EVOLUÇÃO NO QUADRO DE PROFISSIONAIS COM PÓS- GRADUAÇÃO NO SETOR DAS TICS	112
GRÁFICO 26 – EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE CLASSES DE RENDA DOS FUNCIONÁRIOS DO SETOR DAS TICS	117
GRÁFICO 27 – IMPORTAÇÃO DE TICS EM MILHÕES DE DÓLARES.	121
GRÁFICO 28 – EXPORTAÇÃO DE TICS EM MILHÕES DE DÓLARES	122
GRÁFICO 29 – SALDO DA BALANÇA COMERCIAL DE TICS EM MILHÕES DE DÓLARES	124
GRÁFICO 30 – DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS DE PESQUISA SOBRE AS ATIVIDADES DE TRANSFORMAÇÃO E SERVIÇOS DO SETOR DAS TICS	130
GRÁFICO 31 – DISTRIBUIÇÃO DAS LINHAS DE PESQUISA SOBRE AS ATIVIDADES DE TRANSFORMAÇÃO E SERVIÇOS DO SETOR DAS TICS	131
GRÁFICO 32 – REPRESENTATIVIDADE DAS DIVISÕES CNAE SOBRE OS GRUPOS DE PESQUISA EM 2016	133

GRÁFICO 33 – REPRESENTATIVIDADE DAS DIVISÕES CNAE SOBRE AS LINHAS DE PESQUISA EM 2016.....	134
GRÁFICO 34 – NÚMERO DE PUBLICAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS CORRESPONDENTES À GRANDE ÁREA DE ENGENHARIAS E COMPUTAÇÃO	135
GRÁFICO 35 – EVOLUÇÃO DOS DEPÓSITOS DE PATENTES DE INVENÇÃO POR RESIDENTES, E A PARTICIPAÇÃO DAS IES SOBRE O TOTAL NO SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA	137
GRÁFICO 36 – MÉDIA DE PARTICIPAÇÃO DAS IES SOBRE OS DEPÓSITOS DE PATENTES PARA CADA ÁREA PERTENCENTE AO SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA.....	138
GRÁFICO 37 – EVOLUÇÃO DOS DEPÓSITOS DE PATENTES DE PROGRAMA DE COMPUTADOR POR RESIDENTES E PARTICIPAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO E PESQUISA.....	139
GRÁFICO 38 – DISPÊNDIOS DESTINADOS À P&D EM FUNÇÃO DO PIB PARA PAÍSES SELECIONADOS	144
GRÁFICO 39 – EVOLUÇÃO DOS DESEMBOLSOS DE FINANCIAMENTO DO BNDES SOBRE O SETOR DAS TICS EM MILHÕES DE REAIS EM PREÇOS CONSTANTES DE JUNHO DE 2019	147
GRÁFICO 40 – EVOLUÇÃO DOS DESEMBOLSOS DE FINANCIAMENTO DO BNDES SOBRE O SETOR DAS TICS SEGREGADO COM BASE NOS SEGMENTOS DE ATUAÇÃO EM MILHÕES DE REAIS A PREÇOS CONSTANTE DE JUNHO DE 2019.....	149
GRÁFICO 41 – EVOLUÇÃO DOS DESEMBOLSOS DE FINANCIAMENTO DO BNDES SOBRE O SETOR DAS TICS SEGREGADO COM BASE NOS SEGMENTOS DE ATUAÇÃO (1995 COMO ANO BASE).....	151
GRÁFICO 42 – EVOLUÇÃO DO DESEMBOLSO DESTINADO ÀS ATIVIDADES INOVATIVAS (EM MILHÕES DE REAIS) E PARCELA SOBRE O FINANCIAMENTO TOTAL	153
GRÁFICO 43 – PARCELA DO FINANCIAMENTO DE APOIO À INOVAÇÃO DESTINADO AOS SEGMENTOS DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL, SERVIÇOS E INFRAESTRUTURA.....	154
GRÁFICO 44 – DESEMBOLSOS DESTINADOS À INOVAÇÃO EM MILHÕES DE REAIS PARA OS SEGMENTOS DAS TICS	155

GRÁFICO 45 – RELAÇÃO DO DESEMBOLSO TOTAL MEDIDO EM MILHÕES DE REAIS DESTINADO À INOVAÇÃO NO SETOR COM O NÚMERO DE INSTRUMENTOS FINANCEIROS OFERTADOS PELO BNDES	157
GRÁFICO 46 – REPRESENTATIVIDADE DE CADA INSTRUMENTO FINANCEIRO SOBRE O TOTAL DOS DESEMBOLSOS DO BNDES PARA INOVAÇÃO NO SETOR DAS TICS	158
GRÁFICO 47 – DISTRIBUIÇÃO DOS DESEMBOLSOS DESTINADOS À INOVAÇÃO POR TAMANHO DE EMPRESA	160
GRÁFICO 48 – NÚMERO DE PROJETOS FINANCIADOS POR TAMANHO DE EMPRESA.....	161

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
1.1 AS PROTAGONISTAS DO MUNDO CONTEMPORÂNEO.....	15
1.2 A REDE TECNOLÓGICA DO SETOR DAS TICS	17
1.3 AS HERANÇAS ADQUIRIDAS PELO SETOR DAS TICS NO BRASIL	18
1.4 EM BUSCA DE UM SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM TICS	20
2 METODOLOGIA	23
2.1 AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DO SETOR DAS TICS NO BRASIL	23
2.2 DELIMITAÇÃO DO SETOR DAS TICS	26
2.2.1 Tamanho dos estabelecimentos.....	27
2.2.2 Renda média dos trabalhadores	27
2.2.3 Mensuração da competitividade.....	28
2.3 AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA.....	29
2.3.1 Delimitação empregada nos grupos e linhas de pesquisa	29
2.3.2 Número de publicações científicas nacionais e internacionais.....	30
2.3.3 Mensurando dados vinculados aos depósitos de patentes	30
2.4 FINANCIAMENTO ÀS ATIVIDADES PRODUTIVAS, DE INFRAESTRUTURA E INOVAÇÃO	31
2.4.1 Delimitação das atividades de produção industrial e implementação de infraestrutura	32
2.4.2 Desembolsos destinados à inovação e visualização das características respectivas	32
3 REVISÃO DA LITERATURA DE SISTEMAS DE INOVAÇÃO: EMBASAMENTO TEÓRICO PARA AS DISCUSSÕES PROPOSTAS SOBRE O SETOR DAS TICS.	34
3.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS CONSTITUINTES DE UM SISTEMA DE INOVAÇÃO	34
3.1.1 Correntes teóricas introdutoras do fator colaborativo.....	35
3.1.2 Sistemas de inovação: um instrumento político e analítico	37
3.2 INFRAESTRUTURA DAS TICS E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO.....	46
3.2.1 TICs como oportunidade de salto no processo de desenvolvimento econômico 47	
3.3 ATORES PRODUTIVOS E DINAMISMO DE ATUAÇÃO DAS TICS	51
3.3.1 Atores produtivos como os elementos chaves de um SI	51
3.3.2 A convergência entre as atividades envolvidas no setor das TICs.....	52

3.3.3	Transformação e serviços com contribuições específicas ao desenvolvimento	53
3.3.4	Experiência brasileira com as atividades que constituem o setor	54
3.4	O PAPEL DA INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA NO DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÕES	56
3.4.1	A revolução científica nos Estados Unidos e a procrastinação no desenvolvimento brasileiro	56
3.4.2	Papel das universidades em um sistema de inovação	58
3.4.3	Entrelaçamento dos resultados científicos com os objetivos produtivos	59
3.5	A IMPORTÂNCIA DO CRÉDITO E DO ENVOLVIMENTO PÚBLICO NO PROCESSO INOVATIVO.....	62
3.5.1	O envolvimento do crédito com a inovação	62
3.5.2	A oferta de crédito pelo poder público	63
3.5.3	Atuação do BNDES para estimular a economia brasileira e o processo inovativo	64
3.6	CONCLUSÃO.....	66
4	VISUALIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA BRASILEIRA A PARTIR DE UMA ANÁLISE COMPARATIVA: UMA JANELA DE OPORTUNIDADE	68
4.1	O DISTANCIAMENTO DO BRASIL EM RELAÇÃO AOS “MAIS CONECTADOS”	68
4.2	DESEMPENHO BRASILEIRO EM COMPARAÇÃO AO BRICS	74
4.3	RELAÇÃO DOS BRICS COM OS MAIS CONECTADOS	80
4.4	DESTRUTURAÇÃO DO IDI PARA O BRASIL: AVALIANDO OS OBSTÁCULOS À PARTICIPAÇÃO NA REDE	85
4.4.1	Indicadores de acesso.....	86
4.4.2	Indicadores de uso	91
4.4.3	Indicadores de habilidade.....	94
4.5	CONCLUSÃO.....	96
5	INFRAESTRUTURA PRODUTIVA E COMPETIVIDADE: O QUADRO DOS AGENTES DE PRODUÇÃO NO SETOR DAS TICS.....	98
5.1	CARACTERÍSTICAS DA INFRAESTRUTURA PRODUTIVA DO SETOR.....	98
5.1.1	Exposição do quadro produtivo em relação ao número de estabelecimentos..	98
5.1.2	Exposição do quadro produtivo em relação ao número de funcionários	105
5.1.3	Qualificação profissional dos trabalhadores.....	110
5.1.4	Evolução da distribuição de renda do setor.....	116

5.2 AVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE NACIONAL NO SETOR DAS TICS	120
5.2.2 Mensurando o desempenho por intermédio do índice de competitividade.....	124
5.3 CONCLUSÃO.....	126
6 INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA DO SETOR DAS TICS: A FUNDAMENTAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO	129
6.1 GRUPOS E LINHAS DE PESQUISA VINCULADOS AO DIRETÓRIO DOS GRUPOS DE PESQUISA.....	129
6.1.1 Evolução das pesquisas vinculadas à manufatura e serviços.....	130
6.1.2 Distribuição das classes sobre nos grupos e linhas de pesquisa mais recentes	132
6.2 EVOLUÇÃO DAS PUBLICAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS DA ÁREA DE ENGENHARIA E COMPUTAÇÃO.....	135
6.3 PATENTES VINCULADAS ÀS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR.....	136
6.4 CONCLUSÃO.....	140
7 CRÉDITO PARA ESTIMULAR E SUSTENTAR O DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÕES.....	143
7.1 COMPARATIVO INTERNACIONAL DE APOIO À INOVAÇÃO E DESEMPENHO NO SETOR DAS TICS	143
7.2 AVALIAÇÃO HISTÓRICA E COMPORTAMENTAL DO FINANCIAMENTO DO SETOR DAS TICS	146
7.3 AVALIAÇÃO DOS INVESTIMENTOS DESTINADOS ÀS ATIVIDADES INOVATIVAS.....	152
7.4 CONCLUSÃO.....	162
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	165
REFERÊNCIAS.....	170

1 INTRODUÇÃO

O objetivo desta dissertação é avaliar o sistema setorial de inovação em tecnologias da informação e comunicação do Brasil (SSITICs). À luz disso, a pergunta central que se busca responder no decorrer das análises descritivas de dados relacionados ao objeto de pesquisa é: o Brasil possui um sistema de inovação voltado para estas tecnologias?

1.1 AS PROTAGONISTAS DO MUNDO CONTEMPORÂNEO

As tecnologias de informação e comunicação (TICs) se tornam cada vez mais presentes em nossa sociedade, penetrando com importância e intensidade similar tanto a dimensão social quanto econômica. A gênese deste setor ocorreu por meio da convergência de duas tecnologias que em muito contribuíram com o desenvolvimento das nações no século passado. O primeiro pilar são as tecnologias de informática, que em decorrência da agilidade de processamento de dados e informações, impactaram profundamente a produtividade das firmas a partir da terceira revolução industrial promovida pela microeletrônica. Somado a estas, as tecnologias de telecomunicações estabeleceram uma infraestrutura de conectividade que intensificou a globalização e o comércio internacional, aproximando os países, firmas e pessoas.

As TICs, dando continuidade aos benefícios promovidos pelas suas tecnologias constitutivas, se aproveitam da infraestrutura de telecomunicações para transmitir as informações e dados processados em velocidades crescentes como efeito da evolução exponencial das tecnologias de processamento. Oliveira (2016) observa essa convergência como efeito de um processo de digitalização, que como reforçado por Brynjolfsson e McAfee (2016), é um movimento chave em gerar oportunidades que sustentam o crescimento econômico embasado por estas tecnologias. Em síntese, essa nova estrutura proporcionada pelas TICs acaba sendo caracterizada por uma natureza dinâmica (em constante transformação e evolução) e pervasiva (gerando transbordamentos em diferentes setores e dimensões).

Como defendido no início desta seção, as TICs estão protagonizando efeitos incidentes na dimensão social e econômica, com mesma importância e intensidade. Talvez os impactos mais usualmente apontados são os da natureza de entretenimento, via redes sociais, plataformas de *streaming* de vídeos e músicas,

conectividade para jogos em rede, entre outros. Entretanto, do ponto de vista do desenvolvimento social, estas tecnologias possuem uma capacidade de impactar de modo positivo a vida das pessoas situadas à margem da sociedade. A utilização viabiliza a democratização do acesso à informação, à serviços públicos, qualificação da mão de obra, fiscalização dos agentes públicos, participação em debates políticos, entre outros. Porém, como destacado, esses efeitos são potenciais, ou seja, condicionados pela elaboração de políticas públicas que promovam e estimulem a difusão e adoção destas tecnologias por aqueles que podem ser os maiores beneficiados do seu manuseamento.

Sobre a dimensão da produção o seu impacto se subdivide entre a ótica da atividade de produzir e na funcionalidade de produtos das mais variadas origens. A desnecessidade de delimitar o objeto que sofrerá os efeitos das TICs decorre da supramencionada característica pervasiva destas tecnologias. O resultado é que, por mais que esse setor seja caracterizado por uma alta intensidade tecnológica, não são apenas os setores com esta mesma característica que acabam se beneficiando do emprego destas tecnologias. Na produção agrícola, por exemplo, setor que tradicionalmente é considerado como intensivo em mão de obra, o emprego do processamento de dados somado à conectividade instantânea promove um ambiente onde o agricultor possui ciência da produtividade do solo, umidade do ar, expectativa de colheita, controle de pragas e etc. Estas questões amplificam o controle do produtor, trazendo aumento de eficiência para a lavoura. Deste modo, a evolução do setor das TICs proporciona uma nova oportunidade para países menos desenvolvidos constituírem novas políticas industriais visando a formação de alianças produtivas para tecnologias intensivas em conhecimento, tendo como consequência, transbordamentos sobre a sociedade quanto à qualificação profissional, distribuição de renda, incremento da produtividade e etc.

A penetração deste setor na dimensão do produto está em crescente debate internacional visando o novo contexto exemplificado pelo conceito de internet das coisas (IoT). Com isso, tanto os consumidores se beneficiam de um ambiente mais conectado, na qual os produtos reconhecem as necessidades dos seus proprietários, como as firmas produtoras também podem adquirir essas informações e desenvolver novos produtos mais adequados às expectativas da demanda atual. Essa capacidade das TICs penetrarem diferentes espécies de produtos proporcionam novas oportunidades de desenvolvimento, que podem ser objeto de políticas industriais

visando a devida exploração. Somado a isso, além dos impactos que estas tecnologias podem gerar sobre diferentes setores acerca de aspectos de produtividade e funcionalidade, o próprio desenvolvimento das TICs também é exaltado por conta da sua inerente dinamicidade, diminuindo as barreiras à entrada de novos competidores.

1.2 A REDE TECNOLÓGICA DO SETOR DAS TICS

Ultrapassado o entendimento acerca das principais contribuições destas tecnologias, é preciso entender as características morfológicas do complexo de atividades e produtos que configuram a base do setor. Por conta de possuir uma fronteira dinâmica, a respectiva delimitação não é uma tarefa trivial, contudo, a literatura busca expressar algum entendimento sobre o caso. Fransman (2010) define o setor utilizando-se de uma representação em camadas inter-relacionadas e conectadas: fabricantes de equipamentos, operadores de rede, desenvolvedores de aplicativos e conteúdos, e por fim, os consumidores. Essas quatro camadas, apresentadas em ordem crescente de hierarquia, sustentam o núcleo do setor, que em certo grau, embasa o próprio entendimento desta dissertação.

Para Fransman (2010), no centro desta configuração em camadas está a inovação, que é o elemento que incentiva os diferentes níveis a se inter-relacionarem. Os fabricantes de equipamentos atuam como os fornecedores básicos dos instrumentos utilizados pelos provedores de rede. Estes, por sua vez, disponibilizam a infraestrutura básica de conectividade que permite que os desenvolvedores de aplicativos e conteúdos estejam conectados aos consumidores. Deste modo, é possível observar um entrelaçamento simbiótico entre todos os participantes desta rede configurada pelas TICs, visto que há um aprisionamento das oportunidades de desenvolvimento com os insumos que são ofertados pelos respectivos fornecedores, e o resultado desta dinâmica é o reconhecimento por parte de todos os agentes de que a comunicação entre eles é um fator fundamental para a competitividade da rede como um todo.

Ao existir o reconhecimento da importância crítica da inovação no setor se aproxima do entendimento da pergunta central desta dissertação, ou seja, buscar analisar se no Brasil existe uma estrutura que busque alavancar a capacidade dos agentes econômicos integrantes ao SSITICs de desenvolverem inovações. Essa

associação não fica apenas enfatizada pela ótica da literatura, mas também é facilmente observada por dados atuais acerca da disposição internacional das firmas em investir em P&D.

O reporte desenvolvido por Hernández et al. (2019) para a Comissão da União Europeia traz a contribuição de apresentar o protagonismo das TICs em promover a transformação da sociedade em que vivemos. Embasado pelas demonstrações contábeis de 2500 empresas, os resultados indicam que 38,7% do total investimento em P&D é desembolsado por empresas pertencentes ao complexo do setor, 34 das 100 maiores empresas (em termos de investimento em P&D) são oriundas do setor, e ainda sobre isso, seis das sete primeiras são produtoras de equipamentos ou desenvolvedoras de aplicativos.¹ Os resultados brasileiros expostos nesta mesma pesquisa, de certo modo, já desenvolvem uma certa expectativa sobre os resultados observados no decorrer desta dissertação, visto que as quatro empresas com maior investimento em P&D no Brasil, e a respectiva colocação dentre as 2500, são: Vale (397), Embraer (477), Petrobras (540) e TOTVS (1150), explicitando a baixa propensão das firmas brasileiras em assumir atividades formais de inovação.

O investimento em P&D não é a única variável determinante do desempenho em desenvolver inovações, contudo, é um indicador que enfatiza a tese de Fransman (2010) de que a inovação está no centro do setor. O que se sugere para os formuladores de política no Brasil é que o entendimento acerca da importância destas tecnologias resulte em iniciativas que busquem construir uma aptidão no setor que se reflita em crescimento da competitividade nacional. Sobre esta, a inovação é o elemento mais importante, e dando palavra ao sujeito que deu início às discussões sobre este tema: “Esse tipo de concorrência (inovação) é tão mais eficaz que a outra (preço) quanto um bombardeio em comparação com arrombamento de uma porta [...] (SCHUMPETER, 2017, p. 122, parênteses meu).

1.3 AS HERANÇAS ADQUIRIDAS PELO SETOR DAS TICs NO BRASIL

Como mencionado anteriormente, o setor das TICs é resultado da convergência entre as tecnologias de processamento de dados e de

¹ A única empresa das 7 primeiras que não pertence ao setor das TICs é a empresa alemã da indústria automobilística Volkswagen.

telecomunicações. Ambos setores foram objeto de intervenções políticas, que de certo modo, acabaram desenvolvendo sequelas que estão presentes nas características atuais observadas no setor das TICs no Brasil.

A política de informática esteve fortemente atrelada ao desejo nacional de autonomia tecnológica sobre um setor que estava relacionado de forma muito próxima à segurança nacional. Com isso, as iniciativas foram tomadas pela Marinha, sendo aproveitadas por um núcleo composto por “técnicos nacionalistas frustrados com um grande interesse pessoal e ideológico na criação de uma indústria local de computadores” (EVANS, 1986, p. 792, tradução própria). Os entrelaçamentos para a produtividade do setor contaram com o financiamento do Banco Nacional de Desenvolvimento, que foi um elemento central em viabilizar a sobrevivência da empresa COBRA, tida como um importante agente institucional do setor.

O pilar que sustentava a produção nacional sobre esta política foi a reserva de mercado, onde o governo institucionalmente protegia os produtos nacionais da aquisição via mercado externo. Contudo, este instrumento gerou efeitos danosos sobre a ótica dos avanços científicos, tecnológicos e capacidade inovativa das firmas nacionais, visto que gerava um ambiente excessivamente nacionalista que dificultava a aquisição de tecnologia estrangeira e a formação de alianças estratégicas (EVANS e TIGRE, 1989). Porém, com o fim da reserva de mercado, e a maior penetração de produtos estrangeiros, a produção nacional adentrou em um ambiente tortuoso, retraindo os investimentos em P&D em até 70% (TIGRE, 1993). Ao que parece, embora o governo tenha permitido o desenvolvimento de uma indústria nacional de informática, os instrumentos escolhidos para alavancar a capacidade competitiva não foram os mais adequados. Sobre a ótica teórica desta dissertação, a política nacional de informática falhou em constituir um sistema de inovação para o setor.

Se sobre a política de informática os formuladores falharam em constituir um sistema de inovação, para o setor de telecomunicações este foi um elemento mais nítido. Utilizando do poder de monopólio exercido pela Telebras foi possível construir uma rede de colaboração que contava com os fabricantes nacionais, estrangeiros e o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebras (CPqD). Deste modo, o relacionamento constante entre todos os atores pertencentes ao setor no Brasil constituiu um sistema de inovação em telecomunicações, aglomerado com maior intensidade na região de Campinas (CASSIOLATO et al., 2002; SHIMA, 2007; SZAPIRO, 2007; SZAPIRO e CASSIOLATO, 2003).

A política de telecomunicações acabou tendo o mesmo destino da política de informática. O decréscimo da necessidade de intervenção estatal sobre um setor que evoluía rapidamente no ambiente internacional, somado a um contexto político de ascensão do neoliberalismo, foram dois elementos que impactaram profundamente as iniciativas de desenvolvimento da produção nacional, dando maior espaço às firmas estrangeiras. O fator mais agravante desta transferência de atendimento da demanda nacional para firmas estrangeiras foi a omissão da participação governamental sobre as atividades de P&D. O resultado é uma estrutura com participação dominante de firmas estrangeiras que não estão preocupadas em desenvolver a aptidão científica e tecnológica do país em que estão inseridas, considerando que boa parte da aquisição de produtos ocorre via fornecedores tradicionais (SZAPIRO, 2012).

1.4 EM BUSCA DE UM SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO EM TICS

O objetivo das seções anteriores foi contextualizar o estado atual do setor quanto aos aspectos tecnológicos, competitivos e históricos das tecnologias integrantes no Brasil. À luz destas questões, foi possível definir de modo subjetivo os elementos que são analisados no decorrer desta dissertação em busca do objetivo de identificar a presença ou ausência de um SSITICs.

A literatura de sistemas de inovação possui uma fronteira extensa, e o efeito disso é que ela se torna maleável quanto ao relacionamento do sujeito com o objeto de pesquisa. Alguns autores buscaram analisar diferentes sistemas com base em uma perspectiva comparativa (NELSON, 1993), outros adentraram elementos mais internos à firma (LUNDVALL, 2010), e há também no acervo contribuições acerca do entendimento do relacionamento de diferentes elementos em um sistema nacional (FREEMAN, 1988). Esta dissertação possui maiores semelhanças com uma trajetória de análise que busca analisar o comportamento e a compatibilidade entre diferentes agentes pertencentes ao sistema.

A ideia central é a de que o processo inovativo é complexo e permeado de incertezas, e por isso, demanda que agentes heterogêneos, em questão de estrutura e competência, interajam para que a rede como um todo possa ter sucesso na atividade de inovar. Com isso, e tendo ciência de que esta seleção não esgota o debate sobre o tema, os elementos considerados como os pilares do SSITICs do

Brasil são os agentes produtivos, as instituições científicas e tecnológicas, e por fim, enfatizando a importância do papel estatal como agente coordenador, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Entretanto, antes de avaliar o comportamento histórico, e as características atuais destes agentes, a apresentação da infraestrutura atual do setor fornece o conhecimento necessário para situar o país em um nível de conectividade internacional, e além disso, permite identificar obstáculos que precisam ser superados por meio da formulação de políticas públicas visando a respectiva resolução.

À luz destas questões, a organização desta dissertação é exposta nos parágrafos seguintes, iniciando pelo capítulo metodológico, que é tratado após esta introdução, expondo os métodos e instrumentos utilizados para avaliar o SSITICs. No terceiro capítulo, com o objetivo de embasar as seleções e discussões propostas no decorrer da dissertação, são apresentados elementos teóricos que justificam e contextualizam o debate acerca das diferentes questões apresentadas: infraestrutura, agentes produtivos, agentes científicos e financiamento da inovação.

A apresentação da infraestrutura de TICs no Brasil ocorre no capítulo quatro. A situação do Brasil, em termos de conectividade, ocorre por meio de uma análise comparativa com o desempenho de dois grupos de países, um variável e outro definido. O primeiro corresponde aos “mais conectados”, composto pelos países com as melhores colocações nos diferentes indicadores analisados. A composição variável ocorre para impor um viés explícito da distância do Brasil aos países com melhor desempenho na oferta de infraestrutura do setor. O segundo grupo, composto pelo grupo dos BRICS, permite uma análise comparativa com países semelhantes em termos econômicos, sociais e geográficos. A análise conjunta da infraestrutura de ambos com o Brasil é viabilizada pelo *ICT Development Index* (IDI), que é constituído por uma média ponderada de diferentes indicadores relacionados ao setor, e por isso, permite que sejam avaliadas questões que obstaculizam o desempenho nacional.

O quinto capítulo marca o início da apresentação dos pilares do sistema definido por esta dissertação. Nesta parte são apresentados os agentes produtivos, com o objetivo de expor a trajetória histórica de especialização quanto as atividades de transformação (fabricação de equipamentos) e serviços (desenvolvimento de aplicativos, conteúdos e etc). Além disso, também é realizada uma análise minuciosa acerca das características destes agentes quanto à qualificação profissional, distribuição regional, tamanho das firmas, número de vínculos, entre outros. O

reconhecimento das características do sistema produtivo permite aos formuladores de políticas um entendimento básico necessário para compatibilizar os instrumentos de intervenção com o objeto alvo da política.

No sexto capítulo, partindo do princípio de que o sucesso de um sistema de inovação depende do relacionamento constante entre os respectivos integrantes, são expostos os agentes científicos e tecnológicos, com maior enfoque dado às características das universidades. O objetivo é identificar a existência de uma infraestrutura científica e tecnológica básica, a trajetória de especialização destas atividades, e analisar a compatibilidade entre o sistema científico com o produtivo.

No sétimo capítulo a dissertação foca no entendimento de que os agentes públicos possuem um papel crítico em organizar e sustentar as iniciativas do SSITICs do Brasil. O Estado possui diferentes instrumentos de intervenção, alguns exemplos são os mecanismos legais (reserva de mercado), atuação direta (Telebras) ou suporte de financiamento. É sobre este último que as análises são realizadas. A atuação estatal ocorre por intermédio do BNDES, que por meio da oferta de crédito possui a capacidade de incentivar o relacionamento entre os agentes, influencia na tomada de decisão sobre diferentes trajetórias de pesquisa e sustenta todo o processo de P&D com a provisão de recursos. À luz destas capacidades, o objetivo do capítulo é expor o comportamento histórico da instituição sobre o desenvolvimento do setor, a oferta de recursos exclusivos à inovação e expor as características do banco quanto aos produtos disponibilizados.

Como mencionado anteriormente, a temática de sistemas de inovação possui uma característica singular de proporcionar um instrumental analítico e político maleável. O efeito é que tanto o pesquisador quanto o formulador de política possuem um arcabouço extenso de conteúdos que podem auxiliar no objetivo de definir ou intervir no SSITICs. A justificativa da abordagem utilizada é a de que o reconhecimento das características destes agentes permite que seja possível apontar a existência ou não de um sistema de inovação para o setor, e independente do resultado, proporciona conhecimentos que podem ser utilizados para a formulação de políticas visando a construção ou o melhor funcionamento do sistema.

2 METODOLOGIA

O objetivo deste capítulo, de forma complementar ao capítulo introdutório, é apresentar a metodologia que foi empregada para a construção das análises vinculadas aos elementos constitutivos do SSITICs, sendo os agentes produtivos, científicos e de financiamento, além da avaliação do nível de infraestrutura vigente no país. Esse tema possui um escopo analítico variado, visto que, considerando os três primeiros pesquisadores da abordagem, cada um avançou sobre objetos de pesquisa distintos. Freeman (1988) teve como objeto o sistema desenvolvido no Japão, Lundvall (2010) propôs uma análise microfundamentada nos aspectos internos de colaboração nas firmas, e Nelson (1993) evoluiu o conceito para permitir uma análise comparativa entre diversos países. Embasado pelo dinamismo que é oferecido pelo tema, esta dissertação não foi desenvolvida seguindo um protocolo metodológico, mas se adaptou aos elementos e dados que pudessem elucidar os conteúdos interativos e estruturais presentes no SSITICs.

Os resultados desta dissertação foram alcançados por meio de uma análise descritiva de dados adquiridos com a finalidade de iluminar as características dos principais elementos integrantes do sistema, desde os atores até a infraestrutura tecnológica. Em seguida são apresentados os dados que sustentam as análises e instrumentos utilizados para expandir o escopo da abordagem.

2.1 AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA DO SETOR DAS TICS NO BRASIL

Identificar o estágio de instalação da infraestrutura de TICs no país é uma tarefa difícil, pois ela precisa ser avaliada em termos relativos ao desempenho de instalação em outros países. Tendo em vista essa necessidade de construir uma análise comparativa, a avaliação é baseada no *ICT Development Index* (IDI), elaborado e apresentado pela *International Telecommunication Union* (ITU), que mensura em uma escala de 1 a 10 o desenvolvimento dos países membros quanto a capacidade de acesso, uso e habilidades associadas ao setor. O QUADRO 1 demonstra quais são os indicadores utilizados para a ponderação do IDI.

QUADRO 1 - COMPOSIÇÃO DO *ICT DEVELOPMENT INDEX* (IDI)

Sub-índices	Indicadores	Valor de Referência (%)	
Acesso (40%)	Assinatura de Telefonia Fixa (100 habitantes)	60	20
	Assinatura de Telefonia Móvel (100 habitantes)	120	20
	Banda-larga internacional por usuário (bit/s)	2.158.212	20
	Casas com computador	100	20
	Casas com Internet	100	20
Uso (40%)	Usuários de Internet	100	33
	Assinaturas de Banda-Larga Fixa (100 habitantes)	60	33
	Assinaturas de Banda-Larga Móvel (100 habitantes)	100	33
Habilidade (20%)	Média de anos de escola	15	33
	Taxa bruta de matrícula (2ª)	100	33
	Taxa bruta de matrícula (3ª)	100	33

FONTE: International Telecommunication Union (2017).

O cálculo do índice é realizado geralmente em uma periodicidade anual, sendo disponibilizado nos *reports* que podem ser acessados pelo portal da ITU.² A partir deles foi possível absorver a evolução do IDI em 176 países por 10 anos, durante o intervalo de 2002 a 2017, não sendo disponibilizado para o período entre 2003 a 2006, e para os anos de 2009 e 2014.

De modo a avaliar o estágio de desenvolvimento da infraestrutura de TICs no país, foi estipulado dois grupos com objetivos distintos. Um para representar o nível recomendado de implementação, e outro para visualizar a comparação do Brasil com países semelhantes em termos econômicos, sociais, geográficos e de ociosidade estrutural. O primeiro foi denominado de “mais conectados”, e para o segundo, foi considerado os países do BRICS³.

O objetivo inicial para a definição dos “mais conectados” era utilizar a média dos 10 países com maior índice, contudo, para algum deles, indicadores incrementais ao desempenho no IDI não foram encontrados. Por consequência, dentro dos 10 primeiros foram selecionados aqueles com maior disponibilidade de dados, o que permite comparações com menor necessidade de estimativas. Na maioria dos casos este grupo é representado por: Islândia (1ª), Coréia do Sul (2ª), Suíça (3ª), Dinamarca

² Acesso disponível pelo link: <https://www.itu.int/pub/D-IND-ICTOI>. Acesso em maio de 2019.

³ BRICS represente o Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul.

(4^a), Hong Kong (6^a), Luxemburgo (9^a) e Japão (10^a). A classificação de cada país no ranking do IDI de 2017 está representada dentro dos respectivos parênteses. Apenas nas comparações correlacionando os indicadores de “investimento em serviços de telecomunicações” e “receita de serviços de telecomunicações” o Japão foi removido da amostra pelo critério de ausência significativa de dados. Embora este grupo não possua uma delimitação fixa, o viés implícito neste método é encarado como um instrumento que permite expor o distanciamento existente entre o Brasil e os países com os melhores desempenhos estruturais no setor. Ou seja, a justificativa da formação deste grupo é justamente transparecer a ociosidade estrutural e a variação de comportamento em relação aos países “mais conectados”.

Embora a estimação não fosse desejada, em alguns momentos, ela foi inevitável. Assim sendo, ela foi realizada de maneira individual e subjetiva, seguindo a interpretação do autor quanto a tendência observada até o momento do dado a ser estimado, ou avaliando a evolução dos anos seguintes. O objetivo desse método foi buscar aproximar os dados ausentes ao desempenho recente de cada país. No caso dos investimentos em serviços de telecomunicações na Índia, foram estimados os valores para os anos de 2002 a 2006, por meio do cálculo da taxa composta de crescimento anual⁴ utilizando as observações dos anos de 2001 e 2007. Após o cálculo da taxa, os valores foram estimados com base nela. Em outros casos, quando a variação entre um ano (t_{-1}) e outro ano (t_1) era consideravelmente elevada, para o período t_0 era realizada apenas uma média entre os dois valores. Em geral foram poucos os momentos de estimação, contudo, elas foram realizadas de forma a não prejudicar o conteúdo da análise e possibilitar diferentes comparações.

Quanto à fonte dos dados, a maioria foi retirado dentro do *software* disponibilizado pela ITU denominado “*World Telecommunication/ICT Indicators Database online*”⁵. Neste foram encontrados dados referentes aos indicadores que compõem tanto o sub-índice de acesso como de uso. Para as análises relacionadas ao sub-índice de habilidade, a base utilizada foi da *UNESCO Institute for Statistics*, visto que apenas para estes indicadores não foram disponibilizados os dados

⁴ $CAGR = \left(\frac{v_f}{v_i}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$

⁵ O *download* do *software* pode ser realizado por meio do link: <https://www.itu.int/en/publications/gs/Documents/D-IND-WTID.OL-2018-OAS-E12-SOFT-ZIP-E.zip>. Acesso em maio de 2019.

utilizados para a construção do IDI. Os dados retirados do *software* da ITU representam uma aglomeração de dados secundários retirados de fontes específicas, apresentadas no momento da aquisição. No caso do Brasil as principais fontes foram: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística); NIC (Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR); CGI (Comitê Gestor da Internet no Brasil), OSILAC (*Observatory for the Information Society in Latin America and the Caribbean*) e Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações). Para as análises que envolvem o PIB dos países, os dados foram retirados do portal do Banco Mundial.

2.2 DELIMITAÇÃO DO SETOR DAS TICS

Como um dos determinantes fundamentais da dinâmica tecnológica e econômica, o setor das TICs é marcado por uma característica de estar em constante transformação. Embora seja um elemento positivo tendo em vista a capacidade de proporcionar oportunidades de desenvolvimento, a abrangência das atividades, e as vinculações a diferentes segmentos, essa evolução dificulta realizar uma delimitação precisa a respeito do que pode ser compreendido por TIC. Desta forma, a solução para esta etapa foi utilizar a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE 2.0) para definir o setor utilizado para a extração dos dados nos capítulos cinco, seis e sete. À luz disso, embasado pela delimitação da CNAE, o setor das TICs analisado por essa dissertação é demonstrado pelo QUADRO 2.

QUADRO 2 - DELIMITAÇÃO DO SETOR DAS TICS

Atividade	Seção	Divisão	Descrição
Transformação	C	26	Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos
		58	Edição e edição integrada à impressão
		59	Atividades cinematográficas, produção de vídeos e de programas de televisão; gravação de som e edição de música
		60	Atividades de Rádio e de televisão
Serviços	J	61	Telecomunicações
		62	Atividades de serviços de tecnologia da informação
		63	Atividades de prestação de serviços de informação

FONTE: Classificação Nacional das Atividades Econômicas (IBGE, 2019).

Essa delimitação segregou o setor em duas atividades: de transformação, vinculada à fabricação de equipamentos; e de serviços, correspondentes à seção de “informação e comunicação” definida pela CNAE 2.0. No quinto capítulo o QUADRO 2 foi determinante em possibilitar a extração de dados da base da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), permitindo a visualização da evolução do número de estabelecimentos e o respectivo tamanho, vínculos ativos, aglomeração regional, qualificação profissional e distribuição de renda. Ainda no quinto capítulo, ocorre uma interação entre a delimitação do setor com a classificação dos países pelo desempenho do IDI. O objetivo é apresentar a capacidade de competitividade do Brasil com os países segregados de acordo com diferentes faixas de conectividade.

2.2.1 Tamanho dos estabelecimentos

Os dados relacionados ao número de estabelecimentos e de vínculos ativos sofreram uma segregação por tamanho, tomando como base de corte o número de funcionários. Foi utilizada a classificação do SEBRAE⁶ que diverge entre o porte das empresas industriais e de serviços. Para a primeira, a classificação foi a seguinte: microempresa (até 19 funcionários), pequena (de 20 a 99 funcionários), média (de 100 a 499 funcionários) e grande (a partir de 500 funcionários). Para os estabelecimentos de serviço, a classificação foi: microempresa (até 9 funcionários), pequena (de 10 a 49 funcionários), média (de 50 a 99 funcionários) e grande (a partir de 100 funcionários).

No sétimo capítulo, a partir de dados extraídos do BNDES, quando é abordada a questão do financiamento à inovação no setor, também é apresentado resultados relacionados ao tamanho das firmas, contudo, o critério de delimitação é baseado na renda operacional bruta (ROB). Deste modo, a classificação é a que segue: microempresa é aquela cuja ROB é inferior a R\$360 mil, pequena empresa está entre este valor e R\$4,8 milhões, média deste até R\$300 milhões, e grande são as demais.

2.2.2 Renda média dos trabalhadores

⁶ SEBRAE, Anuário do Trabalho na Micro e Pequena Empresa 2013, p. 17, 2013. Disponível em: <https://bit.ly/1A4EuMj>. Acesso em 30 de julho de 2019.

O critério para a segregação da renda dos trabalhadores se baseou na classificação da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP)⁷, sendo ajustado e arredondado para representar o salário mínimo vigente em 2019 de R\$998. Sendo assim, as classes de renda foram divididas em: Classe D (até 1,5 salário mínimo), Classe C (entre 1,5 a 5 salários mínimos), Classe B (entre 5 a 20 salários mínimos) e Classe A (acima de 20 salários mínimos).

2.2.3 Mensuração da competitividade

Os dados do comércio internacional foram extraídos da base da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), vinculada ao Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC), por meio do sistema “Comex Stat”. Em seguida, os países foram segregados em grupos de conectividade, tendo como referência a classificação destes no IDI apresentado pela ITU (2017): alta conectividade (primeiros 44 países, da Islândia a Portugal), média-alta (próximos 44 países, da Rússia ao Suriname), média-baixa (próximas 44 economias, da Albânia a São Tomé e Príncipe) e baixa conectividade (os últimos 44 países, do Lesoto a Eritreia). Os valores comerciais são expressos em milhões de dólares e ajustados pelos índices de termos de troca, utilizando 2006 como ano base.

De modo a contrastar a capacidade competitiva do Brasil com os grupos de países supracitados, foi utilizado um indicador objetivando simplificar a visualização da relação das exportações com a importação. O índice de competitividade é representado pela seguinte fórmula:

$$ICit = \frac{Xit}{Mit}$$

De tal modo que $ICit$ representa o índice de competitividade do Brasil em relação ao grupo i no ano t , Mit indica o valor importado do grupo i no período t , e por fim, Xit denota o valor exportado para o grupo i no período t . Relações comerciais

⁷ ABEP, Critério de Classificação Econômica Brasil, p. 3, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2SS4JEZ>. Acesso em 30 de julho de 2019.

que o Brasil acaba sendo mais competitivo são aquelas representadas por um valor de $ICit > 1$, ou seja, quando o valor das exportações for maior que o total importado.

2.3 AVALIAÇÃO DA INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA

A delimitação exposta no QUADRO 2 também embasa as análises realizadas no sexto capítulo a respeito da infraestrutura científica. Para este fim, os dados foram extraídos do Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP), vinculado ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e do Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI), vinculado ao Ministério da Economia.

2.3.1 Delimitação empregada nos grupos e linhas de pesquisa

Utilizando a delimitação exposta pelo QUADRO 2, os grupos e linhas foram extraídos para o ano de 2016 e 2014 mediante correspondência direta. Para os anos de 2002, 2004, 2006, 2008 e 2010, os dados disponibilizados, segregados por setor de aplicação, não são correspondentes a classificação vigente da CNAE 2.0, sendo assim, são apontadas as atividades mais compatíveis com o escopo das TICs. Deste modo, para os cinco anos supracitados, o setor das TICs é constituído pelos seguintes setores de aplicação disponibilizados pelo DGP:

1. Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicação;
2. Fabricação de equipamentos de informática e máquinas para escritório;
3. Desenvolvimento de programas (*software*) e prestação de serviços em informática;
4. Edição, impressão, reprodução e gravação industriais de jornais, revistas, livros, discos, fitas, vídeos e filmes.

As atividades um e dois são aglomeradas de forma a representar as atividades de transformação durante o período entre 2002 a 2010, enquanto as atividades três e quatro constituem as de serviço para o mesmo período.

2.3.2 Número de publicações científicas nacionais e internacionais

Os valores relacionados ao número de publicações em formato de artigo, em periódicos nacionais e internacionais, foram adquiridos por meio do DGP por uma delimitação vinculada às grandes áreas de conhecimento. Deste modo, para identificar a evolução das publicações relacionadas ao setor das TICs, é selecionada a grande área de engenharias e computação, a qual acaba tendo maior influência sobre o setor, respaldada pela literatura apresentada no capítulo subsequente.

2.3.3 Mensurando dados vinculados aos depósitos de patentes

Os dados correspondentes ao relacionamento das instituições de ensino superior com a evolução dos depósitos de patentes foram extraídos do portal do INPI, por meio da obtenção de tabelas disponibilizadas a respeito dos indicadores de propriedade industrial.⁸

A disponibilização dos dados ocorre por áreas do campo tecnológico associadas à Classificação Internacional de Patentes (IPC), das quais, buscando compatibilização com o escopo da dissertação, são escolhidas as correspondentes ao complexo de “Engenharia Elétrica e Eletrônica”. As áreas que constituem esse setor, indicadas pelos dados adquiridos, são:

1. Aparatos eletrônicos, Engenharia eletrônica e Energia elétrica;
2. Tecnologia Audiovisual;
3. Telecomunicações;
4. Comunicação Digital;
5. Processos básicos de comunicação;
6. Informática;
7. Métodos de Tecnologia da Informação para gestão;
8. Semicondutores.

⁸ A transferência dos grupos de indicadores pode ser realizada por meio do link: http://www.inpi.gov.br/sobre/estatisticas/arquivos/pagina-inicial/indicadores_2018.zip. Acesso em agosto de 2019.

Para estas áreas foram adquiridos dados vinculados aos depósitos de patentes do tipo “Patente de Invenção” para agentes e instituições de ensino superior residentes no Brasil. Com ambos indicadores é possível extrair a participação das instituições de ensino sobre o total dos depósitos, além de realizar análises relacionadas às áreas de atuação, as quais fornecem informações a respeito de quais campos científicos as instituições de ensino superior possuem maior relevância.

Também foram adquiridos, por meio do INPI, dados que indicam a relação das instituições de ensino, acrescidas das de pesquisa, com os depósitos de patentes do tipo “Programas de Computador”. A aquisição dos dados ocorreu por meio da extração das tabelas vinculadas ao “Boletim Mensal de Propriedade Intelectual”, acessando as estatísticas com dados acumulados para o período que percorre o ano de 2014 a 2018, e os meses de janeiro a junho de 2019.

Com o objetivo de fundamentar as conclusões relacionadas ao desempenho dessas instituições sobre o prisma de um SI, o relatório do Formulário para Informações sobre a Política de Propriedade Intelectual das Instituições Científicas, Tecnológicas e de Inovação do Brasil (Formict), vinculado ao MCTIC (2019), com base no ano de 2017, também é utilizado visando enfatizar os aspectos colaborativos entre o sistema produtivo e científico. Os dois indicadores utilizados são a porcentagem de cotitularidade dos depósitos e concessões de patentes, além da celebração de acordos de parceria.

2.4 FINANCIAMENTO ÀS ATIVIDADES PRODUTIVAS, DE INFRAESTRUTURA E INOVAÇÃO

Para fins de avaliar o suporte ao desenvolvimento do setor sobre o espectro do financiamento público, os dados que embasam a discussão foram extraídos da base mensal de desembolsos do BNDES. A partir destes, foi possível elaborar uma discussão a respeito do inter-relacionamento entre o desenvolvimento produtivo e implementação da infraestrutura, avaliar a evolução dos desembolsos destinados à inovação para o setor e para os segmentos delimitados pelo QUADRO 2, e por fim, pormenorizando a análise pretérita, também são avaliadas as características dos desembolsos inovativos sobre os instrumentos financeiros ofertados e a distribuição entre os tamanhos de firma.

2.4.1 Delimitação das atividades de produção industrial e implementação de infraestrutura

Conforme mencionado anteriormente, o sétimo capítulo também é construído a partir da delimitação do setor proposta pelo QUADRO 2. Contudo, com a finalidade de ampliar o escopo de avaliação, ao invés de segmentar o setor pelas atividades de transformação e serviços, este também é subdividido pela classificação do “Setor BNDES”. O resultado é a subdivisão da seção J da CNAE 2.0 entre “comércio e serviços”, correspondentes aos serviços da tecnologia de informação (TI), e “infraestrutura”, associado à implementação da infraestrutura de telecomunicações. A partir deste critério é possível avaliar o inter-relacionamento entre os investimentos destinados à ampliação da infraestrutura com o suporte tecnológico proporcionado pelas atividades de produção industrial de equipamentos e serviços de TI.

2.4.2 Desembolsos destinados à inovação e visualização das características respectivas

A definição de inovação proposta pelo BNDES ao acessar a base de dados é: “inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho ou nas relações externas”. Deste modo, a partir dos desembolsos destinados ao setor das TICs, é possível extrair apenas aqueles voltados à inovação, conforme definição apresentada. Da mesma forma como é possível avaliar o financiamento sobre os segmentos, a mesma dinâmica ocorre para o investimento inovativo. A base de dados que sustentou a aquisição dessas informações foi a de “Desembolsos Mensais do Sistema BNDES”, tendo início no ano de 1995 até junho de 2019, tratados de forma a apresentar preços constantes deste período, ou com base nos valores do ano de 2002. Este último tratamento decorre de que apenas a partir deste ano que os dados de financiamento são disponibilizados segregando o desembolso exclusivo à inovação dos demais.

Indo além da distribuição dos recursos públicos para o setor, e os segmentos constituintes, a seção correspondente aos desembolsos à inovação apresenta a evolução dos instrumentos financeiros, tanto pelo número de projetos financiados,

quanto a magnitude dos recursos disponibilizados. Ademais, a discussão também atravessa o debate do racionamento dos valores pelo porte das firmas, sendo estas correspondentes aos critérios definidos pelo banco e apresentados anteriormente.

3 REVISÃO DA LITERATURA DE SISTEMAS DE INOVAÇÃO: EMBASAMENTO TEÓRICO PARA AS DISCUSSÕES PROPOSTAS SOBRE O SETOR DAS TICS

O objetivo deste capítulo é realizar uma concentração do conteúdo teórico que sustentam as análises subsequentes apresentadas nesta dissertação. A organização das seções ocorre seguindo a sequência dos demais capítulos. A primeira introduz o tema de SI como uma ferramenta analítica e política que exerce um papel crítico de vincular os demais elementos constitutivos do SSITICs. A segunda seção dá início aos resultados que são apresentados a partir do quarto capítulo, conceituando o leitor no debate da infraestrutura de telecomunicações, sua correlação com o crescimento econômico, e a visualização de oportunidades a serem exploradas por meio de políticas públicas. Na terceira seção, a teoria se concentra no sistema produtivo integrante do SSITICs, apresentando a tendência de vinculação entre as atividades de transformação e serviços, e explora a capacidade de ambas em incentivar o desenvolvimento econômico. A seção quatro avalia o entrelaçamento entre as universidades com o desenvolvimento científico e tecnológico, e em sequência, é apresentando o embasamento teórico que promove a importância do sistema financeiro, em especial o mercado de crédito, para promover atividades inovativas e de produção industrial. Por fim, na sexta seção é realizada a conclusão.

Não é a finalidade deste capítulo realizar um esgotamento do debate de SI ou das oportunidades atreladas ao setor das TICs, contudo, a exposição subsequente serve de justificativa para a construção dos capítulos associados aos elementos centrais inseridos no SSITICs e avaliados nesta dissertação.

3.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS CONSTITUINTES DE UM SISTEMA DE INOVAÇÃO

Essa primeira seção tem o objetivo de apresentar a sustentação teórica que permite a construção de um ambiente colaborativo entre firmas, universidades, agentes de financiamento e outros. De modo preliminar, são apresentadas abordagens que focalizam em aspectos específicos que são tratados pela literatura de SI como elementos integrantes desta corrente. Em seguida, são apresentadas as

diferentes ramificações da literatura sistêmica, dando ênfase e prolongando as contribuições específicas à abordagem setorial.

3.1.1 Correntes teóricas introdutoras do fator colaborativo

Não é a pretensão das teorias aqui apresentadas, ou de seus respectivos autores, concorrer com o tema de SI pelo instrumental analítico mais compatível com os fatores determinantes do sucesso inovativo. O que elas fazem, de modo a contribuir com este tema, é prolongar a discussão e enfatizar elementos que no campo de SI acabam sendo comportamentos esperados. Deste modo, visando solidificar a base teórica desta dissertação, os conceitos de complexos industriais, redes de empresa e hélice tripla são apresentados de forma sintética por conta de já serem elementos implicitamente tratados pelo tema de SI.

A principal contribuição de complexos industriais é o reconhecimento de estruturas industriais que são economicamente interdependentes. Como definido por Haguenaer et al. (1984, p. 3), são “conjunto de indústrias que se articulam, de forma direta ou mediatizada, a partir de relações significativas de compra e venda de mercadorias a serem posteriormente reincorporadas e transformadas no processo de produção”. Vinculando esta corrente teórica com o setor das TICs, a elucidação é por meio do reconhecimento de que neste setor existem firmas especializadas em tecnologias de processamento, em fabricação de circuitos integrados, desenvolvedores de aplicativos, conteúdos, redes de operação, entre outros, que acabam criando laços de consumidores e fornecedores que expandem as fronteiras do setor. Lundvall (1985) é um dos principais autores que avalia a capacidade de gerar inovações a partir da dinâmica interativa entre os fornecedores e consumidores de produtos e tecnologias.

Por conta de possuir um objetivo explícito de focalizar em aspectos estritamente econômicos, a literatura de complexos omite a operacionalização destes laços por meio de alianças estratégicas, cooperação de P&D, trocas de informações, entre outros. A teoria de redes de empresa avança sobre esta questão e reconhece que as firmas ultrapassam os limites mercantilistas de colaboração (consumidor e fornecedor), e constituem uma estrutura relacional visando aproveitar a heterogeneidade de competências entre os participantes da rede, formada em

primeiro momento para competir com economias de escala, e agora focalizadas em incrementar a capacidade inovativa. De acordo com Shima (2005):

O principal objetivo das redes atuais é ampliar a integração e o relacionamento dinâmico entre seus diversos integrantes, numa perspectiva exclusiva de busca e aperfeiçoamento acelerado de tecnologias e de formas de apropriação, através do compartilhamento de recursos e de conhecimentos detidos pelas firmas participantes da rede (SHIMA, 2005, p. 345).

De modo a incrementar as principais elucidações da teoria de redes de empresa, a hélice tripla contribui com mais uma estrutura de rede onde os participantes não possuem apenas objetivos mercantis. Deste modo, e ampliando os benefícios associados ao compartilhamento de competências heterogêneas, a teoria expõe que estas estruturas são compostas pelas firmas, universidades e o governo. Como definido por Etzkowitz (2008, p. 8, tradução própria): “o regime de hélice tripla tipicamente inicia quando universidade, indústria e governo entram em um relacionamento recíproco com cada um de tal forma que cada elemento melhore o desempenho do outro”. E ainda, enfatizando o objetivo inovativo que embasa a constituição desta rede, Etzkowitz (2008, p. 1, tradução própria) defende que a interação entre eles “é a chave para a inovação e o crescimento em uma economia do conhecimento”. As competências de produção e propaganda (firmas), somadas ao conhecimento científico e tecnológico (universidades) e operacionalizadas por uma entidade com aptidão coordenadora central (governo) possuem a capacidade de alavancar o desempenho inovativo da estrutura.

Em síntese, as três teorias apresentadas nos parágrafos anteriores contribuem mediante a elucidação de elementos chaves na operacionalização de um SI. Em primeiro lugar há o reconhecimento de que existem interdependências comerciais entre firmas que acabam expandindo o horizonte de atores capazes de pertencer ao sistema. Em segundo, longe de possuir objetivos colaborativos estritamente comerciais, as firmas acabam constituindo laços visando a troca de informações e compartilhamento de competências heterogêneas com a finalidade de incrementar a capacidade da estrutura de gerar inovações. Por fim, nesta rede não há apenas participantes focalizados em retornos financeiros, mas também pode ser constituída por agentes com competências distintas que contribuem com o

desempenho inovativo, visto o papel coordenador do Estado e as competências científicas e tecnológicas das universidades. À luz disso, estes são elementos integrantes da abordagem sistêmica da inovação, que em sua dinâmica, expande o número de agentes capazes de intervir na estrutura constituída em um ambiente institucional focado em gerar inovações.

3.1.2 Sistemas de inovação: um instrumento político e analítico

As bases teóricas apresentadas anteriormente não são antagônicas em relação à abordagem sistêmica da inovação. Pelo contrário, fornecem elementos centrais para a constituição do tema, como a interdependência comercial, a existência de relacionamentos extra comerciais entre firmas, e interações entre agentes que fogem da subordinação ao mercado. De modo sintético, SI pode ser entendido como mais uma estrutura de rede, composta por inúmeros agentes, mercantis ou não, que se relacionam em um contexto institucional desenvolvido com o objetivo de incrementar a capacidade dos participantes de gerar e difundir inovações. Apesar de apresentar uma importância crescente nas últimas décadas, o debate acerca dos relacionamentos sistêmicos possui raízes no final do século XIX, com os estudos de Friedrich List em respeito ao *catching up* alemão em relação à Inglaterra (FREEMAN, 1995). Schrempp et al. (2013) consideram esta abordagem como sendo a mais adequada em “descrever, analisar e entender o processo de inovação nos seus vários níveis, e como pode ser influenciado por *policy makers*” (p. 3, tradução própria). Assim sendo, se nota a flexibilização quanto a funcionalidade política e analítica que caracteriza este tema.

Um dos pontos centrais desta abordagem é a importância das instituições, que podem ser consideradas como “as regras do jogo em uma sociedade” (NORTH, 1990, p. 3, tradução própria), e “sistemas ou conjuntos duráveis de normas e regras sociais que estruturam a interação social ao orientar, motivar, capacitar, formatar e restringir o comportamento humano” (PESSALI, 2015, p. 126). A principal contribuição deste elemento para a operacionalização de um SI é por meio da redução das incertezas associadas ao processo inovativo, considerando a capacidade que as instituições possuem de interferir nas ações realizadas pelos participantes do sistema. Elas podem emergir informalmente por meio de tradições culturais e hábitos, ou de modo formal, pela iniciativa dos agentes. É este aspecto que permite o maior

envolvimento do agente governamental, viabilizando a construção de um ambiente que estimule o processo inovativo.

Embora o tema de SI possui um número expressivo de divisões, estas acabam compartilhando a maior parte dos elementos centrais da operacionalização de um sistema. Deste modo, buscando introduzir estes elementos sem prolongar mais do que o necessário, a apresentação destes é aprofundada apenas no conteúdo específico à abordagem setorial, embasado pela justificativa de que é esta divisão que intitula o desenvolvimento desta dissertação, e a que melhor se compatibiliza com o contexto internacional de grandes cadeias globais de valor, visto que sobre esta abordagem não há um aprisionamento espacial. Contudo, para não ignorar os avanços realizados pelas demais divisões, estas são apresentadas de início de modo sintetizado, mencionando apenas as principais contribuições e resultados alcançados.

3.1.2.1 A gênese da abordagem sistêmica de inovação: foco na delimitação nacional

A divisão nacional de SI representa uma das primeiras concepções do tema, construída principalmente pelo anseio de entender os elementos que permitiram que países menos desenvolvidos criassem parques tecnológicos e científicos competitivos em relação aos mais desenvolvidos. O primeiro autor a discorrer sobre esta questão objetivou o caso japonês, no qual constatou a importância da participação governamental por intermédio do Ministério da Indústria e Comércio Exterior (MITI), das reorganizações e interações internas à firma, além de aspectos sociais associados à educação e treinamento (FREEMAN, 1988). Conclui-se a partir desta obra a complexidade relacionada à operacionalização de um SI, considerando as diferentes dimensões que geram efeito sobre o resultado da estrutura.

Priorizando os aspectos interativos no ambiente interno e externo à firma, Lundvall (2010) constata que este relacionamento é determinante à medida que os conhecimentos que sustentam a operação do sistema são compreendidos por conteúdos tácitos, o que dificulta o fluxo de informações entre os agentes. Em um estudo pretérito, Lundvall (1985) aponta que os principais esforços inovativos são decorrentes do ambiente de produção, distribuição e consumo, e não apenas nos laboratórios de P&D. Essa questão pode ser exemplificada pelo caso japonês, quando houve atenção destinada às reorganizações e interações internas à firma.

Por fim, o terceiro autor central na abordagem nacional propôs um debate inovador ao comparar a operacionalização de sistemas em diferentes países (NELSON, 1993). Uma das principais indagações do autor era se ainda é possível considerar limites geográficos para um período em que a globalização ascende e domina as empresas e mercados nacionais. Entretanto, com base na persistente desigualdade no desenvolvimento científico e tecnológico existente entre países, a delimitação regional não pode ser ignorada. Os resultados da comparação apontam para semelhanças quanto ao predomínio da educação universitária pública e para o envolvimento governamental com a pesquisa básica. Em relação às diferenças, elas são resultados das circunstâncias e prioridades econômicas e políticas de cada nação (NELSON, 2006a).

3.1.2.2 O desenvolvimento de sistemas de inovações concentrados regionalmente

De modo similar à abordagem nacional, o objetivo da divisão regional é elucidar os fatores determinantes da diferenciação de desempenho científico e tecnológico entre regiões de um mesmo país, ou de nações diferentes. Acrescentando à esta questão, os pesquisadores do tema também visualizam uma tendência de concentração dos atores em localizações específicas (ASHEIM e GERTLER, 2006). Uma das principais contribuições das discussões que permeiam a divisão regional é a instrumentalização política desta abordagem, visto o trabalho de Asheim e Coenen (2005) acerca de diferentes clusters nórdicos⁹ que elucidam os elementos que atuam tanto na constituição de um relacionamento sistêmico (abordagem *ex-ante*), quanto na promoção dos recursos necessários à evolução das interações e do desempenho inovativo (abordagem *ex-post*).

O tratamento regional recebe maior destaque na medida em que a base de conhecimento que sustenta o sistema é composta por elementos tácitos (base sintética), o que dificulta o fluxo de informações e demanda menor distanciamento entre os participantes da estrutura. Sobre estas questões, Asheim e Gertler (2006) e Asheim et al. (2011) diagnosticam a necessidade de aglomeração entre os agentes mercantis e não mercantis para facilitar a difusão do conhecimento, gerando por

⁹ Artigo que ilustrou as diferenças entre abordagens *ex-ante* e *ex-post* sobre os clusters de mobília em Salling (Dinamarca), alimentação em Rogalândia (Noruega), wireless na Jutlândia (Dinamarca), comida funcional em Scamia (Suécia) e eletrônico em Horten (Noruega).

consequência, o aumento da eficiência na produção de inovações. Embora a aglomeração receba maior destaque na abordagem regional, o trabalho de Cassiolato et al. (2002) versa esta questão sobre o segmento de telecomunicações que se concentrou na região de Campinas por conta dos recursos produtivos e científicos (rede de fornecedores e Universidade de Campinas) presentes, ressaltando o entrelaçamento entre sistemas tecnológicos e setoriais com abordagens regionais.

Cooke et al. (1997) observam três dimensões essenciais para a operacionalização e sucesso da abordagem regional: financiamento, aprendizado e aspectos culturais. A primeira está associada à autonomia financeira que permite a discricionariedade na seleção de projetos estratégicos, ponto que sustenta as discussões acerca do financiamento produtivo e inovativo tratado no capítulo sete. A segunda dimensão está diretamente relacionada às contribuições de Lundvall (2010) acerca do processo interativo, ressaltando o compartilhamento de elementos entre as abordagens sistêmicas de inovação. Por fim, o autor visualiza que algumas sociedades são mais suscetíveis de construir relacionamentos colaborativos por existir maior confiança prévia entre os agentes. Em síntese, nota-se que a divisão regional se voltou a facilitar a difusão de informações e conhecimentos entre os participantes de um SI, e para isso, visualiza na tendência de aglomeração espacial o principal efeito. Além deste apontamento, as discussões acerca desta abordagem incrementam a utilidade política para a promoção de recursos que incentivem a constituição de relacionamentos sistêmicos objetivados à inovação.

3.1.2.3 Dimensão tecnológica embasando o relacionamento sistêmico

A ideia central por detrás do sistema tecnológico de inovação (STI) é o envolvimento interativo entre os atores em busca de explorar oportunidades econômicas associadas a tecnologias específicas ou matriz tecnológicas. Uma definição formal entende o STI como uma “rede de agentes interagindo na área econômica e industrial sob uma infraestrutura institucional particular e envolvida na geração, difusão e utilização de uma tecnologia” (CARLSSON e STANKIEWICZ, 1991, p. 94, tradução própria). A justificativa para a notoriedade desta divisão é o entrelaçamento entre desenvolvimento tecnológico e econômico. Tomando as TICs como exemplo, as transformações tecnológicas decorrentes desde o primeiro protótipo de computador permitiram avanços sobre a produção de equipamentos mais

sofisticados, além da programação de conteúdos e aplicativos que puderam ser processados por estes aparelhos, criando inúmeras oportunidades de exploração econômica.

O desenvolvimento tecnológico, abordado pelo STI, aponta certos elementos determinantes para a sua evolução. O primeiro corresponde a criação de variedades, por meio da produção de diversos protótipos, e a subsequente seleção anterior à inserção no mercado, ou decorrente da própria dinâmica concorrencial do mesmo. O segundo elemento é a inovação, mediante a aceitação destes protótipos no mercado, que como apontado por Dosi (1988, p. 222-223), é caracterizada pela incerteza associada ao seu processo, a dependência de avanços científicos, o aumento da complexidade em seu desenvolvimento, o papel crítico da experimentação e o caráter cumulativo. Por fim, o elemento correspondente à difusão é considerado como interdependente de mudanças institucionais, organizacionais e técnicas, o que pode elevar o tempo para a penetração dos avanços na sociedade.

Carlsson e Stankiewicz (1991) apontam cinco elementos que condicionam o pleno funcionamento de um STI: a competência econômica, associada às habilidades naturais da firma em se beneficiar de oportunidades de negócios; a existência de um *cluster* de recursos para sustentar as interações colaborativas e atividades inovativas; a constituição de redes para diluir as incertezas associadas ao processo inovativo; o conceito de *development block* que corresponde à capacidade de tirar proveito de complementariedades tecnológicas de determinados avanços, como a vinculação entre aplicativos e conteúdos com a internet; e por fim, o último elemento decorre da infraestrutura institucional para envolver os atores produtivos e científicos com um ambiente estável e propenso à constituição de ligações simbióticas entre os participantes, encorajando investimentos em inovação.

3.1.2.4 Fatores constituintes e a operacionalização dos sistemas setoriais de inovação

O debate acerca da divisão setorial (SSI) pode convergir elementos das demais divisões supracitadas, como a vinculação à determinadas tecnologias ou a necessidade de estabelecer relacionamentos interativos com atores próximos. Essas questões sustentam a ideia de que por mais que existam diferentes tratamentos baseados em SI, todos podem abstrair elementos que são característicos dos demais.

Buscando embasar as análises subsequentes, centradas na contribuição de Malerba (2004), primeiro se faz necessário apresentar a definição de setor entendida pelo autor, além do próprio conceito de SSI. Para o primeiro, o autor o considera como “o conjunto de atividades que são unificadas por alguns grupos de produtos relacionados para uma demanda existente ou emergente, e que dividem um conhecimento básico” (MALERBA, 2004, p. 9-10, tradução própria). No segundo caso, o conceito desta divisão é definido como se segue:

“um sistema setorial de inovação e produção é compreendido por um grupo de produtos novos e já estabelecidos para usos específicos, e um grupo de agentes carregando atividades e relações, mercantis e não mercantis, para a criação, produção e venda desses produtos” (MALERBA, 2004, p. 16, tradução própria).

À vista da conceituação, quando a proposta definida por esta dissertação é avaliar o SSITICs, se faz necessário visualizar as diferentes atividades que compreendem o setor. Neste caso, conforme delimitação expressa no QUADRO 2, são visualizadas as atividades de transformação (vinculadas à fabricação de equipamentos de comunicação e informática) e de serviços (compostos pelas atividades de desenvolvimento de conteúdos, aplicativos e infraestrutura). Embora ambas possam construir redes de colaboração com atores distintos, as duas pertencem à mesma dimensão setorial, o que também estimula a criação de vínculos intrasetoriais, indo ao encontro do que foi defendido por Fransman (2010) acerca do inter-relacionamento entre as camadas do ecossistema das TICs. Ao utilizar a abordagem de SSI, Malerba (2004, p. 10) denota os benefícios de abstrair um melhor entendimento: da estrutura e limites de setores; dos agentes e suas interações; dos processos de aprendizado e inovação específicos ao setor; dos tipos de transformações setoriais; dos fatores na base da diferença de desempenho entre os mesmos setores em países diferentes.

Em comparação com as demais ramificações de SI apresentadas anteriormente, tanto o STI quanto o SSI possuem um elemento inovador central diante do contexto internacional de cadeias globais na geração de valor. Esse elemento é o descolamento de uma delimitação geográfica, ou seja, os SI são constituídos por um grupo de agentes que não precisam estar necessariamente inseridos em um espaço

físico delimitado nacional ou regionalmente. À luz disso, quando a abordagem de SI tratada possui um viés setorial, não há uma necessidade de que todos os agentes integrantes desta rede pertençam a um mesmo país ou região, podendo atuar apenas em posições específicas da divisão de trabalho internacional.

A fim de elucidar a operacionalização do sistema, Malerba (2004) aponta três elementos constituintes que são definidos como os *building blocks* da abordagem, tomando como questão central que estes diferem entre os setores: conhecimento e tecnologia, agentes e redes, e as instituições (MALERBA, 2004, p. 10).

3.1.2.4.1 Conhecimento e tecnologia

Os setores podem se diferenciar quanto à base de conhecimento e a matriz tecnológica que os constituem. Para as TICs, esta matriz é composta por tecnologias da computação, informação, comunicação, software, entre outras. Umas são sustentadas por uma base analítica, a qual o conhecimento pode ser mais facilmente difundido, enquanto outras possuem elementos sintéticos, dificultando o fluxo de informações. Por consequência, o reconhecimento destas características é um fator que condiciona o sucesso ou o fracasso da intervenção política. Ademais, Malerba (2004) expõe diferentes domínios que também moldam o comportamento dos agentes, a estrutura e a dinâmica concorrencial do setor: nível de acessibilidade, fontes de oportunidades tecnológicas, cumulatividade e apropriabilidade tecnológica.

O nível de acessibilidade está diretamente relacionado às diferentes bases de conhecimento. Aquelas compostas por características analíticas facilitam a difusão do conhecimento, tornando mais factível o acesso deste pelas firmas. As constituídas por elementos sintéticos retraem esta capacidade, o que pode implicar em maior concentração industrial. As fontes de oportunidades tecnológicas retratam o comportamento das firmas em função dos avanços tecnológicos, assim sendo, o desenvolvimento em alguns setores pode ser condicionado por laboratórios de P&D internos, enquanto em outros, a absorção do conhecimento de fontes externas, como universidades e centros públicos de pesquisa, possibilita a operacionalização do processo inovativo.

O domínio da cumulatividade diz respeito a necessidade da preexistência de conhecimentos adquiridos para permitir avanços científicos e tecnológicos. Neste caso, Malerba (2004) correlaciona este domínio a três pontos: processo cognitivo,

onde o aprendizado anterior é um pré-requisito para o aprendizado futuro; capacidade organizacional, correlacionando a acumulação de conhecimento com o processo de *path-dependence*, e; *feedback* do mercado, onde o sucesso gera sucesso, o que pode implicar em uma tendência de concentração industrial. Por fim, o domínio da apropriabilidade se torna mais relevante na medida em que os esforços inovativos crescem em função dos custos. Alguns projetos demandam longos prazos de desenvolvimento e diversas etapas de tentativa e erro, o que elevam os investimentos associados ao processo. Deste modo, a firma só decide prosseguir com o projeto na existência de garantias de retornos exclusivos associados a este.

Diante dos aspectos tecnológicos se coloca a questão de que em muitos casos mais de uma tecnologia pode ser relevante. Esse processo é enfatizado no setor das TICs ao observar que sua trajetória de evolução é marcada pela convergência de inúmeras tecnologias (telecomunicações, computadores, desenvolvimento de software, etc), devendo as firmas integrantes deste complexo terem conhecimento e domínio sobre estas. Além disso, as condições de demanda também são relevantes para o processo de desenvolvimento tecnológico, pois geram diferenças setoriais nas competências, comportamento e organização das firmas (MALERBA, 2002, p. 254).

3.1.2.4.2 Atores e redes

Este elemento está diretamente relacionado ao desenvolvimento do capítulo cinco, onde os agentes produtivos são considerados como os participantes chave dentro de um SSI. Esta notoriedade ocorre por conta da função exercida de incorporar novas invenções à divisão de produção, e em seguida, comercializar para o desenvolvimento de inovações.

As firmas se inter-relacionam no sistema por meio da atuação em dois papéis: de usuário e fornecedor. No primeiro, a relação da demanda com a atividade de inovação é no sentido de fornecer quais são as necessidades, modificações, e falhas que precisam ser sanadas, objetivando a concepção de um produto melhor elaborado. Este papel pode variar com os setores, visto que, em estruturas onde o número de usuários é ínfimo, sua relação com os produtores é crucial para o desenvolvimento dos produtos e processos pertencentes ao setor. No segundo, o papel dos fornecedores, de modo análogo ao dos usuários, também varia de acordo com os

setores, sendo que o relacionamento se torna essencial em influenciar a produção a jusante.

A heterogeneidade das firmas, elemento central em incentivar a construção de redes colaborativas, também alterna entre setores. Esta relação sofre influência direta dos domínios sobre a base do conhecimento, considerando que o número de oportunidades tecnológicas pode elevar a variedade de produtos e firmas. De modo contrário, setores maduros tendem à homogeneidade, o que segundo Malerba (2004), pode ser condicionado pelos processos de imitação e seleção de produtos.

Além das firmas, tidas como agentes chaves em um SSI, os atores não mercantis também exercem funções relevantes em incentivar o desempenho inovativo do sistema. Estes agentes podem ser representados pelas universidades e instituições financeiras (que são tratados nos capítulos seis e sete), além de agências governamentais, autoridades locais, associações de empresas, entre outras. Geralmente a função exercida é a de dar suporte ao processo inovativo, difusão tecnológica e produção dos bens. A heterogeneidade entre as competências de cada agente é um elemento que reforça a construção de redes colaborativas visando complementariedades.

3.1.2.4.3 Instituições

A ideia central da relevância das instituições para um SI já foi apresentada no início desta seção, quando mencionada sua capacidade de reduzir as incertezas de um ambiente inovativo, que traz consigo elementos de risco. Contudo, algumas contribuições incrementais estão relacionadas ao fato de que as instituições podem ter origem nacional (sistema educacional, lei de propriedade intelectual, lei de incentivo à inovação), ou serem leis específicas do setor. Para o segmento das telecomunicações é possível discorrer a respeito das determinações de padrões tecnológicos que ficaram comuns no desenvolvimento das tecnologias de redes móveis, proporcionando um ambiente menos incerto e incentivando o desenvolvimento produtivo (EDQUIST, 2004).

3.1.2.4.4 Dinâmica evolucionária do SSI e síntese do tema

A operacionalização do sistema não ocorre de modo estático, mas ao contrário, se modifica na medida em que as interações são fortalecidas e os agentes evoluem durante o processo. Este elemento está associado às discussões sobre o processo de criação de variedades e de seleção, quando trajetórias vão sendo constituídas, mas poucas decorrem em sucesso. O resultado desta dinâmica é a evolução dos participantes e a coevolução do sistema (MALERBA, 2004; CARLSSON e STANKIEWICZ, 1991). A mudança de um paradigma técnico no segmento de telecomunicações, mediante a quinta geração de rede móvel, influencia na readequação das agências reguladoras, dos fornecedores, dos usuários e das agências financeiras para estarem cientes dos benefícios e das necessidades da nova tecnologia.

Em síntese, os elementos associados à base de conhecimento, matriz tecnológica, atores e instituições, são fatores que, em certa medida, são compartilhados com as demais divisões de SI. A ideia central é constituir um ambiente que incentive a colaboração entre os agentes, que possuem competências distintas, de modo a externalizar os benefícios associados à complementariedade destas. A inovação é consequência de um processo permeado por incertezas, e deste modo, o ambiente institucional construído a partir de políticas públicas, a existência de recursos científicos e tecnológicos, a participação de agências financiadoras, entre outros atores, são elementos que diluem os riscos do processo e alavancam a capacidade inovativa da estrutura consolidada. É sobre esta visão que a presente dissertação é pautada e busca avaliar os elementos que constituem o SSITICs no Brasil.

3.2 INFRAESTRUTURA DAS TICS E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO

Ultrapassada a seção composta pelos elementos teóricos associados à construção de uma política visando a promoção de entrelaçamentos colaborativos no setor das TICS, esta e as próximas seções apresentam as fundamentações teóricas que justificam a escolha deste setor como objeto de análise e dos elementos constitutivos escolhidos para representar o SSITICs (agentes produtivos, científicos e de financiamento).

O objetivo desta seção é apresentar a fundamentação teórica para o capítulo quatro, no qual são apresentados indicadores correspondentes ao estágio de

implementação da infraestrutura de TICs. Embora não seja a intenção introduzir uma relação determinista entre a infraestrutura com o desenvolvimento econômico, a ideia central é que a própria iniciativa de implementação gera oportunidades de ganhos econômicos associados à produção industrial, e que, mediante políticas públicas de incentivo à adoção destas tecnologias, os benefícios associados podem ser difundidos de modo mais célere e homogêneo entre a população.

3.2.1 TICs como oportunidade de salto no processo de desenvolvimento econômico

São diversos os trabalhos que correlacionam a implementação e utilização das TICs com o desenvolvimento econômico. Um dos mais influentes é o de Steinmueller (2001), defendendo que os países em fase de desenvolvimento podem pular etapas neste processo por meio da utilização das TICs, desde que sejam respeitados alguns pré-requisitos que intensificam os benefícios, como: capacidade de absorção, acesso e *know how*; capacidade em tecnologias complementares; e integração do mercado a jusante. Essas questões são essenciais, pois apenas a aquisição e aplicação das tecnologias, desenvolvidas nos países referência, não é suficiente para promover o desenvolvimento autônomo nos países periféricos. É preciso que se estabeleçam algumas condições que permitam maximizar o uso dessas tecnologias na conjuntura do país, para a partir deste momento, buscar a inserção no grupo dos países referência neste setor. Estando presente no grupo dos países que ditam os padrões tecnológicos, aumenta-se a possibilidade de desenvolver um SSI com entrelaçamentos internacionais, facilitando a aquisição de conhecimentos externos, e gerando benefícios para a produção interna de equipamentos, prestação de serviços e oferta para a sociedade.

A respeito da possibilidade de *leapfrogging*, defendida por Steinmueller (2001), Wang (1999) avalia o caso de Taiwan, que se destacou, como os demais tigres asiáticos, dentro do setor das TICs. Wang (1999) defende que além da importância direta e indireta da tecnologia para a economia, o governo teve papel central em dar início ao processo de absorção destas, o que é similar ao processo de planejamento de industrialização evidenciado no caso japonês, quando o MITI¹⁰ assumiu a

¹⁰ *Ministry of International Trade and Industry* (Ministério da Indústria e Comércio Internacional)

responsabilidade de estipular tendências tecnológicas que poderiam se tornar um diferencial competitivo (FREEMAN, 1988). A conclusão a respeito de Taiwan foi de que o desenvolvimento de uma “*National Information Infrastructure*” (WANG, 1999, p. 2), somado ao desenvolvimento de capital humano associado às áreas tecnológicas, foram elementos importantes no desenvolvimento da economia. Deste modo, se identifica que a influência para o desempenho econômico é condicionada por elementos incrementais que auxiliam na difusão e produção destas tecnologias.

A Índia é outro país que usualmente é tido como objeto de pesquisa para representar a importância do setor das TICs para o desenvolvimento econômico. O trabalho de Narayana (2011) demonstra que a contribuição da infraestrutura de telecomunicações para o PIB de comunicação, e para o setor das TICs, é significativa. Além disso, auxilia no esclarecimento dos fatores que são correlacionados com uma maior ou menor probabilidade de demanda por serviços de telecomunicações. A importância de visualizar esses fatores está relacionada aos benefícios das externalidades de rede (quando as benesses são crescentes a cada usuário que pertence à rede), que são intensificadas com a promoção das tecnologias para a sociedade. Dentro dos resultados, elementos como a renda mensal, educação e ocupação (trabalho no terceiro setor) aumentam a probabilidade de demanda. Questões de preço, casta (níveis mais baixos) e localização (quantidade de pessoas relevantes próximas) foram apurações que diminuía a chance de procura pelos serviços. Estes resultados indicam que a existência da infraestrutura não é autossuficiente para o acesso pela população, portanto, se faz necessário o envolvimento de políticas públicas que busquem facilitar o acesso pelos mais marginalizados, expandindo a formação de redes de usuários, e tendo como efeito a criação de novas oportunidades econômicas que impactam no desenvolvimento do setor e do país.

O trabalho de Niebel (2018) procurou avaliar a validade empírica do artigo de Steinmueller (2001), buscando evidências que sinalizassem uma diferença no desempenho econômico dos países que adotam as TICs, considerando países em desenvolvimento, emergentes e desenvolvidos. A primeira constatação é de que existe uma correlação positiva e significativa entre a adoção das TICs e crescimento econômico, contudo, contrariando a ideia de Steinmueller (2001), embora fosse identificada uma diferença no desempenho entre os países, ela não seria estatisticamente significativa. Dentro do próprio artigo o autor ressalta as limitações de

trabalhar com uma amostra pequena de países, sendo que também é necessário avaliar a condição colocada por Steinmueller (2001) de que os benefícios das TICs só seriam absorvidos diante de um contexto específico, demandando grande esforço do país em questão.

Um estudo tradicional a respeito dos impactos da infraestrutura de telecomunicações para o desenvolvimento econômico foi o de Roller e Waverman (2001), onde as análises foram realizadas a partir de uma amostra composta por países pertencentes à OCDE. Os motores da correlação são apontados pelos autores como sendo, em primeiro lugar, os *spillovers* tecnológicos, considerando o aumento de produtividade¹¹ evidenciado, e em segundo lugar, os impactos da infraestrutura testados sob a perspectiva da existência de externalidades de rede. Pela pesquisa ter sido baseada entre os anos de 1970 a 1990, a tecnologia predominante era a de telefonia fixa, e por isso, os resultados são relacionados à penetração destas. Um aumento de 1% na taxa de penetração estaria vinculado a um crescimento de 0,15% da economia. Também foi avaliada a relação entre investimentos em infraestrutura com a taxa de penetração, onde 10% de aumento no investimento geraria um aumento de 0,3% da penetração. Correlacionando os dois resultados, o investimento em infraestrutura de telecomunicações tem a capacidade de estimular o crescimento da economia.

A estruturação do setor das TICs tem sofrido transformações com o passar o tempo, tendo como efeito a obsolescência de tecnologias críticas em épocas passadas, que agora acabam sendo substituídas por outras mais eficientes e menos custosas, como a relação da telefonia fixa com a móvel e acesso à rede (embora a infraestrutura herdada da telefonia seja importante para as novas tecnologias). Nos dias atuais, estimulado pelo fluxo crescente de informações, aplicativos e conteúdo, a rede se tornou a infraestrutura mais relevante para difundir os benefícios associados ao uso das TICs, tanto sobre o espectro da funcionalidade social, como pela emergência de novos mercados, como é apresentado em sequência nesta seção.

O trabalho de Zaballos e López-Rivas (2012) avaliou o impacto da banda larga nos países latinos americanos e caribenhos. Os resultados apontaram para uma

¹¹ Sobre a relação da introdução das TICs e o aumento de produtividade para o caso brasileiro e indiano o trabalho de Commander et al. (2011) traz importantes considerações, como a importância de inovações organizacionais.

correlação positiva e significativa, associando o aumento de 10% da penetração de banda larga fixa com o crescimento de 3,19% do PIB, 2,16% da produtividade e 67.016 novos empregos. Além disso, foi apurado que os impactos do acréscimo de penetração são crescentes, embora ocorra um processo de saturação com o passar dos anos. Para o efeito sobre os países desenvolvidos, o trabalho de Czernich et al. (2011) avaliou a correlação da banda larga com o desempenho de 25 países pertencentes à OCDE. Os resultados indicam a importância da infraestrutura de telefonia fixa, observando a relação de complementariedade desta com a prestação de serviços de banda larga fixa. Além disso, o impacto mensurado para o crescimento econômico associou uma elevação de 10 pontos percentuais na taxa de penetração com um aumento de 0,9 a 1,5 pontos percentuais no crescimento do PIB. Como o período de tempo estudado abordou um horizonte que permitiu avaliar a repercussão da introdução da banda larga, foi constatada a responsabilização por um crescimento de 2,7 a 3,9% do PIB dos países.

Por fim, sobre um prisma contemporâneo da trajetória do setor das TICs, Fransman (2010) evidencia a transformação que ocorre no “novo ecossistema das TICs”. O autor separa o setor em quatro camadas¹² e faz alguns apontamentos relacionados ao inter e intrarelacionamento entre elas, além de identificar quais são as responsáveis pelos maiores investimentos em infraestrutura, em P&D e com maiores retornos no período recente. O trabalho evidencia que a camada relacionada à criação de “conteúdo, aplicações e serviços” tem demonstrado uma dinâmica específica, com alta participação nos gastos em P&D, além da contribuição via relacionamento com as demais camadas. O trabalho de Fransman (2010), juntamente com o de Steinmueller (2001), são contribuições que denotam as oportunidades que podem ser retiradas mediante a constituição de uma sociedade mais conectada. As constatações que Steinmueller apontava em 2001 ainda são relevantes em relação a nova configuração do setor, considerando que dentro da camada de desenvolvimento de aplicações e conteúdo não existem barreiras consolidadas que impedem o acesso do Brasil à competição internacional.

¹² Fransman (2010) desenvolveu a ideia de que o ecossistema de TICs poderia ser dividido em quatro camadas, sendo: Fabricante de equipamentos de rede (1ª), Operadores de rede (2ª), Conteúdos, aplicações e serviços (3ª) e Consumidores (4ª).

A literatura discutida dentro desta seção reforça a ideia da correlação existente entre o desenvolvimento da infraestrutura e utilização das TICs com o crescimento econômico. Essa é uma tendência que pode ser evidenciada desde os anos 70 do século XX, vide Roller e Waverman (2001), até os dias atuais, considerando a nova configuração do setor exposta por Fransman (2010). Muito embora a literatura utilizada possua um tom determinista, a importância dessas contribuições deve ser analisada a partir da existência de efeitos para o crescimento econômico, desde que ocorra a promoção de políticas que incentivem a instalação da infraestrutura e o acesso pela população. Os resultados não devem ser replicados para o caso brasileiro, contudo, enfatizam a necessidade de estabelecer um SSI que visualize o hiato de conectividade do país, e a partir desta consideração, constitua uma cadeia de relacionamentos duradouros para atender a ociosidade de infraestrutura e ampliar a competitividade internacional dos atores atrelados ao setor.

3.3 ATORES PRODUTIVOS E DINAMISMO DE ATUAÇÃO DAS TICS

Esta seção embasa as discussões apresentadas no quinto capítulo quanto ao sistema produtivo relacionado ao setor das TICs. Desta forma, o objetivo é apresentar a sustentação teórica para a seleção destes agentes e expor o debate acerca das oportunidades de atuação que estes podem realizar no setor, visto a tendência de convergência entre as atividades.

3.3.1 Atores produtivos como os elementos chaves de um SI

A constituição de um SSI exige a integralização dos atores produtivos na estrutura relacional, visto que a ausência de um setor produtivo minimamente desenvolvido pode comprometer a sustentabilidade do sistema. Evans e Tigre (1989), ao compararem o processo de constituição de uma política de desenvolvimento para o setor de informática no Brasil e na Coreia do Sul, diagnosticaram que um dos determinantes para a variação no sucesso da política esteve atrelado à existência de uma estrutura produtiva prévia. Enquanto no país asiático era possível encontrar um conglomerado industrial que permitia a produção em grandes escalas, no Brasil não havia uma tradição no setor da eletrônica, o que refletia na ausência de um mecanismo produtivo com escalas de produção similar ao país asiático.

Alguns autores tradicionais da literatura de SI defendem de maneira explícita a necessidade destes atores para a sustentabilidade do sistema. Malerba (2002) aponta que: “[...] firmas são os atores chaves de um sistema setorial. Elas estão envolvidas na inovação, produção e venda de produtos setoriais, e na geração, adoção e uso de novas tecnologias” (MALERBA, 2002, p. 255, tradução própria). Nelson (2006a), mesmo avaliando a operacionalização de um sistema sobre um viés mais concentrado nas instituições de suporte ao processo inovativo, destaca que: “na maioria dos ramos, a parte mais importante dos esforços de inovação é desenvolvida pelas próprias empresas” (NELSON, 2006a, p. 433). Diante da constatação da importância atribuída aos agentes produtivos para o funcionamento dessa dinâmica, é preciso identificar qual o perfil destes no setor das TICs no Brasil.

3.3.2 A convergência entre as atividades envolvidas no setor das TICs

A partir da definição das camadas de Fransman (2010) se identifica que as trajetórias de desenvolvimento impulsionada pelas TICs podem ser estimuladas tanto pelas áreas vinculadas à fabricação de equipamentos de informática e comunicação, quanto pela prestação de serviços de rede e atividades de desenvolvimento de aplicativos e conteúdo, as quais se tornam cada vez mais relevantes dentro do setor. O primeiro ponto está vinculado às atividades de transformação que permitem ao país desenvolver políticas que estimulem o relacionamento das indústrias com instituições de suporte para a produção de novos produtos, visando situar o país dentro do cenário de competição internacional. No Brasil, essas atividades já foram objetos de políticas pretéritas, como pela política nacional da informática (EVANS e TIGRE, 1989; TIGRE, 1993; FAJNZYLBER, 1993) e de telecomunicações (SZAPIRO e CASSIOLATO, 2003).

O segundo ponto está vinculado às atividades de serviços, como de telecomunicações, assistência técnica, desenvolvimento de conteúdos e *softwares*. Sobre estas últimas, existe uma intensificação na sua relevância para o setor, tanto decorrência de um movimento global de aumento da demanda por serviços modernos, como pelo próprio desenvolvimento das TICs que visualiza sua fronteira tecnológica em constante expansão. Uma das ilustrações empíricas mais enfáticas é o caso indiano, onde houve estímulos para o crescimento das atividades de programação (ARORA e ATHREYE, 2002). As atividades de serviço são representadas por

Fransman (2010) sobre as camadas dois e três (operadores de rede e conteúdos, aplicações e serviços), destacando contribuições significativas em relação à quantidade de P&D desembolsada e apoio para a inovação decorrente do relacionamento com as demais camadas (desenvolvimento de equipamentos e consumidores).

Em uma análise do panorama geral do setor, a Confederação Nacional da Indústria (CNI) identifica que tanto as atividades de equipamentos quanto de serviços estão cada vez mais próximas, o que faz perder o sentido da segmentação entre elas (CNI, 2018). Casos empíricos que evidenciam essa vinculação são a aquisição da Motorola pela Google e os projetos de independência de *softwares* promovidos pela Huawei. Estes sendo uma resposta às barreiras impostas pelo governo norte-americano que impedem o uso do sistema operacional Android pela gigante de equipamentos chinesa.¹³ O movimento do setor se direciona para um contexto onde os grandes *players* do mercado buscam se aproveitar do poder de mercado constituído, e por meio da fidelização dos clientes, para criar uma rede integrada que oferte desde a plataforma física à digital.

3.3.3 Transformação e serviços com contribuições específicas ao desenvolvimento

Embora a segregação venha perdendo importância com o tempo, a relevância das atividades de fabricação de equipamentos pode ser visualizada a partir dos resultados da pesquisa de Hausmann et al. (2005), onde é destacada a relação entre a cesta de exportação dos países com o desempenho no nível de renda. Os autores defendem que países ricos exportam produtos semelhantes à de outros países ricos, e que países pobres são aqueles que, em geral, exportam produtos com menor valor adicionado. Os resultados foram obtidos correlacionando a cesta de exportação dos países com a classificação no nível de renda, deixando de contribuição para a literatura de que os países ricos exportam produtos mais sofisticados, ou aqueles com maior valor adicionado. A importância desta pesquisa para o setor das TICs é visualizada a partir da constatação de que os principais *players* competitivos na

¹³ “Huawei lança sistema operacional para substituir Android” (EXAME, 2019), Disponível em: <https://exame.abril.com.br/tecnologia/huawei-lanca-sistema-operacional-substituir-android/>. Acesso em 01 de novembro.

fabricação de equipamentos estão localizados em países onde a renda é superior à brasileira, e que conforme apresentado no capítulo cinco, a participação destes produtos na cesta de comércio internacional é superior a 90% do setor. Há ainda o caso da China que vem se tornando um ator relevante dentro do mercado ao demonstrar altas taxas de crescimento econômico no período recente. Szapiro (2012) aponta uma questão relevante dentro das atividades de fabricação, considerando que elas carregam as maiores remessas vinculadas ao processo de P&D, ressaltando a sua importância dentro da constituição de um SI.

Contudo, conforme mencionado no início desta seção, as atividades de serviço se tornam cada vez mais relevantes dentro do setor e do mercado internacional. O crescimento das atividades de serviço moderno é considerado por Eichengreen e Gupta (2013) como a segunda onda de crescimento destas. Os autores observaram que a partir de determinados níveis de renda as atividades de serviço começam a crescer com maior intensidade. A primeira onda estaria relacionada às atividades mais tradicionais e vinculada aos níveis de renda mais baixos. A segunda onda representa a demanda dos países mais ricos por serviços modernos, caracterizados pela maior comercialização, intensidade de capital humano e uso de TICs. Estas tecnologias contribuíram, segundo os autores, para o próprio crescimento dos serviços.

A experiência da Índia retrata como o crescimento das atividades de serviço pode estar relacionado com as vantagens comparativas de um determinado país, assumindo uma trajetória de adaptação estrutural para a promoção destas. Arora e Athreye (2002) destacam que o baixo custo da mão de obra, o alto número absoluto de engenheiros e cientistas, e o conhecimento da língua inglesa, foram elementos que possibilitaram ao país o crescimento das atividades de desenvolvimento de softwares. Além disso, a estrutura do segmento relacionada à ausência de barreiras à entrada e a dispensabilidade de infraestrutura física foram outros fatores que contribuíram para o respectivo desenvolvimento. Os impactos dessa priorização foram a promoção de serviços relacionados, intensificação na qualificação de profissionais e estímulo à adaptação de práticas organizacionais que intensificaram a capacidade competitiva do país (ARORA e ATHREYE, 2002).

3.3.4 Experiência brasileira com as atividades que constituem o setor

Em respeito a situação brasileira, a estrutura da pesquisa desenvolvida por Szapiro (2012) se assemelha a desenvolvida no quinto capítulo, e demonstra como o quadro produtivo recente é fruto das ações tomadas pelo governo durante o período de reestruturação dos segmentos de telecomunicações e informática no decorrer da década de 90. A facilitação da entrada de firmas estrangeiras no mercado nacional acabou gerando efeitos que foram danosos ao objetivo de desenvolver maior autonomia científica e tecnológica no setor. As sequelas foram sentidas pela diminuição dos investimentos em P&D nacional, perda de competitividade das firmas nacionais e a degradação da balança comercial. As conclusões realizadas pela autora apontam para a necessidade de formular políticas explícitas, e com objetivos específicos, para reerguer as atividades produtivas e inovativas dentro da fabricação de equipamentos.

Com relação as atividades de serviço no Brasil, Marconini (2012) avalia a trajetória de crescimento das exportações, apontando para a existência de três etapas de intensificação desse processo. A primeira está vinculada ao setor de construção e serviços relacionados, a segunda aos serviços financeiros e a terceira com a emergência das firmas de TICs. Sobre estas últimas, o autor defende que a crise de 2008 contribuiu para o crescimento quando empresas estrangeiras, procurando reduzir custos, terceirizaram atividades para países com mão de obra relativamente mais barata. Assim como na Índia, o custo da mão de obra e o número de profissionais com suficiência em inglês foram diferenciais para o crescimento do segmento no Brasil. Contudo, existe a mesma preocupação de que há uma escassez de profissionais qualificados formalmente no mercado, o que pode ser uma barreira à continuidade do desenvolvimento dessas atividades.

Em síntese, o setor das TICs permite estratégias de intervenção por frentes variadas. Embora a segmentação das atividades de transformação e de serviços seja cada vez menos relevante, entender o quadro produtivo atual permite que as políticas elaboradas sejam mais compatíveis com a estrutura vigente, que por sua vez, tornam estas intervenções mais capazes de surtirem efeitos positivos. A importância da fabricação de equipamentos está atrelada às atividades de P&D, elemento essencial para a construção de um SI. Contudo, as atividades de serviços, principalmente as correspondentes ao desenvolvimento de *softwares*, crescem em relevância dentro da tendência de convergência entre equipamentos, rede e aplicativos, tornando sua existência estratégica para a imposição do país no grupo internacional de definição

de padrões para o setor. Sobre estas, o relatório desenvolvido por Hernández et al. (2019) enfatiza o protagonismo exercido pelas firmas pertencentes ao setor quanto ao investimento em P&D.

3.4 O PAPEL DA INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA NO DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÕES

Se os agentes produtivos carregam o papel central da operacionalização de um SI, às universidades é atribuída a função de sustentar o ambiente inovativo por meio do ensino e pesquisas, tanto sobre o paradigma tecnológico dominante, como pelos avanços científicos que podem resultar em oportunidades tecnológicas e econômicas relevantes. Embora hoje o seu papel possa parecer óbvio, Mowery e Sampat (2005) ressaltam que a importância destinada a estas instituições é uma inovação no tema da inovação.

Dentro dos principais atores do tema, Nelson (1993) foi o que tratou de modo mais enfático o papel destas instituições em diferentes SI, destinando maior atenção à participação destas no desenvolvimento econômico norte americano (NELSON, 2006a). Embora a preocupação com a participação das universidades no desempenho inovativo seja crescente, o entendimento inadequado dos determinantes da sua produtividade, e dos aspectos que influenciam o relacionamento com atores produtivos, dificulta que os resultados esperados sejam alcançados (MOWERY e SAMPAT, 2005). Deste modo, esta seção foi construída com o objetivo de elucidar as questões centrais desta problematização, abordando a comparação entre o desempenho nos Estados Unidos e no Brasil, o papel destas instituições em um SI, e por fim, o relacionamento com os agentes produtivos.

3.4.1 A revolução científica nos Estados Unidos e a procrastinação no desenvolvimento brasileiro

O título desta subseção antecipa a conclusão relacionada à participação destas instituições no desenvolvimento norte americano e brasileiro. Os estudos de Nelson (2006a) concomitantemente ao de Suzigan e Albuquerque (2011) permitem a comparação entre a emergência das universidades e o entrelaçamento destas com o desenvolvimento produtivo e econômico de cada nação. Enquanto o primeiro aborda

o protagonismo associado aos avanços científicos e tecnológicos, o segundo exalta o comportamento tardio que ocorreu na história brasileira.

Os fatores determinantes do relacionamento das universidades norte americanas com o desenvolvimento econômico foram a associação com as necessidades locais e o reconhecimento dos avanços proporcionados pela atividade científica (NELSON, 2006a). Sendo os Estados Unidos um país com largas fronteiras territoriais, houve diversas necessidades específicas para cada região, e para isso, o papel das universidades foi determinante em promover disciplinas que poderiam ser aplicadas para a resolução de problemas locais, tendo por consequência, uma expansão nos cursos relacionados à engenharia (NELSON, 2006a). Outra externalidade deste relacionamento foi o enraizamento das interações entre o espectro produtivo com o ensino e a pesquisa. No período pós-guerra, após a percepção do mundo do potencial da ciência básica corporificado no projeto Manhattan, estas instituições receberam notoriedade por parte da dimensão política e social, resultando na expansão dos recursos e financiamento de projetos estratégicos (NELSON, 2006a). Sobre esta questão, o papel do Departamento de Defesa (DoD) foi crucial em incentivar o desenvolvimento das tecnologias da computação que constituem a base das TICs.

Contrastando a experiência norte americana de construção de entrelaçamentos duradouros entre o espectro científico e produtivo, além da notoriedade dos avanços da ciência básica, o desenvolvimento destas relações é praticamente ausente no Brasil. Suzigan e Albuquerque (2011) avaliam o sistema brasileiro de inovação a partir de três dimensões: científica, tecnológica e financeira. Para a primeira, a conclusão foi a de que a emergência das universidades ocorreu de maneira tardia, expondo a situação da Universidade de São Paulo que foi criada apenas em 1934.¹⁴ A demora na emergência destas instituições impediu que fossem construídos laços colaborativos de longo prazo entre os agentes científicos e produtivos. Na dimensão tecnológica as barreiras estiveram presentes nas raízes do desenvolvimento social, onde a persistência da escravidão impossibilitava a difusão de ideias e liberdade de expressão. Por fim, a dimensão financeira, assim como a

¹⁴ Contrastando com a situação norte americana, enquanto no período de independência desta civilização já existiam 9 universidades, no Brasil, elas eram inexistentes (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2011).

científica, foi desenvolvida tardiamente, sendo criado o primeiro banco após a chegada do Rei D. João VI em 1808. Da mesma forma como na emergência tardia das universidades, o atraso no envolvimento dos agentes financiadores com os produtivos dificultou a construção de laços que poderiam ter auxiliado a instituição financeira na mensuração dos riscos envolvidos na inovação, facilitando o acesso a estes recursos pelas firmas.

Em síntese, o contraste entre os dois países demonstra que enquanto no primeiro estas instituições estiveram presentes desde os primórdios do desenvolvimento produtivo, recebendo cada vez mais atenção política e social, no Brasil, a demora na criação destas instituições impediu que laços duradouros emergissem entre os agentes produtivos e científicos. Contudo, alguns casos empíricos de sucesso devem ser mencionados, como na soja, mineração, aeronaves e petróleo (SUZIGAN e ALBUQUERQUE, 2011). A constatação destes casos demonstra como a questão de aptidão em mercados com relativa intensidade tecnológica depende da construção de relações simbióticas entre todos os participantes do setor, tanto mercantis como não mercantis.

3.4.2 Papel das universidades em um sistema de inovação

As contribuições destas instituições apontadas por Mowery e Sampat (2005) são: informação científica e tecnológica; equipamentos e instrumentação; habilidades ou capital humano; redes de capacidades científicas e tecnológicas, e; protótipos de produtos e processos (MOWERY e SAMPAT, 2005, p. 212, tradução própria). À medida que a competição em um setor é influenciada pela capacidade de gerar inovações, a participação das universidades aumenta na mesma proporção. O que justifica este ponto é que quanto mais dinâmico for um setor, maior será a procura por avanços científicos que abram oportunidades tecnológicas, e sobre esse papel, as universidades possuem a *expertise*.

Além das contribuições diretas e indiretas das universidades, os autores discutem teorias que foram elaboradas a respeito do auxílio prestado por estas instituições¹⁵, e demonstram como o entendimento parece, nos últimos anos,

¹⁵ Debatem o modelo linear de inovação, "Mode 2" (GIBBONS et al., 1994 *apud* MOWERY e SAMPAT, 2005) e Triple Helix (ETZKOWITZ, 2008).

convergir com o entendimento proposto pela teoria de SI. Partindo de um sistema linear de inovação, onde o papel das universidades era de fornecer os insumos científicos que seriam apropriados pela indústria e transformados em inovação, o entendimento cada vez mais se situa diante de um contexto em que as relações sistêmicas entre os agentes científicos e produtivos demandam relacionamentos constantes para avançar a fronteira científica e consolidar o entendimento das tecnologias disponíveis nas divisões de produção (MOWERY e SAMPAT, 2005). Esta nova visão demonstra um contrafluxo do sistema linear.

Uma preocupação de Mowery e Sampat (2005) a respeito do papel das universidades no SI é a pressuposição inadequada dos fatores que influenciam a produtividade desta e que estimulam o relacionamento com os atores produtivos. Uma das questões que cresce na atenção dos formuladores de política está relacionada com a capacidade de patenteamento e licenciamento de tecnologias, como pelo ato *Bayh-Dole* de 1980, que permitiu que as universidades americanas patenteassem avanços financiados pelo investimento público. Nelson (2006b) é um crítico desta abordagem ao considerar que as patentes podem mais prejudicar do que beneficiar a sociedade. O autor defende que este instrumento pode desviar o foco de atuação das universidades, dando maior atenção aos avanços rentáveis de curto prazo, e ignorando desenvolvimentos científicos que demandam pesquisas de longa duração, mas que poderiam trazer maiores benefícios à sociedade. Uma explicação do autor é que o patenteamento impede a difusão do conhecimento, barrando avanços sobre a dimensão econômica e social. Colyvas et al. (2002) observam que o *Bayh-Dole* não produziu os efeitos esperados, sendo responsável apenas pela intensificação de um movimento que já ocorria em períodos pretéritos.

Em síntese, a atenção destinada às universidades é crescente no período recente após o maior protagonismo destinado à inovação como elemento determinante do desempenho competitivo. Contudo, o aumento da importância fez com que políticas fossem implementadas sem o entendimento adequado das suas contribuições, o que pode prejudicar a dinâmica dos avanços futuros.

3.4.3 Entrelaçamento dos resultados científicos com os objetivos produtivos

O objetivo desta subseção é trazer elementos empíricos para o debate da importância das universidades, justificando a obtenção dos dados e as discussões

propostas no capítulo seis. A maioria das pesquisas que buscam estabelecer quais são os critérios que motivam o relacionamento das firmas com estas instituições se baseiam em Cohen et al. (2002), quando investigada esta vinculação sobre empresas norte americanas. Os autores identificam que as pesquisas são importantes para a concepção e conclusão de projetos, tendo participação maior nestas. Contudo, elas perdem para o relacionamento com clientes e a divisão de operação. Outros pontos relevantes destacados pelo trabalho é o reconhecimento de que a principal contribuição ocorre pelas descobertas científicas; os campos de conhecimento variam com as indústrias; as publicações e relatórios como os principais canais de conhecimento; e que são as firmas de grande porte que mais se relacionam. Em síntese, é destacada a importância dos canais mais descentralizados para a difusão do conhecimento científico, assim como defendido por Nelson (2006b).

Pinho (2011) desenvolve uma pesquisa similar à de Cohen et al. (2002), contudo, analisando o relacionamento no Brasil. Em geral, os resultados são sobrepostos, porém, existe uma novidade associada à segregação por intensidade tecnológica dos setores. Deste modo, algumas características relevantes das TICs é a menor participação das universidades para a concepção de projetos e maior importância dos relacionamentos por meio de consultoria, contratação de pessoal e trocas de informações. Por fim, se identifica que a ciência da computação é a área mais relevante para o desenvolvimento do setor, justificando a extração dos dados correspondentes à área de Engenharias e Computação no capítulo seis. Em síntese, no Brasil parece prevalecer, de forma análoga à situação norte americana, a predominância de canais abertos de difusão científica, além de interações informais para o setor das TICs.

Rapini (2005), Garcia et al. (2014) e De Negri et al. (2013) destacam as características dos grupos de pesquisa, da infraestrutura científica e do relacionamento com o setor produtivo no Brasil. Rapini (2005), com base nos dados do Diretório de Grupos de Pesquisa (DGP) relativos ao censo de 2002, aponta que de 15.158 grupos analisados, menos de 10% se relacionaram com empresas, contudo, destes, 43,8% são associados à área de ciência da computação, explicitando a necessidade de relacionamentos sobre esta dimensão científica. Analisando as características dos grupos, Garcia et al. (2014) identificam que os fatores determinantes para o relacionamento são a qualidade da pesquisa, a estrutura do departamento (quantidade de integrantes), tamanho do grupo (número de

pesquisadores) e a área do conhecimento. A pesquisa e os resultados são similares ao de De Negri et al. (2013), contudo, focado em laboratórios, onde se destacam o porte, a qualificação da equipe, o maior espaço de pesquisa, e uma contribuição negativa de artigos publicados.¹⁶

Focando apenas na infraestrutura tecnológica do setor das TICs no Brasil, Oliveira (2016) analisa a característica de 191 infraestruturas de pesquisa ligadas a 73 instituições de ensino e pesquisa (laboratórios, centros e universidades). Os resultados podem ser sumarizados da seguinte maneira: concentração nas regiões sudeste e sul (60% e 21% respectivamente); predominância de atividades de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e ensino (98%, 85% e 76% respectivamente); predominância das áreas de computação, eletrônica e telecomunicações (44%, 18% e 9% respectivamente); enfoque na terceira camada (70%) de Fransman (2010) relacionada às aplicações e conteúdo, e baixa concentração de pesquisas sobre TICs embarcadas (podem ser vinculadas à IOT¹⁷). Em menção à infraestrutura física e pessoal, existe uma predominância de doutores, servidores públicos e com dedicação superior a 30 horas semanais. Essas infraestruturas prestam predominantemente serviços às empresas e em maior número com as de capital nacional. Os investimentos são principalmente públicos, provindos em maior parte da Petrobrás (44%). Por fim, as condições de pesquisa são superiores ao nível nacional, porém inferiores ao nível internacional.

Em síntese, a revisão da literatura destaca algumas contribuições que se incrementam para o estudo adequado da infraestrutura científica no país. Em primeiro lugar, é destacado que a infraestrutura científica e tecnológica deve ser visualizada a partir do processo histórico de desenvolvimento destas instituições, o que implica na necessidade de políticas que incentivem a construção de ligações entre o polo produtivo e científico com longo prazo de atuação. Em segundo lugar, a contribuição das universidades aos SI é crescente nos últimos anos, em parte pela necessidade de absorver conhecimentos para o desempenho competitivo, e também pelo reconhecimento de que os avanços científicos são determinantes para a evolução da

¹⁶ A contribuição negativa do número de artigos publicados pode sinalizar que ocorre uma mudança de foco dos laboratórios, considerando que ocorre maior procura por aqueles que desenvolvem pesquisas mais aplicadas e não necessariamente avanços científicos.

¹⁷ IOT é a abreviação de *Internet of Things*, que reflete instrumentos elétricos e eletrônicos conectados à rede.

sociedade, defendendo que estes sejam difundidos sempre que possível. Por fim, as contribuições que correlacionam as características das pesquisas com o envolvimento empresarial estabelecem variações nas influências com base na área de conhecimento, importância da qualificação pessoal, tamanho dos laboratórios e grupos, maior escopo dos trabalhos e priorização dos canais públicos de divulgação.

3.5 A IMPORTÂNCIA DO CRÉDITO E DO ENVOLVIMENTO PÚBLICO NO PROCESSO INOVATIVO

O objetivo desta seção é apresentar a importância do crédito para o processo inovativo tendo em vista o elemento de incerteza que é intrínseco a este, apontar o envolvimento público sobre esta dimensão e contribuir com a visualização da participação do BNDES sobre a ótica da infraestrutura, produção e inovação no Brasil.

3.5.1 O envolvimento do crédito com a inovação

Embora tratada de modo individual por Schumpeter (1997) em sua obra originária do debate de inovação, Sullivan (2006) aponta que a questão do financiamento não recebeu a atenção devida dos pesquisadores envolvidos com o tema do processo inovativo. Essa mesma crítica é realizada por Melo (2009) ao analisar o financiamento da inovação no Brasil. A justificativa para a maior necessidade de atenção está respaldada no entendimento de que o processo inovativo é permeado por um ambiente incerto, e que os cálculos probabilísticos relativos à chance de sucesso são difíceis de serem mensurados. Desta forma, é improvável ocorrer um apontamento com exatidão a respeito de uma quantidade de desembolso necessário para obter sucesso neste processo, sendo necessário um envolvimento duradouro que incorra em constante aprendizado e evolução sobre os aspectos tangíveis e intangíveis associados à atividade inovativa, como aquisição de infraestrutura física, bens tecnológicos, conhecimento, capital humano, marketing e etc.

Ou seja, conforme apontado por Sullivan (2006), a inovação é um processo custoso pois demanda uma elevada quantidade de recursos para tornar viável o início das atividades de P&D e sustentar todo o processo. O resultado não ocorre de um dia

para o outro, mas é preciso haver comprometimento duradouro a fim de florescer os frutos da iniciativa.

Dosi (1990) converge na ideia de que a inovação navega em uma maré incerta, e além disso, ressalta a influência das instituições financeiras em moldar e selecionar os esforços inovativos. Se para uma ideia ser introduzida em um laboratório de desenvolvimento se faz necessário um financiamento para dar suporte a esta atividade, a instituição financeira pode avaliar se os retornos esperados deste projeto são maiores ou menores do que os custos da operação. Desta forma, no intermeio deste processo, esta instituição possui a capacidade discricionária de selecionar projetos com maior potencial de sucesso, estratégicos, ou definir critérios de atuação para que as firmas se tornem capazes de disputar os recursos ofertados. A dinâmica da capacidade de seleção e influência sobre o processo, somando à tensão entre o desempenho presente e futuro de um projeto de inovação, embasa a necessidade de envolvimento dos agentes públicos em dar suporte a esta atividade.

3.5.2 A oferta de crédito pelo poder público

Mazzucato (2014) desenvolveu uma obra cuja ideia central consiste em apontar que o Estado esteve presente em diversos casos de inovação tecnológica que foram determinantes para a transformação social e industrial de inúmeros países, com maior atenção destinada ao governo norte americano. Em um artigo relacionado aos bancos públicos de investimento, Mazzucato e Penna (2016) apontam que estes seriam uma poderosa ferramenta política para direcionar os recursos para áreas estratégicas, embasada pela discussão apontada por Dosi (1990) e o próprio envolvimento determinante do Estado em Mazzucato (2014). É possível realizar uma sobreposição destes bancos públicos de investimento com os chamados bancos de desenvolvimento, como o BNDES. Sobre os papéis destes, Ferraz (2017) aponta cinco específicos: paciência com os investimentos; codesenvolvimento com o mercado financeiro; promoção da estabilidade sistêmica; subordinação ao interesse público, e; suporte às políticas.

A ideia central por detrás da justificativa de atuação pública se sustenta pelo fato de que os agentes subordinados ao Estado, por não possuírem uma visão exclusivamente voltada à maximização de lucros, possibilitam uma maior margem de propensão aos projetos de risco, além de fornecer suporte àqueles cujo retorno social

é superior ao privado, e que por conta disso, acabam sendo ignorados pelo agentes subordinados ao mercado. Desta forma, os benefícios associados à atuação dos bancos de desenvolvimento são respaldados por uma maior eficiência alocativa de recursos sobre o prisma do bem social, e a possibilidade de serem utilizados para a implementação de políticas estratégicas (BNDES, 2018). É sobre este contexto que o BNDES foi constituído e operacionalizado deste então.

3.5.3 Atuação do BNDES para estimular a economia brasileira e o processo inovativo

O BNDES foi fundado em 1952 sobre uma conjuntura econômica internacional que serviu de incentivo para a constituição de outros bancos de desenvolvimento. O ambiente de comércio internacional, e os impactos gerados pela segunda guerra mundial, estimulavam a criação de instituições voltadas para sustentar as atividades econômicas e atuar com maior intensidade sobre os períodos anticíclicos (FERRAZ, 2017). Deste modo, a importância do BNDES para a economia brasileira foi crítica desde sua constituição, até o presente momento, sendo apontado o seu envolvimento simbiótico com as políticas públicas vigentes em cada governo (MITERHOF et al., 2015). Correlacionando com os problemas apontados por Suzigan e Albuquerque (2011) a respeito da dimensão financeira que foi desenvolvida tardiamente em comparação com países mais desenvolvidos, o BNDES acaba assumindo um papel de preencher as lacunas consequentes desta herança histórica, principalmente quanto à inexistência de crédito de longo prazo e à fragilidade macroeconômica do país que reflete sobre os juros cobrados em cada operação de risco (MITERHOF et al., 2015).

Estes elementos idiossincráticos da economia brasileira, principalmente sobre o mercado de crédito, impõem ao BNDES uma importância crítica em sustentar e estimular o processo inovativo. Em uma análise dos desembolsos à inovação, Zucoloto et al. (2019) observam que o banco tem evoluído com o tempo, principalmente por conta de dar atenção mais direta a este processo desde o início do século XXI. Os instrumentos utilizados pelo Estado para dar suporte ao processo inovativo acabam sendo, conforme apontado por Zucoloto et al. (2019), o incentivo fiscal, a constituição de parcerias e o financiamento. Os dois primeiros estão inter-relacionados por meio da Lei de Informática criada em 1991 e reestruturada por

diversas vezes, focada verticalmente sobre o setor eletroeletrônico, e a Lei do Bem, com conteúdo mais horizontal sobre os setores da economia. Contudo, conforme apontado por Szapiro et al. (2014), as políticas de isenção fiscal (as quais demandavam a aplicação de recursos sobre instituições de pesquisa) foram ineficazes tanto em estimular novas atividades inovativas, quanto em incentivar estas nas pequenas e microempresas. Embora um maior aprofundamento seja necessário para avaliar estes instrumentos públicos de estímulo à inovação, a discussão aqui se centra nos resultados vinculados aos desembolsos do BNDES por meio do financiamento de atividades inovativas e de produção sobre o setor das TICs.

Sobre esta instituição, Tavares (2013) realiza uma avaliação que correlaciona a atividade do banco com o contexto econômico e político que imperava em períodos distintos. Tanto é que a atuação do banco foi determinante durante a vigência dos estímulos de substituição da importação, cuja iniciativa buscava amadurecer a indústria nacional, assim como foi relevante o seu apoio ao processo de privatização durante o final do século XX. O banco acaba, desta forma, tendo maior envolvimento explícito com a inovação a partir do século XXI, em um processo evolucionário de aprendizado sobre os instrumentos de financiamento disponibilizados, que acabaram sendo criados e fechados por diversas vezes, conforme apontado no sétimo capítulo.

O aprendizado associado à operação rotineira não é exclusivo às firmas, mas também impera sobre as instituições de suporte à inovação, pois é a partir de inúmeras iniciativas que se acumula conhecimento que podem ser empregados no reconhecimento de projetos que possuam maior ou menor chance de sucesso (mesmo que a mensuração desta probabilidade seja difícil de ser calculado). Sobre este aspecto cabe a contribuição de Malerba (2004) acerca da coevolução dos atores inseridos em um SSI, considerando que com o tempo esta estrutura acaba amadurecendo no sentido de que os atores envolvidos expandem os conhecimentos individuais e compartilhados, permitindo a elaboração de políticas públicas mais adequadas para a intervenção sobre o objeto.

Em síntese, o envolvimento do mercado de crédito com a inovação decorre da existência de projetos de longo prazo, cuja probabilidade de sucesso é imensurável. Após constituída a ideia básica, o processo que envolve o desenvolvimento do primeiro protótipo demanda recursos para capital humano, máquinas e equipamentos, infraestrutura, entre outros elementos condicionantes que podem exceder a capacidade de autofinanciamento da firma, sendo preciso recorrer

aos empréstimos. A atuação governamental sobre esta ótica é respaldada pelo contraste entre retorno privado e público, além dos benefícios associados às externalidades de setores estratégicos. Por fim, institucionalizando a atuação governamental no Brasil, o BNDES assume um papel central de preencher as deficiências do país neste setor, sendo um ator determinante para a intervenção pública em diferentes momentos históricos.

3.6 CONCLUSÃO

Os objetivos propostos para este capítulo foram identificar as sustentações teóricas que validam o desenvolvimento desta dissertação a partir da abordagem setorial de sistemas de inovação, além da escolha do setor das TICs como objeto de pesquisa sobre este tema.

A literatura que busca avaliar a importância da infraestrutura de telecomunicações acaba sendo excessivamente determinista, contudo, expõe resultados que suportam a capacidade de desenvolvimento econômico por meio destas tecnologias. Para não correr o risco de defender uma relação direta neste caso, é preciso reforçar a questão de que o desenvolvimento proporcionado pelas TICs é determinado pela infraestrutura disponível conjuntamente com políticas públicas que encorajem o envolvimento do setor produtivo nacional, a difusão das inovações e o acesso pelos mais marginalizados.

No que diz respeito a abordagem sistêmica da inovação, esta é constituída por outras teorias que dialogam a respeito de critérios interativos sobre a ótica comercial, extra comercial, e colaborações não exclusivas às firmas. Desta forma, os SI convergem todos esses elementos, e os inserem em um ambiente institucional que dá movimento à dinâmica interativa, buscando alavancar a capacidade da estrutura de gerar inovações. Os participantes variam entre os mercantis e não mercantis, podendo representar diferentes organizações. Nesta dissertação, buscando viabilizar a análise do SSITICs, os membros selecionados foram os agentes produtivos, tidos pela literatura como os agentes chave do processo, as universidades, como as responsáveis por oferecer a infraestrutura científica, e por fim, o agente financiador desta interação, tendo no BNDES como o instrumento público para inserir o combustível necessário para dar início aos projetos de desenvolvimento tecnológico. É por meio da interação entre esses agentes, e a literatura que sustenta as respectivas

importâncias, que esta dissertação se segue e apresenta os resultados encontrados pela pesquisa.

4 VISUALIZAÇÃO DA INFRAESTRUTURA BRASILEIRA A PARTIR DE UMA ANÁLISE COMPARATIVA: UMA JANELA DE OPORTUNIDADE

O objetivo do presente capítulo é elucidar o estágio atual de desenvolvimento do setor das TICs no Brasil. Esta tarefa é realizada mediante a comparação do IDI brasileiro com grupos de países tidos como referência no setor e com os BRICS. Enquanto aqueles representam um exemplo a ser seguido, estes possibilitam comparar o comportamento brasileiro com países semelhantes em termos econômicos, sociais, geográficos e de ociosidade estrutural. A justificativa para a composição destas questões é situar o desenvolvimento brasileiro em um cenário internacional e verificar quais indicadores obstaculizam um melhor desempenho, para deste modo, apresentar engasgos que poderiam ser superados por meio de uma política pública específica ao setor.

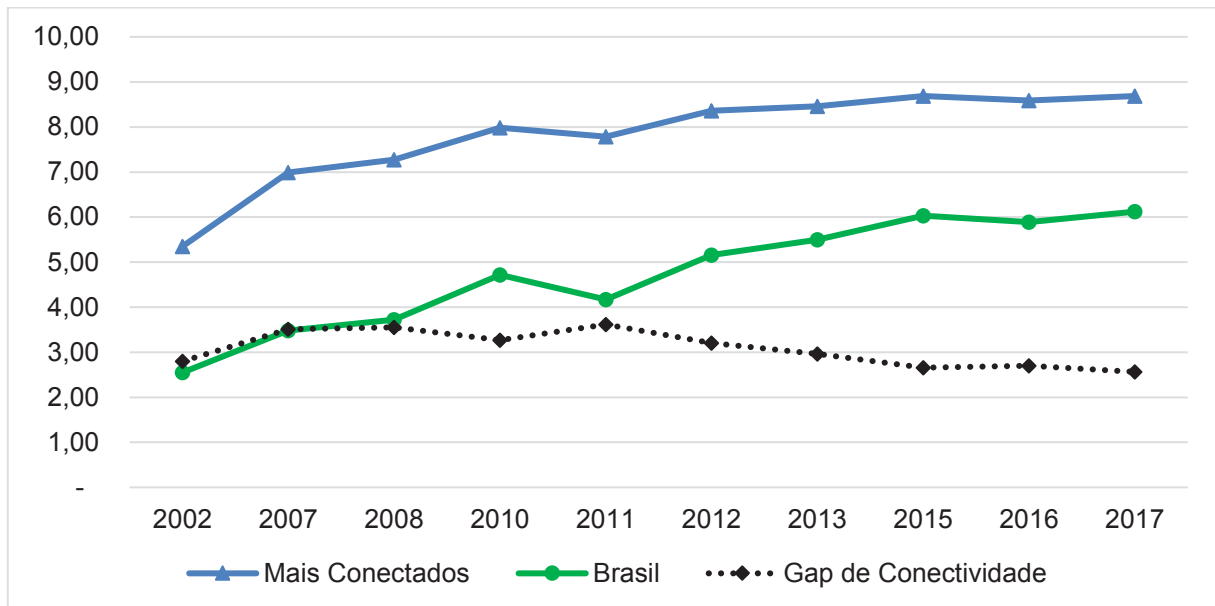
A primeira seção aborda a distância do Brasil aos países “mais conectados” em relação à classificação do IDI e investimentos. A segunda seção realiza a mesma comparação da primeira, contudo, com os demais países do BRICS. Na terceira seção é realizada uma comparação entre o resultado dos “mais conectados” com o BRICS. E objetivando avaliar as barreiras estruturais associadas ao setor, a seção quatro desconstrói o IDI e avalia o comportamento dos indicadores que o constituem. Por fim, a quinta seção realiza a conclusão.

4.1 O DISTANCIAMENTO DO BRASIL EM RELAÇÃO AOS “MAIS CONECTADOS”

O Brasil tem demonstrado, em comparação com os “mais conectados”, um desempenho satisfatório se o fator avaliado for apenas a evolução do IDI. O GRÁFICO 1 apresenta a trajetória de crescimento do indicador para o grupo dos “mais conectados” e para o Brasil. Também é exposta uma linha que identifica o *gap*¹⁸ existente entre ambos.

¹⁸ O *gap* é medido pela diferença entre o resultado observado pelo grupo dos “mais conectados” com o resultado brasileiro.

GRÁFICO 1 – ICT DEVELOPMENT INDEX: COMPARAÇÃO ENTRE A TRAJETÓRIA DE DESENVOLVIMENTO DO BRASIL COM OS PAÍSES “MAIS CONECTADOS”



FONTE: International Telecommunication Union (2017).

A evolução do crescimento de ambos os dados é semelhante, mesmo durante o decréscimo dos indicadores entre os anos de 2010 e 2011 (o que pode ser consequência de uma mudança na metodologia utilizada para o cálculo do índice). Contudo, a linha pontilhada, que mede a amplitude entre os dois índices, apresenta uma inclinação negativa, indicando o encurtamento da distância entre os dois. A TABELA 1 demonstra os valores do índice para cada um dos anos observados, assim como a taxa de crescimento médio do período.

TABELA 1 – ICT DEVELOPMENT INDEX: EVOLUÇÃO DO BRASIL E DOS “MAIS CONECTADOS”.

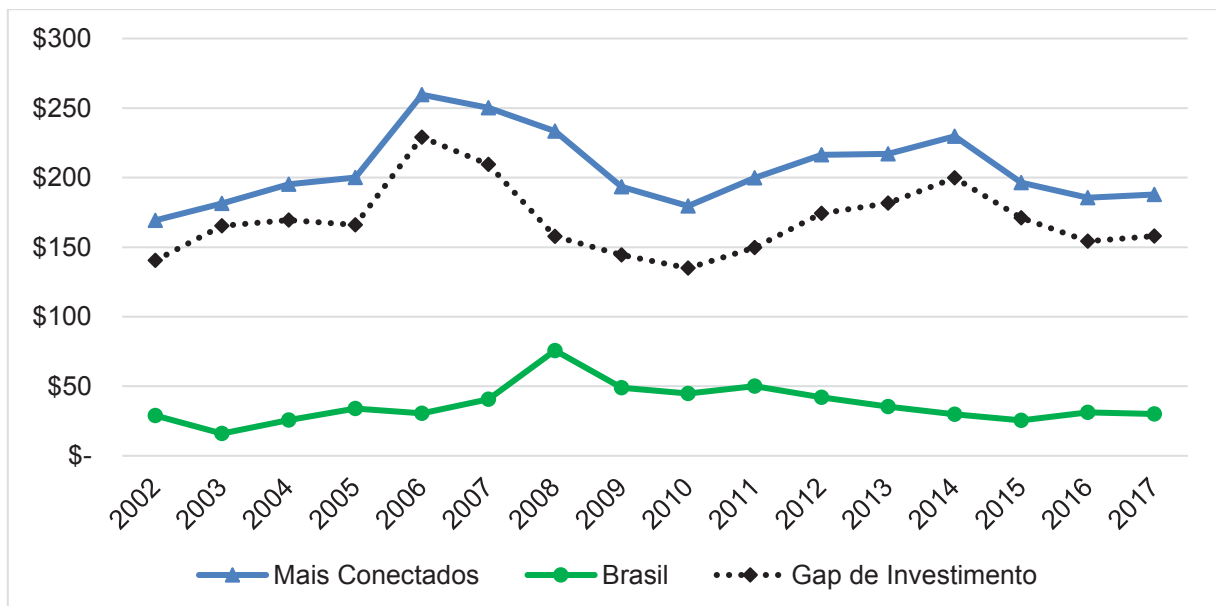
	2002	2007	2008	2010	2011	2012	2013	2015	2016	2017	CAGR
Mais Conectados	5,35	6,99	7,28	7,99	7,79	8,36	8,46	8,69	8,59	8,68	3,2%
Brasil	2,55	3,48	3,72	4,72	4,17	5,16	5,50	6,03	5,89	6,12	6,0%
Gap	2,80	3,51	3,56	3,27	3,62	3,20	2,96	2,66	2,70	2,56	-0,5%

FONTE: International Telecommunication Union (2017).

Por conta de o Brasil demonstrar uma taxa de crescimento anual de 6%, sendo superior ao crescimento dos “mais conectados”, esse resultado sustenta o encurtamento da amplitude entre os dois indicadores. Se a diminuição da distância pode ser entendida como positiva, é preciso tomar o cuidado de identificar os fatores

determinantes deste desempenho. Desta forma, é preciso avaliar se essa tendência é sustentável, ou seja, se é fruto de ações próprias do país, ou se decorre de fatores exógenos, como a maturação da infraestrutura dos “mais conectados”. A justificativa para esse ponto é a de que, no caso de uma mudança no paradigma tecnológico, que pode tornar a infraestrutura atual obsoleta, a distância entre ambos pode aumentar, ignorando os resultados atuais de diminuição. Para observar esse fator, o GRÁFICO 2 demonstra a relação de investimento¹⁹ médio per capita dos países “mais conectados” e do Brasil, assim como o *gap* de investimentos.

GRÁFICO 2 – INVESTIMENTO (PER CAPITA) EM SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL E NOS “MAIS CONECTADOS”



FONTE: International Telecommunication Union (2017).

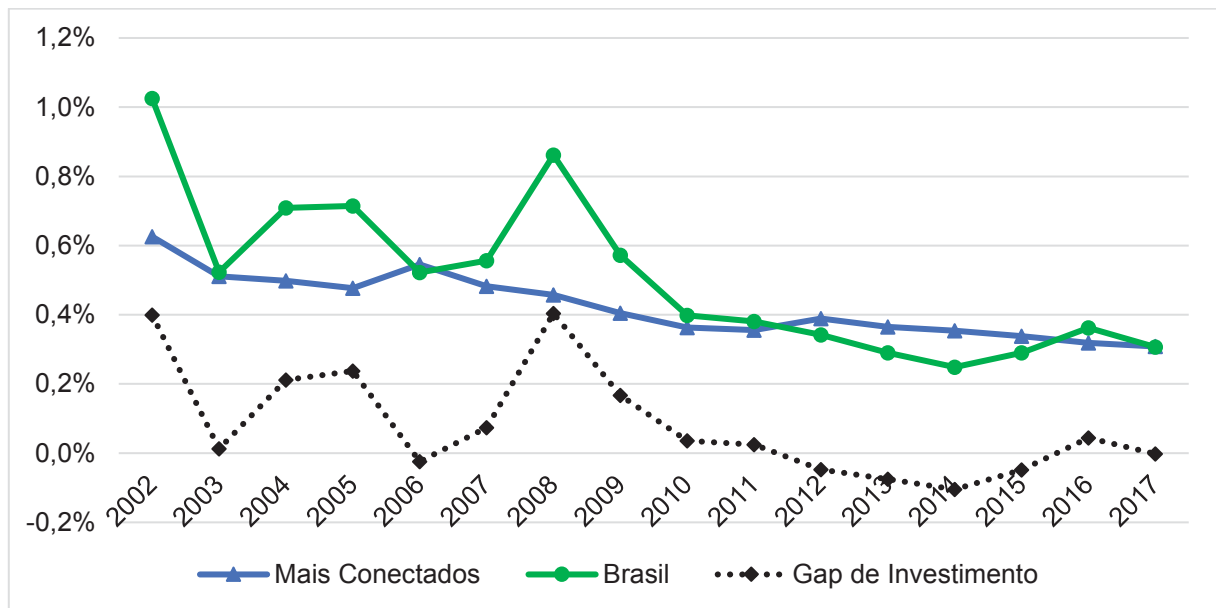
O GRÁFICO 2 explicita uma preocupação com relação ao futuro do setor no Brasil. Considerando que o *gap* de conectividade está em declínio, mas ao observar que há uma disparidade maior em relação aos investimentos no setor de telecomunicações, esse comportamento reforça a hipótese de que a queda no *gap* de conectividade é mais atribuída à maturação da infraestrutura tecnológica nos “mais

¹⁹ O indicador de investimento se refere aos realizados por entidades que promovem redes de telecomunicações e serviços para adquirir ou atualizar os ativos fixos.

conectados” do que um esforço brasileiro em aumentar os investimentos no setor, visto a tendência diminutiva deste indicador desde 2008.

Outra variável que auxilia nas conclusões do comportamento dos investimentos no setor com o desempenho observado no IDI é a relação de investimento/PIB, exposto pelo GRÁFICO 3²⁰.

GRÁFICO 3 - INVESTIMENTO (%PIB) NOS SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL E NOS “MAIS CONECTADOS”



FONTE: International Telecommunication Union; World Bank (2017).

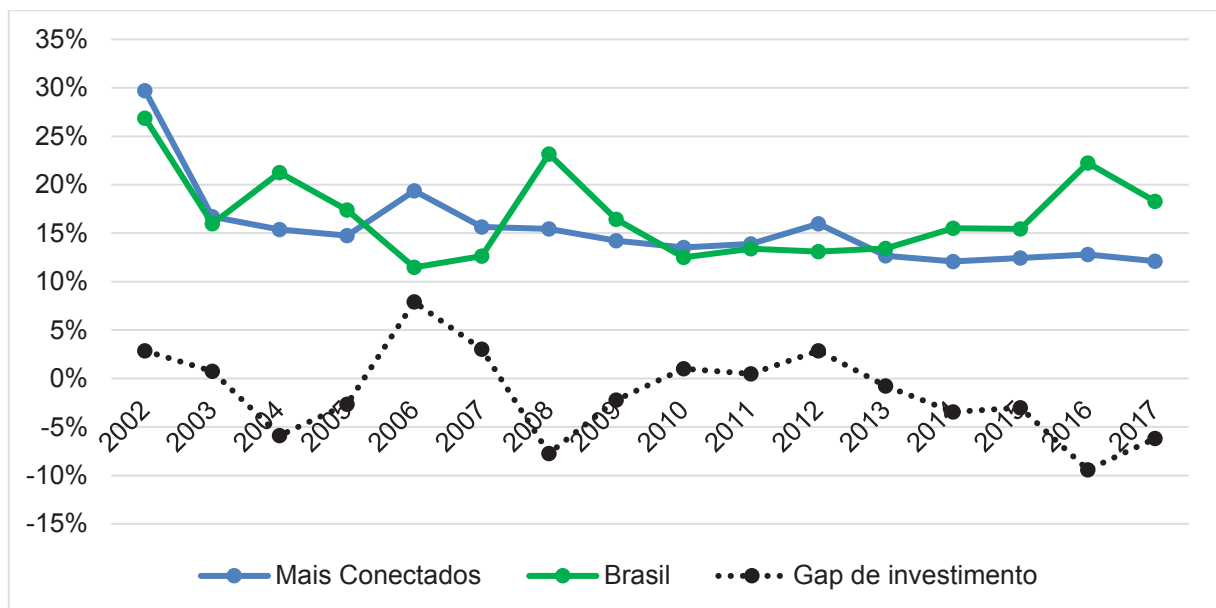
O Brasil demonstrou investimentos semelhantes, e por vezes superiores entre 2002 a 2011, no setor de telecomunicações em relação ao PIB do que os “mais conectados”, com exceção do ano de 2006 e do intervalo entre 2012 a 2015. Embora este resultado transmita otimismo em relação à atenção destinada ao setor, é preciso considerar que o esforço de investimento deve ser maior em países que não concluíram a instalação da infraestrutura básica. Por isso, mesmo que em alguns anos o resultado tenha sido positivo, não é possível concluir que o investimento no setor está em uma magnitude capaz de elevar o Brasil ao patamar dos “mais conectados”. Essa hipótese é reforçada a partir dos valores expostos sobre o investimento per

²⁰ No GRÁFICO 3, o cálculo do *gap* de investimento (%PIB) considera o valor observado no caso brasileiro menos o do grupo dos “mais conectados”.

capita no GRÁFICO 2, demonstrando que ainda há uma diferença expressiva nesse indicador, que pode ser considerado como mais confiável em analisar os engargalos do país na sua trajetória de desenvolvimento no setor por conta das dimensões territoriais e distribuição populacional.

Outro indicador importante para avaliar as ações do país é a razão dos investimentos sobre a receita. Este indicador permite a suposição do estágio de implementação da infraestrutura básica. Em situações onde existe uma ociosidade estrutural, o percentual da receita destinada aos investimentos tende a se estabelecer em um patamar superior aos casos onde a implementação da infraestrutura está próxima da plenitude. Nestes casos, a atenção é voltada para ações que influenciem o aumento de receita e lucros, como aspectos gerenciais e de propaganda. A partir dessa preocupação, o GRÁFICO 4 demonstra a evolução do nível de investimento em função da receita no setor de telecomunicações.

GRÁFICO 4 – INVESTIMENTO SOBRE A RECEITA NOS SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES NO BRASIL E NOS MAIS CONECTADOS



FONTE: International Telecommunication Union (2017).

Em complemento ao GRÁFICO 4, a TABELA 2 demonstra a taxa de crescimento médio do investimento e da receita para os grupos selecionados.

TABELA 2 – TAXA DE CRESCIMENTO MÉDIO DO INVESTIMENTO E DA RECEITA (CAGR)

	Mais Conectados	Brasil
Receita	4,45%	3,90%
Investimento	-1,61%	1,27%

FONTE: International Telecommunication Union (2017).

A relação dos dados expostos pelo GRÁFICO 4, concomitantemente com a TABELA 2, sustentam as hipóteses relacionadas à dinâmica dos investimentos sobre a receita. Para os “mais conectados”, a evolução total da razão passou de 29,73% para 12,12%, havendo queda dos investimentos e aumento da receita, o que intensifica a diminuição do indicador. A queda dos investimentos pode estar vinculada à integralização da infraestrutura, não sendo necessária novas remessas sobre o paradigma tecnológico atual. O aumento das receitas é compatível com a ideia de que não existindo maiores necessidades de investimento em capital, ocorre tanto uma maior capacidade de acesso aos serviços, como a possibilidade de transferir os investimentos para áreas que captem mais consumidores (publicidade e propaganda) ou gerem aumento de produtividade (readequações organizacionais). Em uma eventual mudança do paradigma tecnológico, se espera que a razão do investimento sobre a receita volte aos patamares mais elevados.

O caso brasileiro mostra uma certa similitude com a evolução dos “mais conectados”. Os investimentos passaram de 26,88% da receita para 18,29%. A queda na relação pode ser resultado de avanços na instalação da infraestrutura, contudo, pela queda do indicador ter sido menos intensiva se comparado aos “mais conectados”, pode ser um indicativo de que o processo não foi completado, mas que tem ocorrido vagarosamente. O aumento das receitas pode significar que o número de consumidores com acesso aos serviços está em crescimento. A evolução dos investimentos mostra que existe a preocupação de completar o processo de implementação da infraestrutura, mesmo que de forma gradual.

Em síntese, o comportamento dos “mais conectados” e do Brasil sobre os investimentos é compatível com o desempenho de ambos na classificação do IDI. Os países mais desenvolvidos completaram o processo de estabelecimento da infraestrutura básica e destinam maior atenção à geração de receitas, enquanto o Brasil, por ter demonstrado um resultado inferior, mas em trajetória de crescimento,

ainda atribui atenção à implementação de infraestrutura, gerando aumento de receitas vinculado ao crescimento de consumidores.

4.2 DESEMPENHO BRASILEIRO EM COMPARAÇÃO AO BRICS

Após a constatação de que o Brasil se aproxima do estágio de infraestrutura dos “mais conectados” com maior associação à fatores exógenos do que estímulos internos, é preciso observar se o esforço brasileiro é compatível com o comportamento de países semelhantes em aspectos econômicos, geográficos²¹, sociais e de ociosidade de infraestrutura do setor.

A TABELA 3 demonstra a média do IDI dos países do BRICS²² e do Brasil para cada um dos períodos analisados. Concomitantemente, o GRÁFICO 5 demonstra a evolução do indicador para cada um dos países pertencentes ao grupo.

TABELA 3 – ICT DEVELOPMENT INDEX: EVOLUÇÃO DO BRASIL E DOS DEMAIS PAÍSES DO BRICS

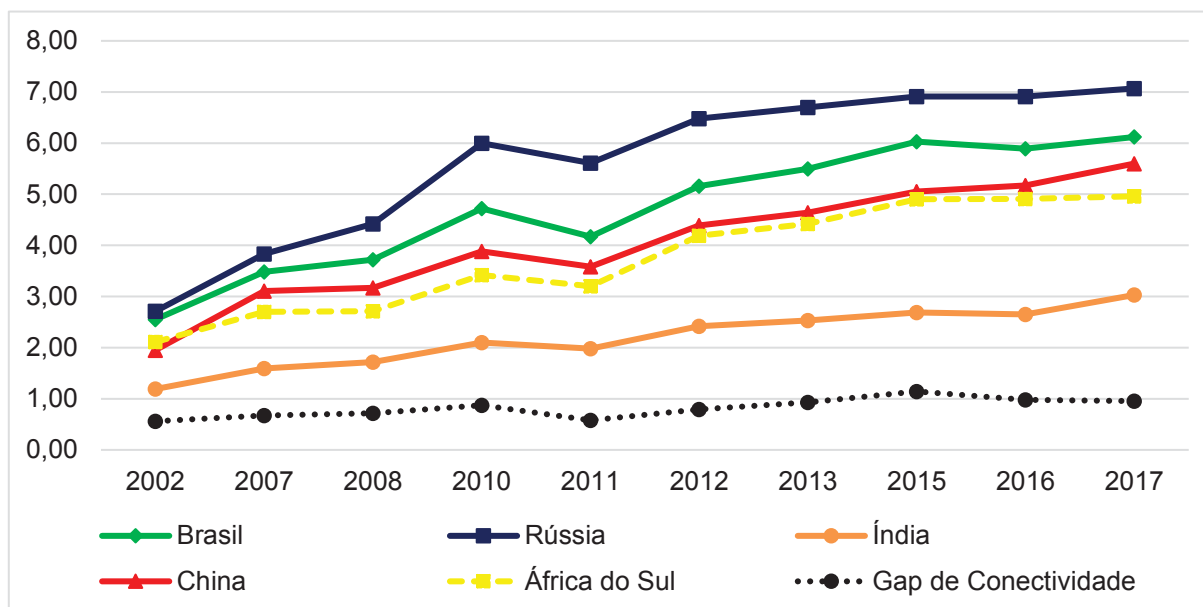
	2002	2007	2008	2010	2011	2012	2013	2015	2016	2017	CAGR
BRICS	1,99	2,81	3,01	3,85	3,59	4,37	4,57	4,89	4,91	5,17	6,56%
Brasil	2,55	3,48	3,72	4,72	4,17	5,16	5,50	6,03	5,89	6,12	6,01%
Gap	0,56	0,67	0,72	0,87	0,58	0,79	0,93	1,14	0,98	0,96	3,62%

FONTE: International Telecommunication Union (2017).

²¹ A relevância dos elementos geográficos é defendida pelo trabalho de Roller e Waverman (2001), quanto constatam a importância da área geográfica para mensurar os investimentos relacionados à oferta dos serviços de telecomunicações.

²² Para os cálculos que comparam o desempenho do Brasil com o grupo dos BRICS, os valores de contribuição do Brasil foram retirados do grupo para não enviesar os resultados.

GRÁFICO 5 – ICT DEVELOPMENT INDEX: COMPARAÇÃO ENTRE A TRAJETÓRIA DE DESENVOLVIMENTO DOS PAÍSES DO BRICS



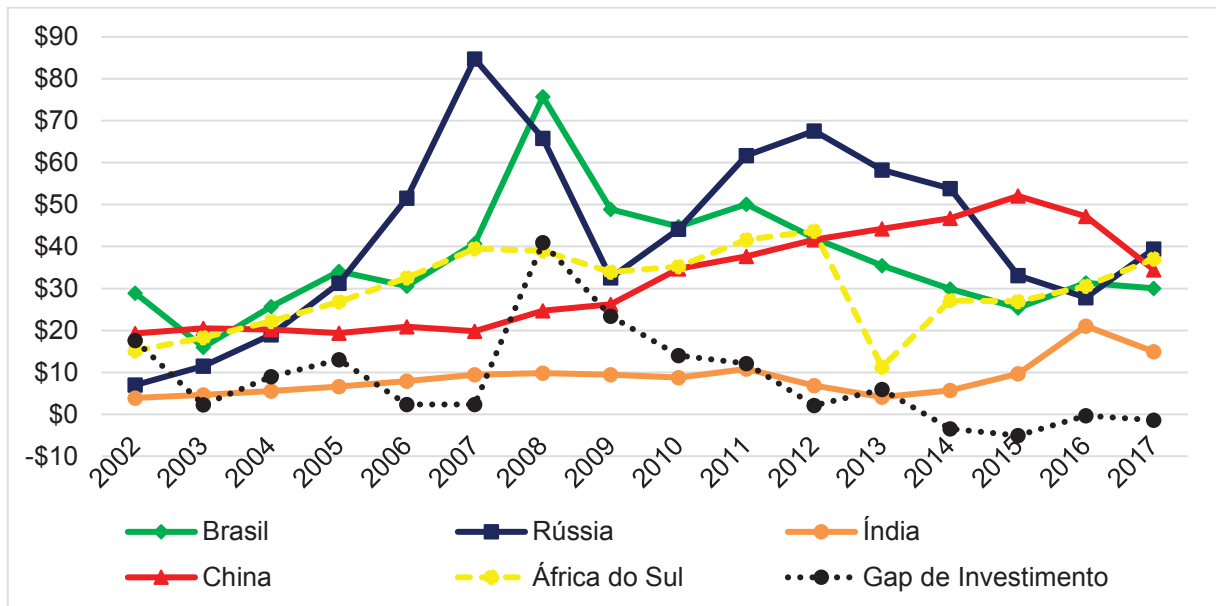
FONTE: International Telecommunication Union (2017)

A TABELA 3 demonstra que o desempenho do Brasil é superior à média do BRICS. Esse desempenho é reforçado pelo índice que corresponde ao *gap* de conectividade²³, representado tanto na TABELA 3 quanto no GRÁFICO 5. Este demonstra que de maneira geral a evolução dos países é semelhante, oscilando apenas a intensidade de variação. As quedas observadas de 2010 a 2011, por exemplo, é maior nos países de maior índice (Rússia e Brasil) do que nos de menor (África do Sul e Índia). É possível observar que na última evolução tanto a China como a Índia demonstraram maior crescimento, o que é condizente com a situação de que os investimentos nesses países evoluíram nos últimos anos, como é apresentado nos gráficos seguintes.

Desta maneira, o GRÁFICO 6 e GRÁFICO 7 demonstram a evolução do nível de investimentos dos países pertencentes ao BRICS. Os investimentos em infraestrutura de telecomunicações possuem uma característica específica relacionada a existência de um atraso de impacto, ou seja, os investimentos que ocorrem em um determinado período tn serão responsáveis por mudanças a médio e longo prazo (ITU, 2018).

²³ O *gap* de conectividade foi calculado utilizando o valor observado para o Brasil menos a média do BRICS.

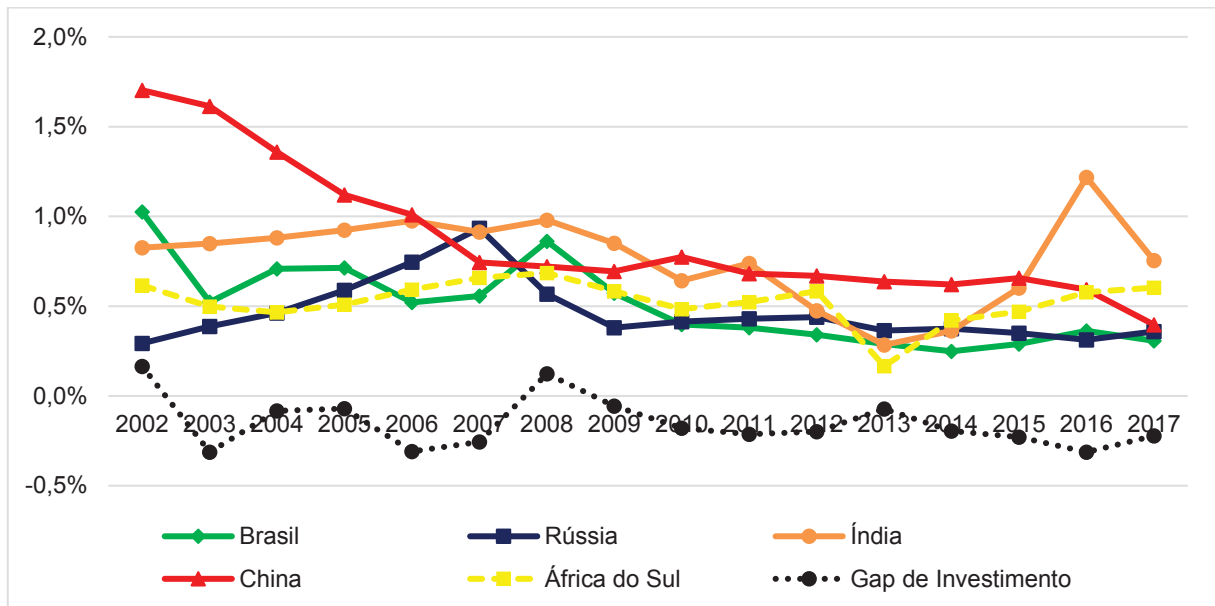
GRÁFICO 6 – INVESTIMENTO (PER CAPITA) EM SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES PELOS PAÍSES DO BRICS



FONTE: International Telecommunication Union (2017).

De acordo com a dinâmica de atraso, o crescimento mais acentuado da China para o IDI de 2017 pode ser consequência da evolução dos investimentos que ocorreram entre o período de 2007 (U\$19,78) a 2015 (U\$52,06). Para a situação observada na Índia, é possível realizar a mesma análise, contudo, em um período mais curto, onde ocorre um crescimento do investimento no país entre os anos de 2013 (U\$4,13) a 2016 (U\$21,06), podendo ter influenciado na evolução mais expressiva do indicador em 2017. O GRÁFICO 6 reforça a ideia do atraso, considerando a evolução dos investimentos per capita tanto na Rússia como no Brasil, onde ambos apresentaram grandes dispêndios na primeira década em comparação aos demais países, auxiliando no entendimento da liderança destes no desempenho do índice. Essa constatação é reforçada pela TABELA 3, considerando que houve um aumento do *gap* de conectividade do Brasil com os demais países do BRICS entre os anos de 2011 a 2015 (passando de 0,56 para 0,96).

GRÁFICO 7 – INVESTIMENTOS (%PIB) EM SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES PELOS PAÍSES DO BRICS

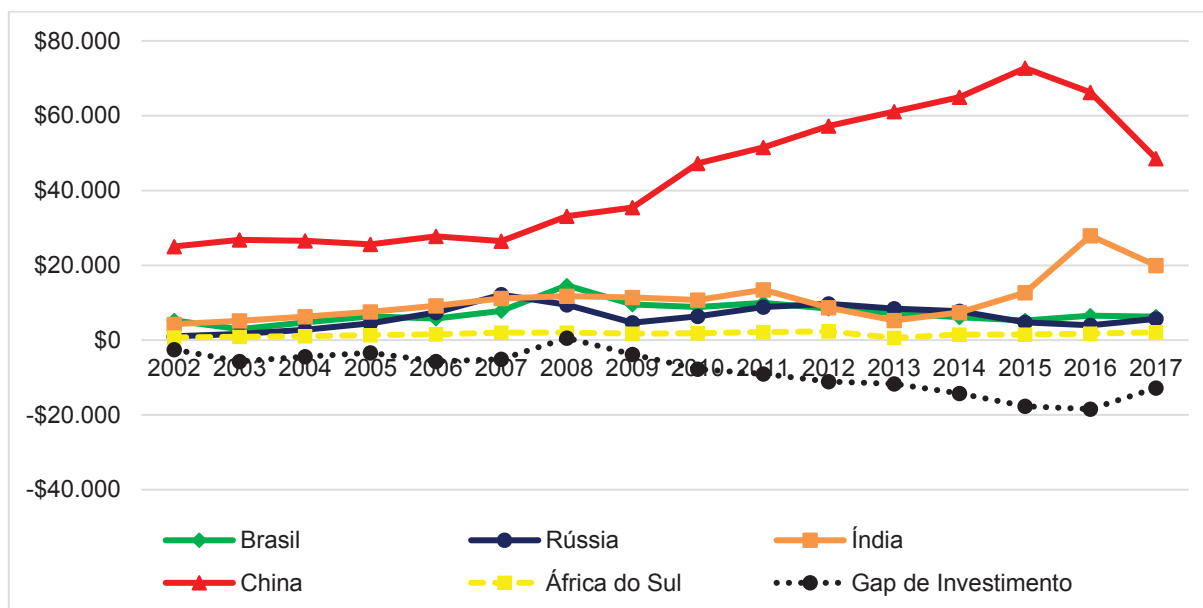


FONTE: International Telecommunication Union (2017); World Bank (2017).

No nível de investimento em relação ao PIB é possível observar a maior atenção destinada ao setor nos países que possuem os piores resultados na classificação do IDI. Desta forma, os três últimos países no *ranking* do BRICS são os que mais destinam recursos ao setor, havendo um crescimento expressivo por parte da Índia, que passa de 0,28% do PIB em 2013 até o ápice de 1,22% em 2016. A África do Sul também demonstra comportamento similar nos últimos anos, passando de 0,17% em 2013 para 0,60% em 2017, o que a coloca em segundo lugar no grupo do BRICS em relação ao nível de investimentos sobre o PIB.

A trajetória de decréscimo do investimento em função do PIB por parte da China acaba sendo curiosa, e demanda uma investigação adicional. Observando os dados analisados, essa queda pode ser atribuída ao forte crescimento da própria economia chinesa, considerando que em termos absolutos, conforme exposto pelo GRÁFICO 8, o investimento desse país cresceu de modo substancial em comparação aos demais países.

GRÁFICO 8 – INVESTIMENTO NOS SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES EM MILHÕES DE DÓLARES DOS PAÍSES DO BRICS



FONTE: International Telecommunication Union (2017).

Entre os anos de 2007 a 2015 houve um crescimento de pouco mais de 175% do investimento chinês. Desta forma, a queda em relação ao PIB pode ser mais atribuída ao crescimento deste, e possivelmente uma maior diversificação dos investimentos, do que uma falta de foco no setor. O GRÁFICO 8 também demonstra a elevação dos esforços que ocorre na Índia entre 2013 a 2016, elevando os investimentos em pouco mais de 428%.

O desempenho brasileiro nos três gráficos de investimentos analisados demonstra certa volatilidade. Na comparação com os países “mais conectados”, foi possível estabelecer uma conclusão de que ainda existe uma distância significativa entre os níveis de investimento, não manifestando nenhum sinal de encolhimento dessa discrepância. Na comparação com os países do BRICS, mesmo demonstrando um índice de desempenho atual superior aos demais (exceto Rússia), os sinais de investimentos novamente levantam preocupações. Conforme foi estabelecido na seção de comparação com os “mais conectados”, o esforço de investimento deve ser superior nos países mais defasados, o que pode explicar o crescimento acelerado dos investimentos nos países menos conectados dos BRICS, contudo, caso essa tendência continue nos próximos anos, principalmente na eminência de um novo paradigma tecnológico, se eleva a preocupação de que a situação brasileira possa se deteriorar com relação aos demais países comparados.

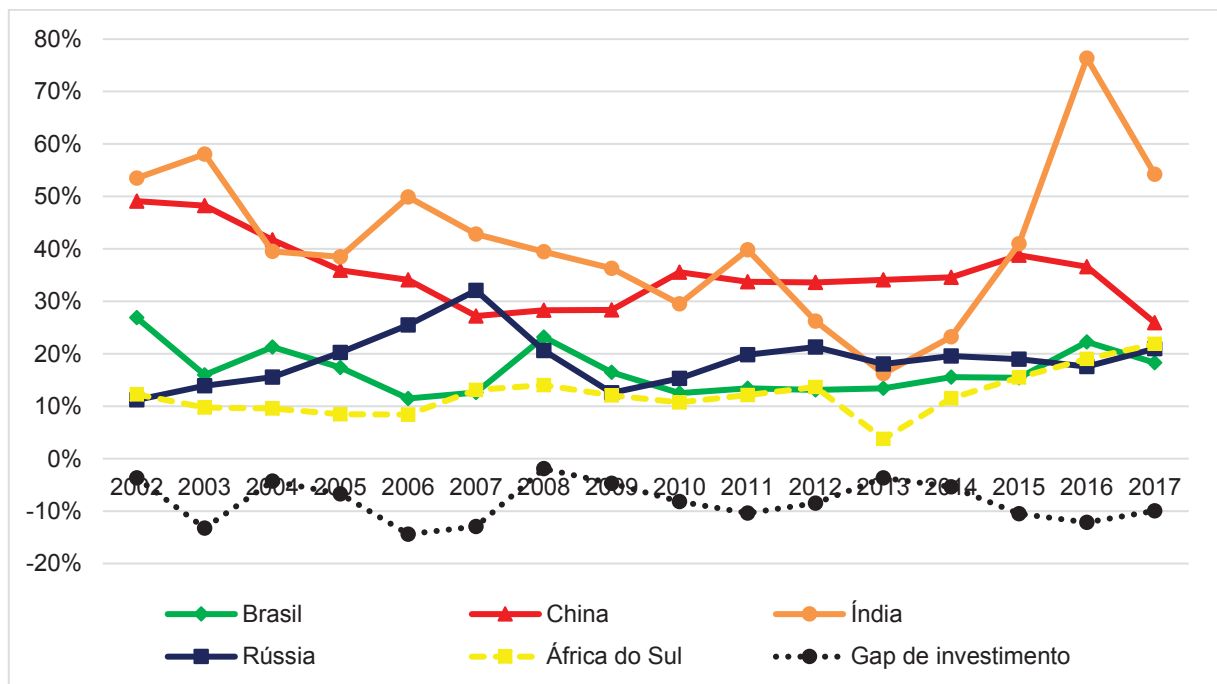
Para visualizar a evolução dos investimentos e da receita do setor de telecomunicações, a TABELA 4 e GRÁFICO 9 demonstram a taxa de crescimento médio de cada um dos indicadores e a distribuição da razão de investimento sobre a receita para os países selecionados.

TABELA 4 – TAXA DE CRESCIMENTO MÉDIO DO INVESTIMENTO E DA RECEITA (CAGR)

	Brasil	Rússia	Índia	China	África do Sul
Receita	3,90%	7,56%	10,77%	9,06%	3,40%
Investimento	1,27%	12,17%	10,87%	4,51%	7,49%

FONTE: International Telecommunication Union (2017).

GRÁFICO 9 – INVESTIMENTO (SOBRE A RECEITA) EM TELECOMUNICAÇÕES PELOS PAÍSES DO BRICS



FONTE: International Telecommunication Union (2017).

A relação entre a TABELA 4 e o GRÁFICO 9 permitem conclusões similares às realizadas na comparação do Brasil com os “mais conectados”. Os países que possuem menor desempenho na classificação do IDI são os alocam maiores recursos em relação à receita para investimentos em infraestrutura com o objetivo de completar a implementação. Destaca-se a evolução da Índia, passando de 16,19% em 2013 para

76,39% em 2016, o que demonstra a preocupação em desenvolver e ampliar a rede básica de telecomunicações no país.

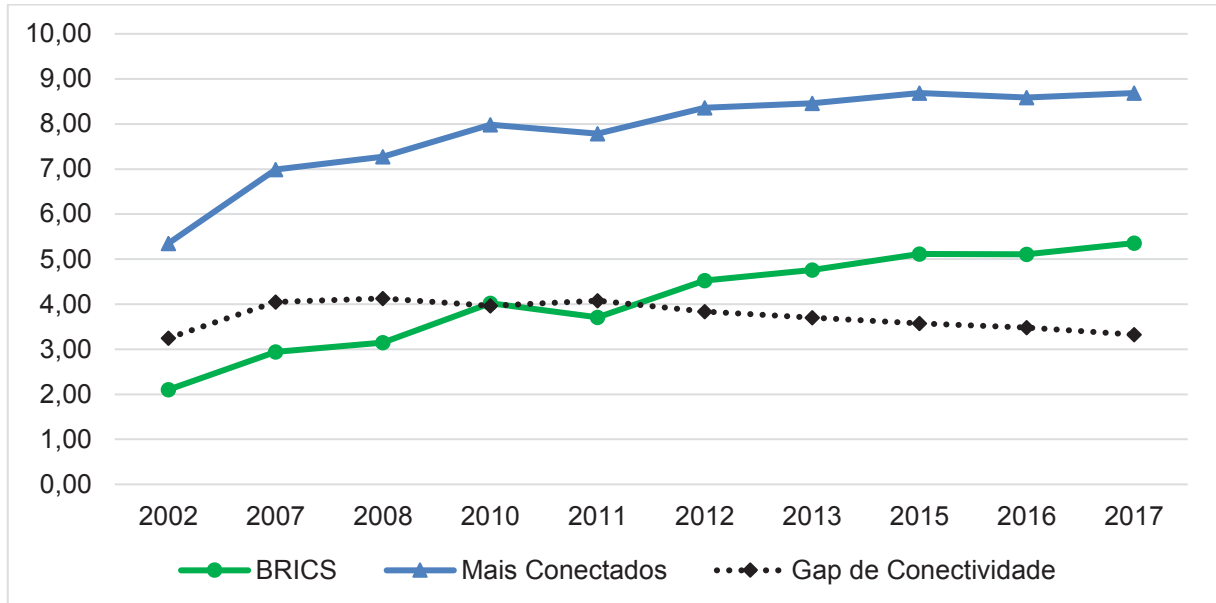
Em uma avaliação das taxas de crescimento do Brasil em comparação aos demais países do BRICS, é observado que sobre os investimentos o resultado é inferior aos demais, enquanto sobre a receita, se situa superior apenas à África do Sul. Se na comparação com os “mais conectados” o desempenho desses indicadores foi considerado como compatível com a situação vivenciada pelo Brasil de ociosidade na infraestrutura, em comparação com os demais países do BRICS, o resultado é preocupante. Enquanto nestes o investimento cresce a taxas superiores a 4,5%, este mesmo indicador é menos expressivo no caso brasileiro (1,27%). A falta de comprometimento com a instalação da infraestrutura inviabiliza o acesso das pessoas mais marginalizadas à estas tecnologias, atrasando a implementação de políticas que busquem encorajar este relacionamento.

4.3 RELAÇÃO DOS BRICS COM OS MAIS CONECTADOS

A comparação entre o desempenho do BRICS com os “mais conectados” oferece informações que podem fortalecer as conclusões a respeito da situação brasileira. Considerando o grupo dos BRICS como um conjunto de países com infraestrutura de telecomunicações incompleta, a relação entre o desempenho com a alocação de recursos para o setor permite avaliar como os países emergentes se comportam em conjunto.

O GRÁFICO 10 demonstra a evolução do IDI para o BRICS e para os “mais conectados”, assim como a linha responsável pela distância de conectividade entre os dois grupos.

GRÁFICO 10 – ICT DEVELOPMENT INDEX: EVOLUÇÃO DO GRUPO DOS BRICS E DOS “MAIS CONECTADOS”

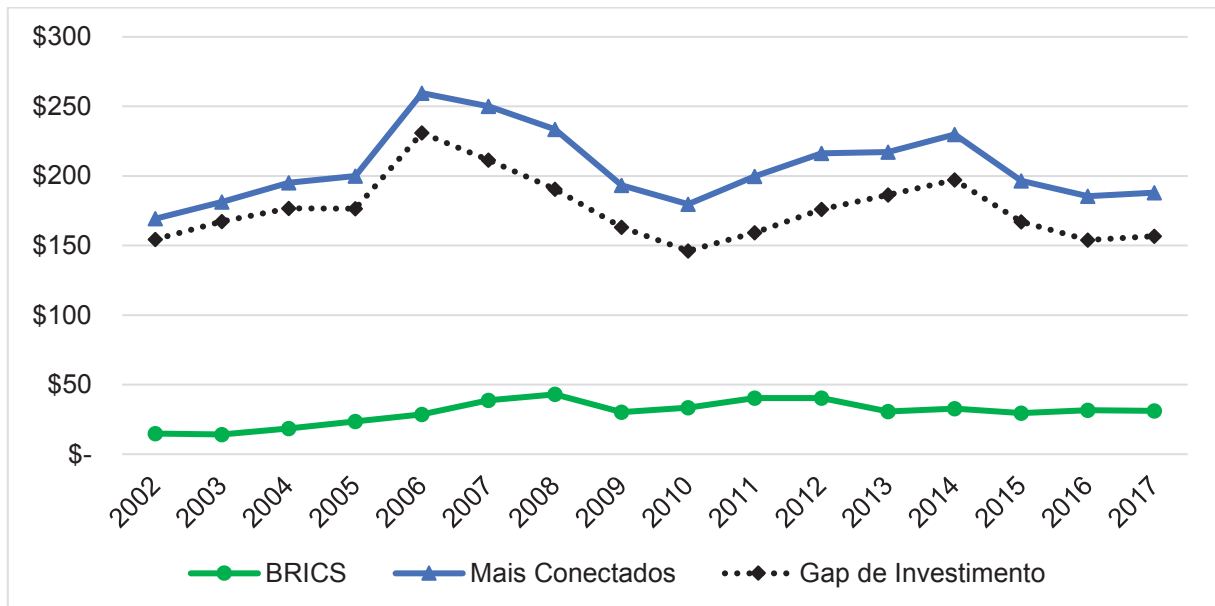


FONTE: International Telecommunication Union (2017).

O resultado do BRICS é similar com a performance brasileira, contudo, com menor intensidade. As semelhanças estão em existir um esforço de diminuição do *gap* entre os dois grupos de países, entretanto, enquanto a taxa de decrescimento médio da distância entre o Brasil com os “mais conectados” é de 0,58%, para o grupo do BRICS essa taxa cai para 0,16%. O desempenho do IDI pode exercer a função de uma *proxy* em avaliar o processo de implementação da infraestrutura de telecomunicações, sendo assim, seu resultado indica o hiato que precisa ser preenchido para viabilizar políticas voltadas à inclusão digital.

Buscando contrastar o comportamento relacionado aos investimentos, o GRÁFICO 11 expõe o investimento per capita para os dois grupos de países.

GRÁFICO 11 – INVESTIMENTO (PER CAPITA) NOS SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES PELO BRICS E “MAIS CONECTADOS”

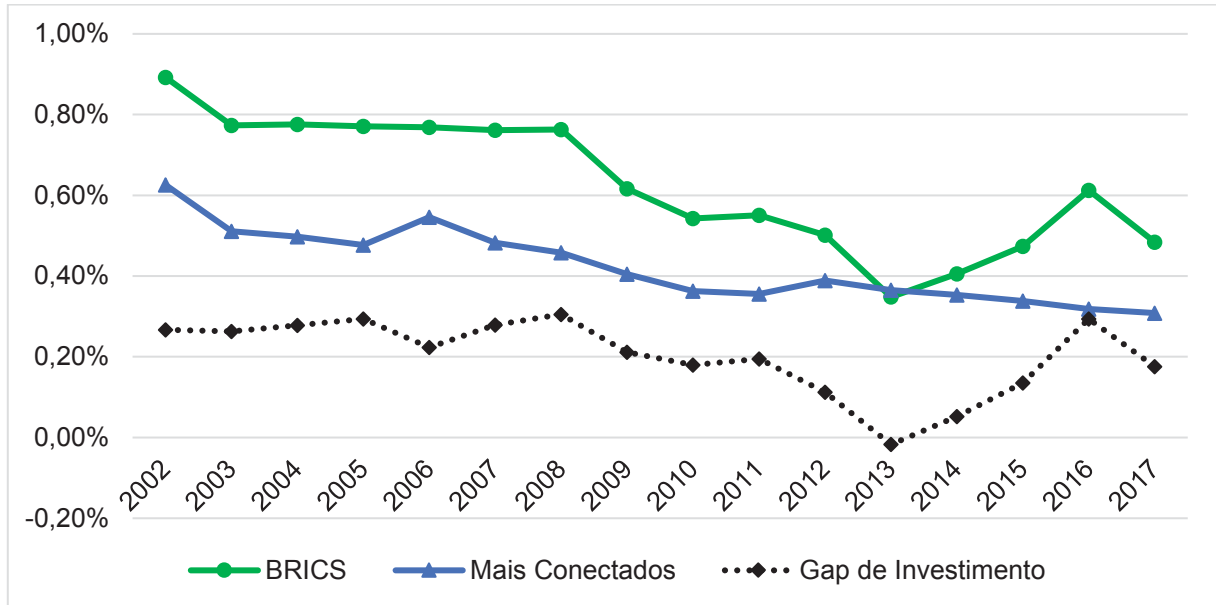


FONTE: International Telecommunication Union (2017).

O resultado para o investimento per capita é novamente semelhante ao desempenho brasileiro frente aos “mais conectados”. Contudo, o resultado geral do período analisado é de certa estabilidade do *gap* de investimento, passando de 154,46 para 156,75 dólares. No caso brasileiro, essa diferença foi levemente superior ao desempenho dos BRICS, sendo 157,86 dólares. Enquanto a Rússia, China e África do Sul fazem com que a média do BRICS se eleve, o desempenho brasileiro, e principalmente o baixo investimento per capita indiano, puxam a média para baixo. Essa situação novamente reforça a ideia de que os investimentos brasileiros no setor não são compatíveis com países similares, existindo um descaso com a importância do setor para o desenvolvimento econômico.

Adicionalmente ao investimento per capita, a relação do investimento como porcentagem do PIB, exposta pelo GRÁFICO 12, ressalta a preocupação dos países com o setor.

GRÁFICO 12 – INVESTIMENTO (%PIB) EM SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES PELO BRICS E “MAIS CONECTADOS”

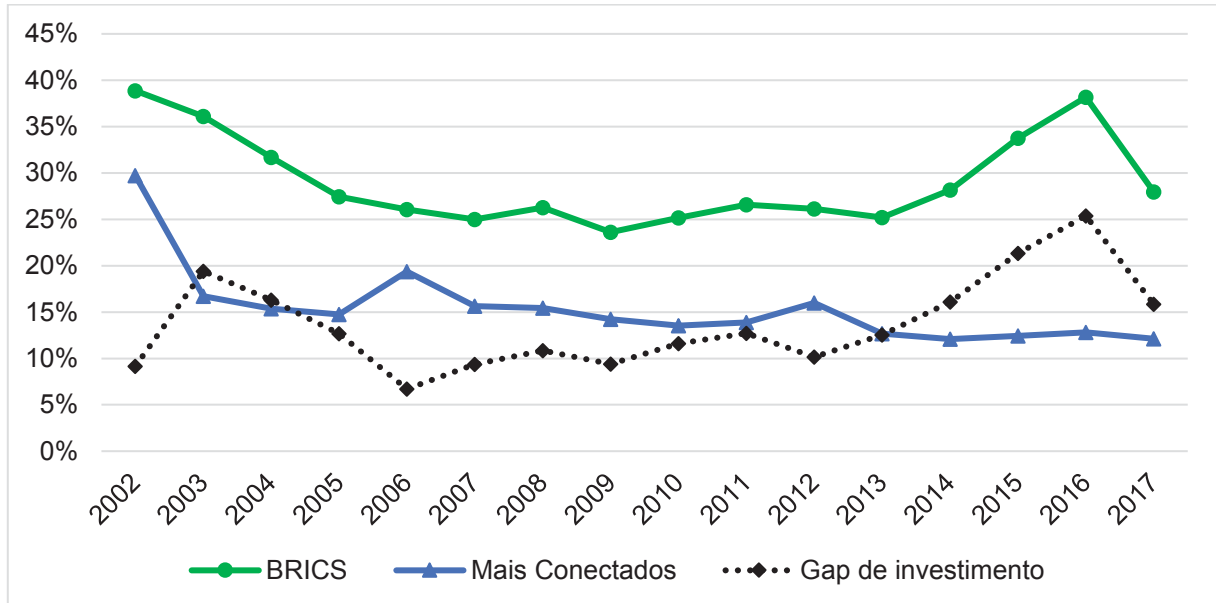


FONTE: International Telecommunication Union (2017).

O resultado do investimento em função do PIB é mais satisfatório na comparação dos BRICS com os “mais conectados” do que no caso brasileiro. Além de existir uma maior estabilidade nos investimentos, o que pode transmitir maior confiança às firmas do setor, eles foram, durante quase todo o período (com exceção do ano de 2013) superiores aos investimentos dos “mais conectados”. A situação é intensificada no período que começa após o ano de 2013, quando há uma inclinação elevada dos investimentos, que pode ser atribuído ao desempenho da Índia e África do Sul.

Por fim, o GRÁFICO 13 demonstra a relação do investimento sobre a receita dos dois grupos de países com o objetivo de analisar o estágio de implementação da infraestrutura e o comportamento de ambos neste processo.

GRÁFICO 13 – INVESTIMENTO (SOBRE A RECEITA) EM SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÕES PELO BRICS E “MAIS CONECTADOS”



FONTE: International Telecommunication Union (2017).

A relação do investimento sobre a receita demonstra como o resultado brasileiro, em comparação aos “mais conectados”, é mais preocupante se visualizado concomitantemente ao desempenho do BRICS. Dentro desse indicador, na comparação do Brasil com os demais países do BRICS, já havia sido levantada a questão de que o crescimento da receita e dos investimentos brasileiros eram inferiores em comparação ao restante dos países. A infraestrutura dos membros do BRICS ainda é incompleta, e por conta disso, existe um esforço em alocar uma maior margem da receita para os investimentos. O crescimento durante os anos de 2013 a 2016 é impulsionado pelo esforço indiano e pela estabilidade russa, que se manteve em um patamar superior aos demais países.

Avaliando a situação do BRICS com os “mais conectados”, é possível observar que o desempenho no IDI ainda não sofreu influência dos investimentos que foram crescentes nos últimos anos. Essa é uma situação condizente com a característica do setor de possuir um atraso de impacto, contudo, se pressupõe que no futuro próximo o resultado seja melhor. Inserindo a situação brasileira nessa comparação, é possível considerar que os esforços nacionais não são condizentes com os demais países do BRICS. Embora o índice brasileiro seja superior à média

destes, enquanto nestes ocorre um esforço de ampliação da infraestrutura, no Brasil ocorrem alocações de investimentos em patamares lentos.

Em síntese, após a comparação com os dois grupos selecionados, o Brasil demonstra que o estágio da infraestrutura atual se beneficia de períodos passados onde o investimento foi mais elevado, e demonstra aproximação ao estágio dos “mais conectados” devido a fatores exógenos, como a conclusão da instalação de infraestrutura nestes países. Na comparação com os “mais conectados”, há uma tendência de diminuição do *gap* de conectividade, contudo, os patamares de investimentos recentes são preocupantes. Em relação aos BRICS, o desempenho do IDI coloca o Brasil em segundo lugar na classificação do grupo, contudo, há novamente uma preocupação sobre o nível de investimento do Brasil. Conclui-se que o investimento nacional está muito aquém do esperado, o que causa preocupações considerando a relação de investimento no período atual com o desempenho futuro do país no setor (ROLLER e WAVERMAN, 2001; ITU, 2018).

A próxima seção avalia, diante dos resultados apresentados, quais são os elementos que estão mais distantes do comportamento recomendado pela ITU. A justificativa é a de que, identificando os fatores que estão impactando de maneira negativa o desempenho brasileiro, se fornece um quadro estrutural que pode ser utilizado para a elaboração de políticas públicas que utilizem a temática de sistemas de inovação objetivando a solução dos problemas identificados. Além da solução dos entraves, a implementação desta política pode ser o início da construção de relacionamentos íntimos e duradouros, de modo a desenvolver um sistema produtivo competitivo e que proporcione maior protagonismo na dimensão internacional.

4.4 DESCONSTRUÇÃO DO IDI PARA O BRASIL: AVALIANDO OS OBSTÁCULOS À PARTICIPAÇÃO NA REDE

O IDI é uma média ponderada de indicadores relacionados às TICs, os quais permitem avaliar a infraestrutura física e o acesso da sociedade aos serviços ofertados. Dentro do IDI existe uma subdivisão em índices de acesso e uso da infraestrutura, além do quadro de habilidades que recebe importância por estar vinculada às capacidades de absorver os benefícios dos serviços. A partir da visualização de que o Brasil apresenta uma distância em relação ao desenvolvimento setorial dos países “mais conectados”, essa seção busca identificar quais são os

fatores que obstaculizam o melhor desempenho do país em proporcionar a infraestrutura, incrementar o uso dos serviços pela população e potencializar a extração dos benefícios. Na sequência são apresentadas as evoluções dos indicadores que constituem os sub-índices de acesso, uso e habilidade.

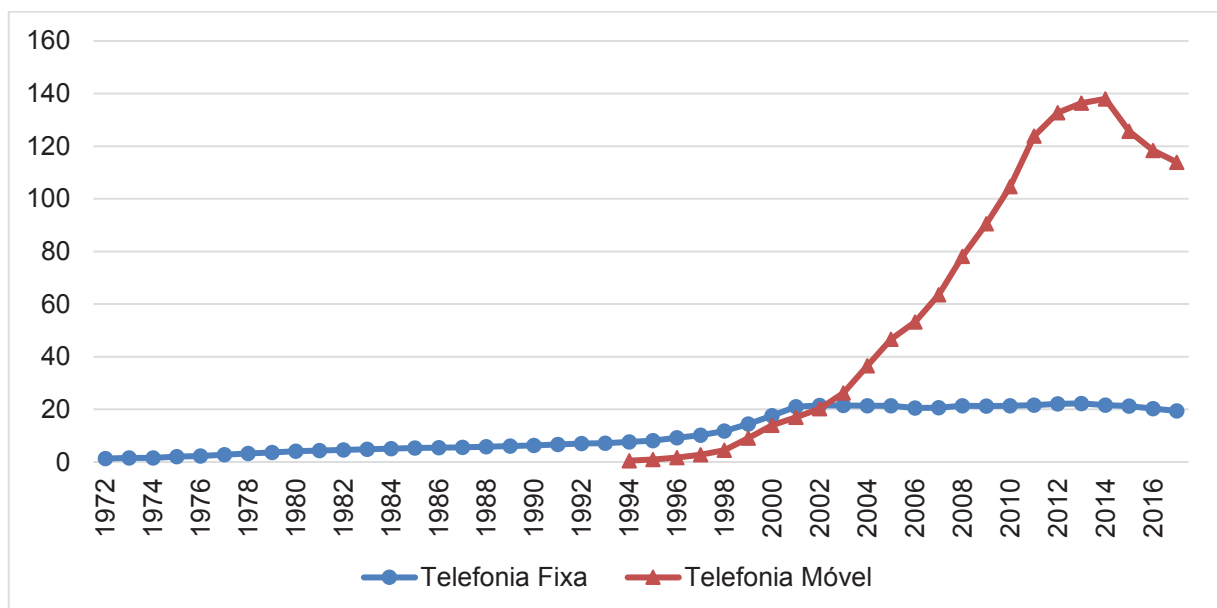
4.4.1 Indicadores de acesso

O sub-índice de acesso é composto por cinco indicadores: assinatura de telefonia fixa por 100 habitantes; assinatura de rede móvel por 100 habitantes; número de casas com computador; número de casas com internet; e banda larga internacional por usuário medido em bit/s. Para cada um desses indicadores existe uma medida de referência, estipulada pela ITU, que representa um valor ótimo esperado. Em seguida é apresentada a evolução de cada um, avaliados em função do valor recomendado.

4.4.1.1 Assinatura de telefonia fixa e móvel

O GRÁFICO 14 demonstra a evolução do número de assinaturas de telefonia fixa e móvel para cada 100 habitantes.

GRÁFICO 14 – EVOLUÇÃO NO NÚMERO DE ASSINATURAS DE TELEFONIA FIXA E MÓVEL PARA CADA 100 HABITANTES



FONTE: International Telecommunication Union (2017).

As medidas de referência para esses indicadores são de 60 assinaturas fixas e 120 móveis. Os valores recomendados desviam de 100 por diferentes motivos: no caso das assinaturas fixas, elas acabam atendendo mais de uma pessoa, como diante de um telefone fixo em uma residência familiar; e para a telefonia móvel, a aquisição de dois ou mais planos permitem ao consumidor explorar tarifas mais vantajosas em ligações para os mesmos planos.

O desempenho geral brasileiro na telefonia móvel é positivo, considerando que no ano de 2011 o valor de referência já havia sido ultrapassado, com 123,9 assinaturas para cada 100 habitantes, possibilitando os benefícios de diversificação de planos. Contudo, no período recente há uma retração no número de assinaturas, que pode ser efeito tanto da crise econômica vigente quanto de políticas diferenciadas de cada operadora que buscam a fidelização do cliente.

No caso das assinaturas de telefonia fixa, o ápice brasileiro foi no ano de 2013 com 22 assinaturas a cada 100 habitantes. Houve uma evolução mais acentuada nesse número durante a década de 90, contudo, nunca estando próximo do patamar de referência estipulado pela ITU. O indicador de telefonia fixa acaba tendo um comportamento particular em relação aos países menos desenvolvidos. Conforme apontado pelo relatório da ITU (2017), o investimento em infraestrutura necessário para cobrir as regiões com telefonia fixa é elevado, dificultando a adoção dessa tecnologia por países de menor renda. Desta forma, muitos subdesenvolvidos acabaram pulando essa etapa e deram atenção ao serviço de telefonia móvel, que demanda uma infraestrutura menos custosa de ser implementada. Todavia, a ausência da infraestrutura fixa prejudica a capacidade de desenvolvimento, considerando que esta poderia ser compartilhada com o serviço de banda larga fixa, promovendo o acesso aos conteúdos mais sofisticados por meio da oferta de maiores velocidades de conexão. A compatibilidade da infraestrutura, e seu efeito para o crescimento econômico e para adoção das novas tecnologias, é constatada nos trabalhos de Chinn e Fairlie (2010) e Czernich et al. (2011).

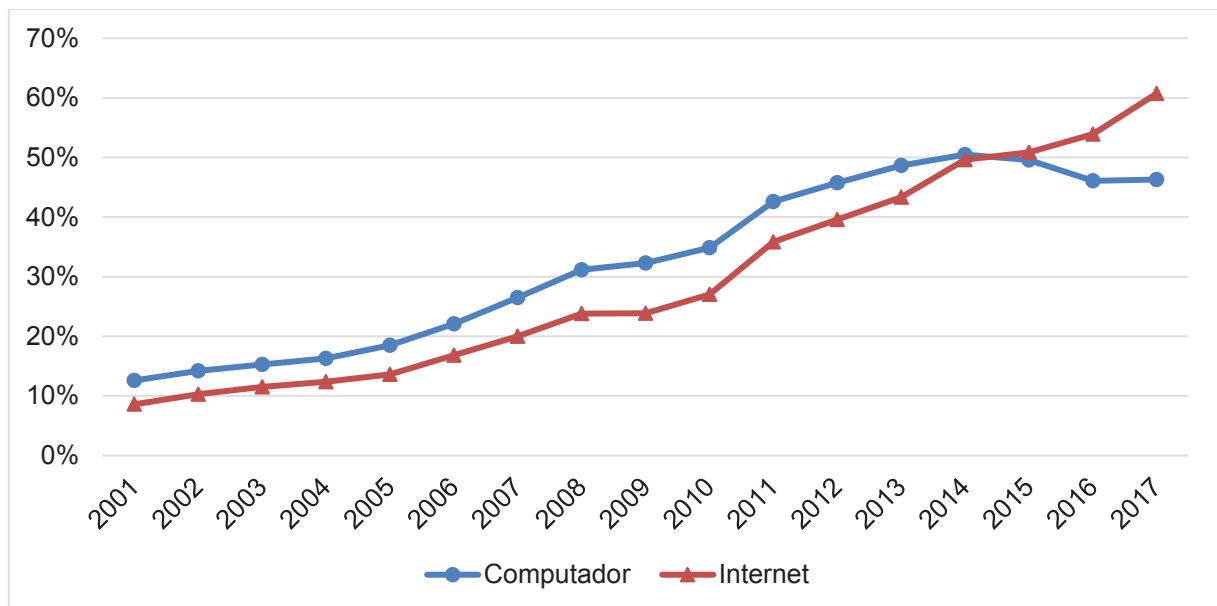
4.4.1.2 Acesso aos instrumentos e serviço

Os outros dois indicadores estão preocupados em apresentar a democratização do acesso às TICs, e para isso, buscam visualizar este em termos da existência dos mecanismos instrumentais e de rede nas residências. Os avanços

sociais e econômicos proporcionados pela emergência da telefonia foram relevantes para as transformações do século XX, contudo, o acesso a essas tecnologias foi uma mudança que permitiu às pessoas um salto de produtividade e democratizaram a aquisição de conhecimento. As TICs, visualizadas mediante a convergência de instrumentos de processamento de dados com a internet, revolucionaram o cotidiano das pessoas de tal modo que se tornaram indispensáveis para a vida dos indivíduos. Tanto o computador gerou benefícios associados à capacidade de realizar atividades que exigem processamento de modo mais rápido, quanto a internet permitiu que pessoas e empresas estivessem conectadas, de modo a acessar informações, conteúdos e aplicações.

O GRÁFICO 15 demonstra a evolução no número de casas com computador e acesso à internet no Brasil.

GRÁFICO 15 – PORCENTAGEM DE NÚMERO DE CASAS COM COMPUTADOR E ACESSO À INTERNET NO BRASIL



FONTE: International Telecommunication Union; IBGE; NIC; CGI; OSILAC (2017).

O valor de referência para ambos indicadores é de 100%. Embora exista uma certa distância para o valor de referência, é positivo o sinal de crescimento no número de computadores durante a maior parte do período analisado. A retração pós 2014 pode estar representando tanto um efeito da crise econômica como o crescimento do número de bens substituíveis. Se a ascensão da internet esteve vinculada à existência

do computador, hoje existem outros dispositivos que permitem o acesso e são mais baratos. A relevância do uso de computadores cresce na medida em que o nível educacional da população aumenta, fazendo com que exista maior demanda por esse instrumento, impulsionada pela necessidade de atividades científicas e de programação. Esta última vem se tornando determinante para a inserção dos países nas atuações competitivas dentro do paradigma da internet das coisas, considerando que a solução dos problemas cotidianos passa pela necessidade de desenvolvimento de aplicações. Em síntese, o crescimento do número de computadores nas casas brasileiras durante boa parte do período é positivo, mas a queda recente deve ser melhor investigada sobre o pretexto de que este instrumento é fundamental no uso e desenvolvimento de aplicações mais sofisticadas, que podem ser traduzidas em vantagens competitivas no futuro.

No que diz respeito ao acesso à internet em casa é observado um crescimento acentuado durante o período analisado, ultrapassando a porcentagem de computadores por volta de 2015. A importância deste acesso está diretamente relacionada com o alcance à informação e oportunidades. É por meio desse ambiente que as pessoas conseguem se qualificar de maneira mais homogênea e têm acesso às oportunidades de comércio, negócios e empregos. A superioridade na porcentagem de acesso à internet sobre o número de computadores é consistente com a ideia de que as pessoas não necessitam mais deste para estarem conectadas, podendo realizar a conexão por meio de outros aparelhos de menor custo.²⁴ Ambos indicadores demonstram sinais de crescimento, embora ainda exista uma distância que precisa ser percorrida com relação aos valores de referência.

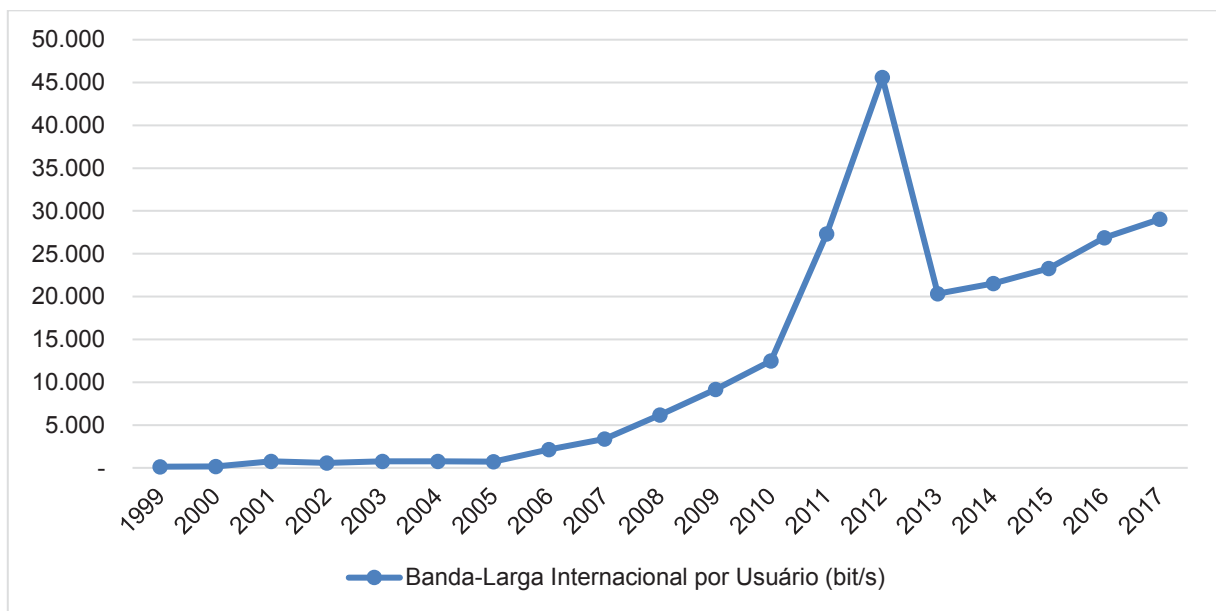
Chinn e Fairlie (2010) analisam que um dos problemas da sociedade contemporânea é a exclusão digital, e para isso, os autores buscam compreender quais são os fatores que mais influenciam na demanda por computadores e por serviços de internet. Para aqueles, os elementos mais importantes são o PIB per capita, capital humano e densidade de linhas telefônicas. Para o acesso à internet, o PIB per capita (menor importância em relação aos computadores), a qualidade das

²⁴ Em reportagem do Valor Econômico (2018) com base na PNAD Contínua do IBGE, foi constatado que 94,6% das pessoas que acessaram a internet fizeram por meio do celular, enquanto 63,7% foi mediante o uso de microcomputadores. Disponível em: <https://www.valor.com.br/brasil/5337837/ibge-942-dos-brasileiros-usam-internet-para-trocar-textos-e-imagens>. Acesso em julho de 2019.

instituições legais e o desenvolvimento do setor bancário foram os fatores mais relevantes. Os autores constataam que são esses cinco elementos distintos que melhor explicam o *gap* que existe entre os países mais e menos conectados. Os autores também apontam que naquele período havia uma tendência de diminuição do *gap* em relação ao acesso à rede, o que é comprovado pelo caso brasileiro.

O GRÁFICO 16 demonstra a relação da conectividade da sociedade brasileira com a rede internacional.

GRÁFICO 16 – BANDA LARGA INTERNACIONAL POR USUÁRIO (BIT/S)



FONTE: International Telecommunication Union (2017).

O GRÁFICO 16 demonstra uma preocupação com relação ao valor apontado no ano de 2012, sendo muito além dos valores “normais” apresentados nos anos anteriores e posteriores. Sua representação pode configurar a existência de um *outlier*, ou um erro na metodologia empregada para o cálculo do indicador neste ano. Por conta de a medida de referência ser de 2.158.212 bit/s por usuário, muito aquém, tanto da observação máxima em 2017, quanto da encontrada para o ano de 2012, foi decidido em mantê-lo por não interferir na conclusão geral.

Partindo do ponto de referência é possível observar que o Brasil, em todos os anos, se encontra distante da recomendação. O cálculo desse indicador se baseia nas conexões internacionais realizadas por qualquer tecnologia intermediária e pelo

número de acessos à internet. O baixo resultado pode ser explicado tanto pela ineficácia das tecnologias intermediárias, tal como pela baixa penetração da sociedade à rede. Além do número de usuários ser de pouco menos de 70%, o maior volume das conexões é direcionado para aplicativos que não demandam tanto tráfego de banda larga, conforme matéria do Valor Econômico (2018)²⁵, o que acaba afetando o desempenho do indicador. Considerando que no último ano o Brasil esteve com um resultado referente a 1,3% do recomendável, se pode concluir que a sociedade brasileira está afastada da rede internacional.

4.4.2 Indicadores de uso

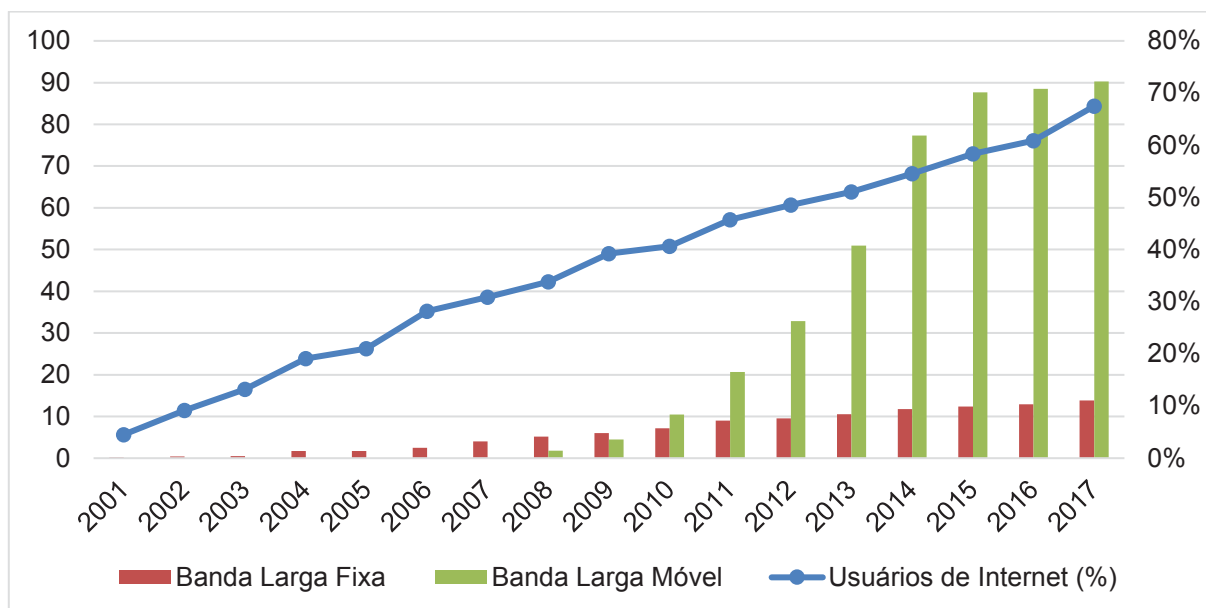
Os indicadores de uso são relevantes ao levar em consideração a importância que a internet exerce sobre as atividades da sociedade, via possibilidade de acesso às informações, notícias, conhecimentos, conteúdos e aplicações. O índice de uso é subdividido em três indicadores: indivíduos utilizando a internet; assinaturas de banda larga fixa para cada 100 habitantes, e; assinaturas de banda larga móvel para cada 100 habitantes.

A metodologia utilizada para classificar uma espécie de conexão como sendo de banda larga estipula uma velocidade mínima. Sendo assim, a banda larga considerada nesse capítulo, é aquela onde a velocidade de conexão é superior a 256 kbit/s (ITU, 2017; 2018). Esta é a metodologia utilizada pela ITU, contudo, alguns países são divergentes com relação ao mínimo exigido. No caso do Estados Unidos, a velocidade mínima é de 25 Mbps (FCC, 2015).

O GRÁFICO 17 demonstra a evolução dos indicadores de banda larga e do número de usuários de internet.

²⁵ 94,2% dos acessos são para troca de mensagens de texto, voz ou imagens. 76,4% para assistir vídeos, séries e filmes. 73,3% para a realização de chamadas de voz e vídeo. A soma dos valores ultrapassa 100% por conta de os indivíduos realizarem mais do que apenas uma atividade (VALOR, 2018).

GRÁFICO 17 – EVOLUÇÃO NO NÚMERO DE ASSINATURAS DE BANDA LARGA FIXA E MÓVEL PARA CADA 100 HABITANTES E O NÚMERO DE INDIVÍDUOS ACESSANDO A INTERNET



FONTE: International Telecommunication Union (2017).

Os valores de referência para as assinaturas são de 60 habitantes para a banda larga fixa e 100 para a móvel. Com estes valores é possível visualizar que o número de assinaturas fixas está muito distante do ponto de referência (máximo em 2017 sendo 13,8 conexões a cada 100 habitantes). Uma explicação para a baixa penetração é sustentada pelos fatores observados anteriormente a respeito do baixo índice de penetração da telefonia fixa.

Se no caso da tecnologia fixa de telefonia a distância ao ponto referencial acabou não gerando preocupações, sustentado pela substitutibilidade perante a telefonia móvel, a mesma relação não pode ser trazida às análises de rede. Em geral, a velocidade da conexão que é realizada por meio da banda larga fixa é superior as de rede móvel²⁶, com isso, uma baixa penetração faz com que se limite o número de acessos aos serviços mais sofisticados, prejudicando os ganhos de produtividade da população. A importância da velocidade de conexão para o crescimento econômico é tratada em estudo de Ericsson e Little (2011, *apud* ZABALLOS e LÓPEZ-RIVAS, 2012), onde é manifestado que dobrar a velocidade de conexão está correlacionada

²⁶ Dados referentes ao ano de 2018 indicam uma velocidade média de conexão fixa de 23.64 Mbits/s e 18.50 Mbits/s para a rede móvel. Disponível em: <https://www.speedtest.net/reports/brazil/>. Acesso em julho de 2019.

com um aumento de 0,3% do PIB. Os impactos do aumento da velocidade de conexão para o crescimento da economia podem ser visualizados a partir da suposição de que a sociedade terá maior capacidade de acessar serviços mais sofisticados, que podem acabar gerando aumento da produtividade do trabalho, tornam a assinatura de serviços de banda larga mais atrativa, expandem o escopo dos serviços oferecidos, entre outros.

Avaliando os impactos do acesso à banda larga, a Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), diante do Relatório Anual 2018²⁷, expõe a preocupação com a oferta da infraestrutura e institui planos de universalização da tecnologia, como o Plano Geral de Metas da Universalização do Serviço Telefônico Fixo Comutado (PGMU) e o Plano Estrutural de Redes de Telecomunicações (Pert). Sendo que sobre este, a proposta do Pert busca identificar fontes de financiamento e instrumentos para a expansão do acesso à banda larga. Quando submetido à consulta pública, os retornos demonstraram a participação de agentes vinculados a diferentes esferas do setor, como prestadoras de serviço, associações, sindicatos e fabricantes. Este evento demonstra como é possível estabelecer a articulação de agentes diversos mediante a definição de planos estratégicos que diluem os riscos associados aos investimentos em infraestrutura.

O caso da banda larga móvel acaba sendo um resultado compatível com o observado a respeito da situação da telefonia móvel. Países que se atrasaram no desenvolvimento da infraestrutura de conexão fixa, por demandar maiores desembolsos financeiros, pularam esta etapa e adotaram as conexões de rede móvel. Nesse indicador, o Brasil está muito próximo do recomendado de 100 assinaturas, considerando que o valor atual é de aproximadamente 90.

A recomendação em relação ao percentual de indivíduos utilizando a internet é de 100%, contudo, o Brasil demonstra um resultado ainda distante, com 67% da população como usuária, ou seja, aproximadamente uma em cada três pessoas não acessa a internet. Nada resolve ofertar uma cobertura de rede móvel que chegue próximo a totalidade da população²⁸ se não for desenvolvida uma política de incentivo ao uso desses serviços. Desta forma, é preciso avaliar qual a característica da

²⁷ ANATEL, Relatório Anual 2018, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/2mIDp5V>. Acesso em setembro de 2019.

²⁸ Cobertura 4G de rede móvel em 96% dos municípios. Disponível em: https://www.teleco.com.br/4G_cobertura.asp. Acesso em julho de 2019.

população não-usuária²⁹, e as motivações para o afastamento da rede, de modo a implementar uma política que seja eficaz em incentivar o respectivo uso. Quanto maior for o número de usuários da população brasileira, maior serão os benefícios provenientes das externalidades de rede, intensificando o processo de desenvolvimento econômico.

Um exemplo de política é o trabalho de Freitas et al. (2017, p. 48) quando demonstrado que o Termo de Ajuste de Conduta (TAC), multa estipulada pela ANATEL, pode ser utilizado para “a redução de desigualdades regionais, a modernização de redes de telecomunicações, incrementos de qualidade de serviços aos usuários e a destinação dos recursos para regiões de baixo potencial econômico”. Soluções eficientes podem ser tomadas para o estabelecimento de processos que ampliem o acesso às tecnologias de rede, e desta forma, incluir as pessoas mais marginalizadas ao mundo virtual para que elas tenham acesso a todos os benefícios provenientes dele.

4.4.3 Indicadores de habilidade

Os indicadores de habilidade não estão diretamente relacionados com a infraestrutura de telecomunicações, e acabam sendo utilizados no cálculo do IDI com menor peso na média ponderada. Embora não exista uma relação direta com a infraestrutura, é possível observar na literatura uma relação dos recursos humanos com o desenvolvimento econômico (WANG, 1999), geração de capacidades absorptivas (STEINMUELLER, 2001), uso de computadores (CHINN e FAIRLIE, 2010) e demanda por serviços (NARAYANA, 2011). Desta forma, a TABELA 5 demonstra a evolução de cada um dos indicadores computados no cálculo do índice de habilidade.

TABELA 5 – INDICADORES DE EDUCAÇÃO NO BRASIL

	2012	2013	2014	2015	2016
Taxa bruta de matrícula (2ª)	92,99	102,07	100,84	100,07	101,54
Taxa bruta de matrícula (3ª)	44,97	46,82	49,91	51,05	50,49
Média de anos de estudo	7,28	7,35	7,45	7,58	-

FONTE: UNESCO Institute for Statistics (2019).

²⁹Segundo os relatórios da ITU (2017; 2018), o acesso à internet é predominantemente realizado por jovens entre 15 a 24 anos e homens, com algumas variações em relação aos países e regiões.

A partir desses dados é observado que o Brasil demonstra uma evolução nos indicadores educacionais, ao menos no sentido em que eles são considerados para o cálculo do IDI. A taxa bruta de matrícula não significa que todos que ingressam em cada programa efetivamente o terminam, o que poderia agravar o desempenho do país, considerando que uma parte da população na faixa etária de estudo não consegue manter uma dedicação exclusiva para essas atividades. O valor de referência para a taxa bruta de matrícula é 100 para ambos os graus. Para a média de anos de estudo, a recomendação é de 15 anos.

Apenas na situação de matrículas brutas no segundo grau que o Brasil atinge a meta estabelecida, estando praticamente na metade do caminho para os outros dois indicadores. A educação nos níveis superiores também acaba sendo necessária para usufruir das oportunidades proporcionadas pelo acesso às TICs em sua totalidade. Deste modo, o Brasil encontra dois problemas estruturais: a capacidade ociosa no uso da internet e a baixa qualificação formal da população. Enquanto o primeiro dificulta a difusão dos benefícios associados ao uso das TICs pela sociedade, o segundo faz com que mesmo nas situações de acesso, as funcionalidades mais utilizadas sejam aquelas que menos contribuem com a dimensão produtiva, científica e tecnológica.

Em síntese, essa seção buscou demonstrar quais são os indicadores mais debilitados dentro da infraestrutura de telecomunicações do Brasil. A justificativa foi que a elucidação desta questão permite a elaboração de políticas públicas que sejam melhores direcionadas às dificuldades de desenvolvimento no setor. Deste modo, os problemas visualizados devem ser encarados como oportunidades para a criação de relacionamentos íntimos entre os agentes envolvidos (prestadores de serviço, fabricantes de equipamentos, agências reguladoras, entidades financeiras e etc), baseados no conceito de sistemas de inovação. Esta seção apontou políticas implementadas pela ANATEL que buscaram a solução destes problemas por meio da participação e colaboração de agentes diversos, o que demonstra a capacidade do setor em atuar em conjunto. O Brasil enfrenta problemas de ausência da infraestrutura fixa de telecomunicações, baixa aquisição de equipamentos sofisticados e um número considerável de não usuários da rede. Deste modo, as políticas elaboradas devem considerar tanto atender as necessidades associadas aos bens de consumo, quanto entender quais elementos são responsáveis por afastar uma porção da sociedade da rede. Por fim, os fatores educacionais dificultam que os benefícios mais sofisticados das TICs sejam extraídos.

4.5 CONCLUSÃO

O objetivo proposto para este capítulo por ser subdividido em três centrais: apresentar o estágio de desenvolvimento da infraestrutura de TICs no Brasil, comparar o comportamento nacional quanto aos investimentos no setor com grupos de países distintos e identificar quais são os entraves que precisam ser superados para alavancar os benefícios das TICs no país.

Em primeiro lugar, os resultados apresentados por meio da utilização do IDI demonstram que o Brasil, durante o período analisado, se aproxima do nível de infraestrutura dos países “mais conectados” e se situa acima da maioria dos países pertencentes ao grupo dos BRICS. Embora estas conclusões estimulem uma interpretação otimista do comportamento do país no setor, as análises pormenorizadas acerca dos determinantes deste resultado apresentam um contexto que sinaliza para a necessidade de fortalecer o debate de políticas públicas focalizadas em aprimorar a infraestrutura do setor.

Sobre o comportamento relacionado aos investimentos em telecomunicações, o Brasil demonstra um resultado distante dos países “mais conectados”, e embora tenha sinalizado para uma maior atenção destinada ao setor em anos passados, o período recente também exalta a deterioração deste comportamento em relação aos países do BRICS. Correlacionado com a comparação do IDI entre o Brasil e os dois grupos de países, o resultado com os “mais conectados” pode ser interpretado a partir da maturação da infraestrutura vigente nestes. Deste modo, a aproximação nacional acaba sendo um efeito esperado. Contudo, diante de uma eminente transformação das tecnologias do setor, ressaltadas pela indústria 4.0 e pela internet das coisas, se reforça a necessidade de existir um planejamento quanto à formulação de políticas que visem introduzir estas novas tecnologias e incrementar o desenvolvimento do setor no país. Os demais países do BRICS, em especial a China e a Índia, são casos que demonstraram, diante dos dados analisados, um crescimento da atenção destinada ao setor. Este resultado permite supor que estes países já estão se planejando para o novo contexto tecnológico que deve se difundir internacionalmente.

Ainda neste capítulo se buscou identificar quais são os obstáculos que dificultam o desenvolvimento do país no setor e postergam a extração dos benefícios provenientes da utilização das TICs. Deste modo, os principais problemas foram visualizados sobre a ausência de infraestrutura fixa, a baixa utilização de instrumentos

sofisticados, a ociosidade quanto a utilização da rede e a ainda deficitária educação formal da população. A ausência da infraestrutura fixa pode ser explicada pela escolha de desenvolvimento embasada pela tecnológica móvel, que além de ser mais prática, também é menos custosa. A consequência desta opção é que ainda são as conexões fixas que detêm as maiores velocidades de tráfego, que por sua vez, facilitam o acesso à aplicativos e conteúdos mais sofisticados. Os três últimos itens podem ser interpretados conjuntamente, visto que a baixa utilização de instrumentos sofisticados, a ociosidade do uso da internet e qualificação deficitária dificultam que os benefícios das TICs sejam extraídos na sua totalidade. Como no caso indiano exposto pela literatura, políticas públicas podem, e devem, ser formuladas visando facilitar o acesso a estas tecnologias pelas camadas mais marginalizadas da sociedade. O efeito disso é a construção de uma rede de usuários mais ampla que beneficia todos os demais participantes desta dimensão.

Diante do debate acerca dos três objetivos propostos para este capítulo já se tem um reconhecimento de que o caminho traçado pelo país nos últimos anos não tem sido adequado. À luz disso, se reforça a necessidade de debater a formulação de políticas públicas que visem difundir as TICs entre a sociedade, e políticas industriais que observem neste contexto uma oportunidade para a construção de uma rede de relacionamento visando incrementar a capacidade competitiva do país no setor. Contudo, para que estas políticas tenham maior chance de sucesso, é recomendável que se tenha um conhecimento do ambiente de intervenção, e para isso, o próximo capítulo dá início à caracterização dos agentes principais pertencentes ao setor de TICs no Brasil.

5 INFRAESTRUTURA PRODUTIVA E COMPETIVIDADE: O QUADRO DOS AGENTES DE PRODUÇÃO NO SETOR DAS TICS

Este capítulo é construído baseado em dois objetivos: apresentar as características do sistema produtivo associado às TICS e avaliar a capacidade competitiva com países segregados por diferentes níveis de conectividade. Após a consideração exposta no capítulo três acerca da importância dos agentes produtivos em um SI, responder as questões propostas pelos objetivos são elementos que permitem a elaboração de uma política compatível com o quadro consolidado do setor, elevando a chance de sucesso da intervenção.

Este capítulo está organizado da seguinte forma: na primeira seção são expostas as características da infraestrutura produtiva correspondente ao setor das TICS e as atividades que o constituem (transformação e serviços), avaliadas a partir do número de firmas, vínculos, qualificação formal e distribuição de renda; na seção dois é apresentada a capacidade competitiva do Brasil frente a países aglomerados por diferentes níveis de conectividade, correspondentes ao desempenho na classificação do IDI; por fim, a última seção realiza as conclusões do capítulo.

5.1 CARACTERÍSTICAS DA INFRAESTRUTURA PRODUTIVA DO SETOR

O debate nesta seção se centra nos indicadores extraídos com a finalidade de elucidar as características atreladas ao sistema produtivo do setor das TICS, existindo uma desagregação entre as atividades de transformação e serviços, que fazem menção ao número de estabelecimentos, de vínculos, evolução da qualificação profissional e distribuição de renda.

5.1.1 Exposição do quadro produtivo em relação ao número de estabelecimentos

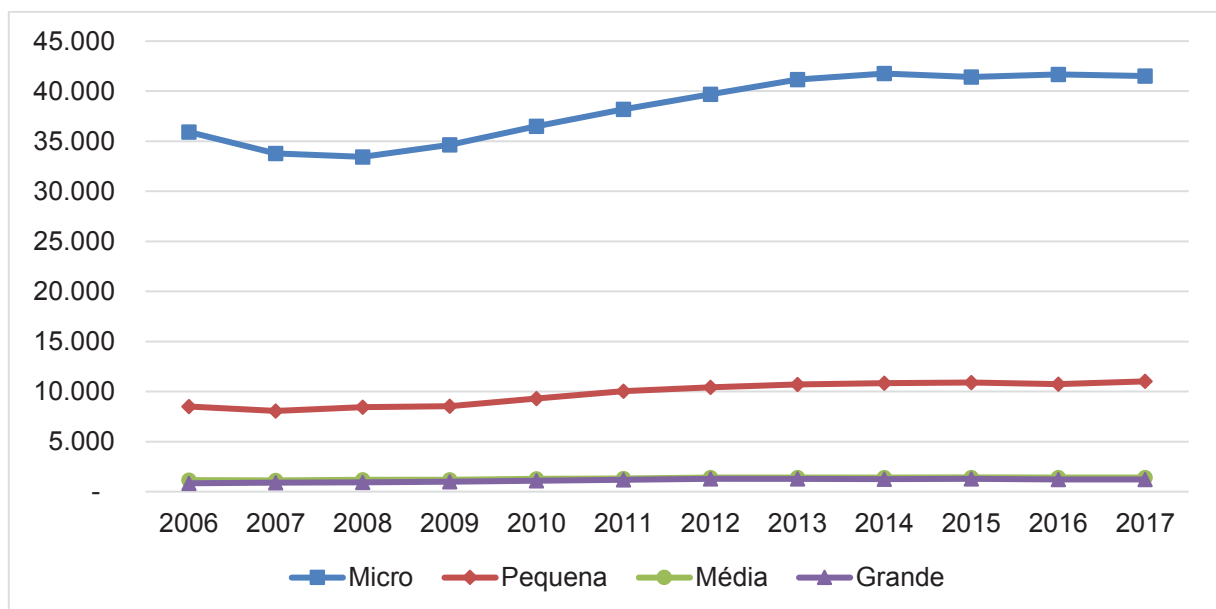
O número de estabelecimentos auxilia na análise da trajetória de desenvolvimento em diferentes aspectos. Primeiro, é possível identificar a distribuição relacionada ao tamanho das firmas, elucidando questões associadas às barreiras à entrada e dinâmica concorrencial. Em segundo lugar, a segregação em função das atividades exercidas, de transformação ou serviços, permite considerar a trajetória priorizada no país. Por fim, a distribuição espacial dos estabelecimentos fornece

insumos para análises relacionadas à aglomeração regional, o que pode ser vinculada à busca por benefícios provenientes das externalidades de conhecimento.

5.1.1.1 Distribuição dos estabelecimentos por tamanho de firma

O GRÁFICO 18 demonstra a distribuição do número de estabelecimentos em relação ao tamanho das firmas, segregadas com base na metodologia apresentada no capítulo dois.

GRÁFICO 18 – DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ESTABELECEMENTOS NO SETOR DAS TICS EM RELAÇÃO AO TAMANHO DAS FIRMAS



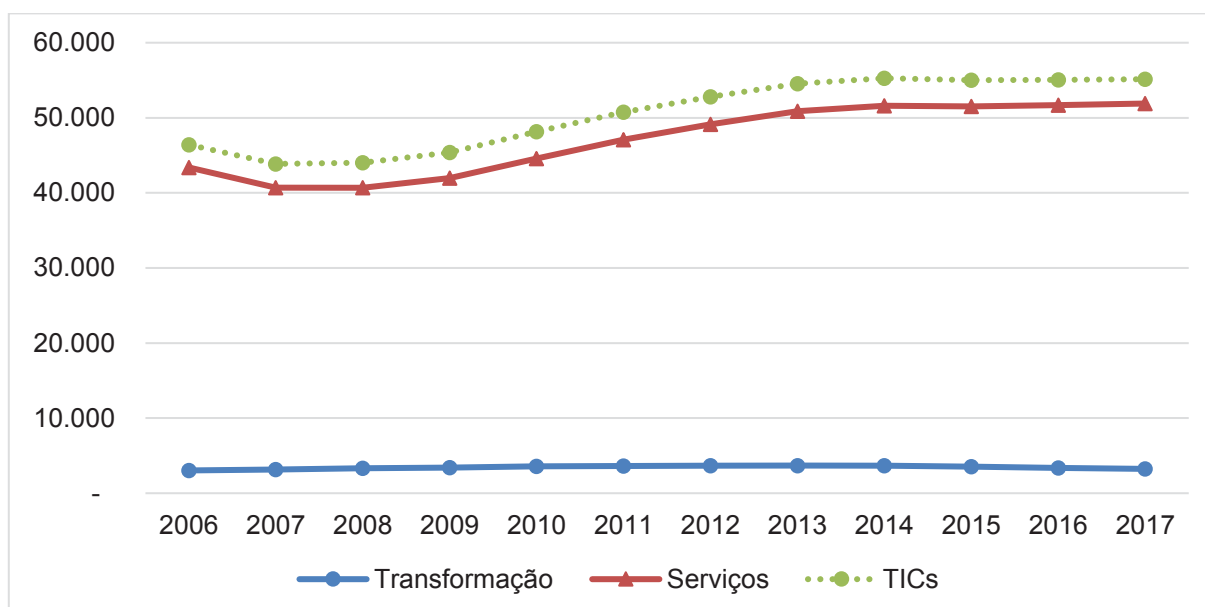
FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

O GRÁFICO 18 demonstra que existe um predomínio de microempresas dentro do setor. Caso a distribuição priorizasse a existência de grandes e médias empresas, uma possível conclusão seria de que existem barreiras à entrada relevantes, vinculadas à necessidade de capital inicial, escala de produção, alto volume de investimentos, entre outros. Como a situação observada demonstra ser a oposta, se entende que a estrutura setorial permite a entrada de novos atores sem a imposição de elevados custos iniciais, fator que condiciona a existência de um quadro produtivo diversificado. Sobre o prisma de um SI que precisa ser consolidado, a ausência de barreiras à entrada permite que o número de potenciais colaboradores

seja expressivo, instituindo um ambiente com maior diversidade produtiva e de competências, que ampliam os benefícios associados à construção de uma estrutura relacional entre os atores. Além disso, diante da característica dinâmica da fronteira tecnológica do setor, permitir a inserção de novas firmas viabiliza que o sistema produtivo nacional se flexibilize diante de novos paradigmas tecnológicos e concorrenciais que podem emergir.

Outra questão que precisa ser analisada é a distribuição de estabelecimentos quanto às atividades exercidas de transformação e serviços. O GRÁFICO 19 demonstra a participação de ambas no setor.

GRÁFICO 19 – DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS QUANTO ÀS ATIVIDADES EXERCIDAS



FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

As informações providenciadas pelo GRÁFICO 19 explicita que a distribuição do setor no Brasil prioriza as atividades de serviço, enquanto sobre as atividades de transformação é observado uma estabilidade na entrada de novas empresas. A comparação entre o GRÁFICO 18 e GRÁFICO 19 permite a conclusão de que no período em que foi evidenciado um maior número de entradas (2008 – 2014), este movimento foi intenso em serviços e microempresas. Esta situação é compatível com a defesa de Marconini (2012) que atribuiu à crise de 2008 o efeito de maior procura, por parte das empresas multinacionais, de prestadoras de serviços para

terceirizar algumas atividades em busca da redução de custos. A maior entrada de microempresas é sustentada pelo caso indiano, quando observado que as barreiras à entrada sobre as atividades de serviço acabam sendo insignificantes em comparação às atividades industriais (ARORA e ATHREYE, 2002).

A TABELA 6 demonstra a taxa de crescimento para cada tamanho de firma em relação à ambas atividades e ao setor das TICs, com o objetivo de identificar tendências futuras de crescimento e priorização.

TABELA 6 – TAXA DE CRESCIMENTO DAS EMPRESAS QUANTO ÀS ATIVIDADES

	Micro	Pequena	Média	Grande
Transformação	1,23%	-0,80%	-1,69%	-2,64%
Serviços	1,33%	2,60%	2,62%	3,65%
TICs	1,32%	2,39%	1,95%	3,39%

FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

Para as atividades de transformação se identifica um decréscimo em três dos quatro tipos de firma, existindo efeito contrário apenas no número de microempresas. Por estas representarem um valor absoluto maior do que das demais, o resultado geral é um crescimento anual de 0,62%. Essa constatação pode estar relacionada à maior demanda por flexibilidade produtiva e especialização de atividades em nichos que não são atendidos pelas empresas maiores, gerando oportunidades a serem exploradas por microempresas. Quanto às atividades de serviço, existe um crescimento geral em todos os tipos de firmas, contudo, ao contrário da transformação, o resultado para as grandes empresas é o mais expressivo. Por se tratar de uma taxa de crescimento composta, e pelo número absoluto de grandes empresas ser menor do que das demais, uma pequena variação absoluta pode resultar em uma taxa de crescimento médio maior. Contudo, também é preciso considerar que a existência de grandes empresas sobre os serviços pode estar relacionada às redes de colaboração que podem priorizar estas, que acabam sendo mais “tradicionais” no setor e tendem a expelir maior confiança e escopo de serviços prestados. As redes de colaboração das empresas de desenvolvimento de software, e sua importância para a sustentabilidade competitiva, foi tratada no caso indiano por Arora e Athreye (2002).

Ao observar o resultado geral das TICs, novamente as grandes empresas demonstram um resultado mais expressivo. As conclusões relacionadas ao crescimento nas atividades de serviço também podem ser embutidas nesse resultado. A maior variação percentual média pode estar vinculada ao baixo número absoluto de grandes empresas, porém, é preciso considerar a existência de uma tendência de maturação no setor, fazendo com que o nível geral de confiança de uma empresa grande influencie na possibilidade de interagir em redes de colaboração, permitindo a sobrevivência no mercado. Entretanto, a maior variação em termos absolutos do número de microempresas enfraquece a hipótese de que o ciclo de vida do setor se encontra em processo de maturação. Sendo assim, a variação parece estar mais atribuída, neste caso, à baixa representatividade absoluta, e não a uma estrutura concorrencial que privilegie as grandes empresas.

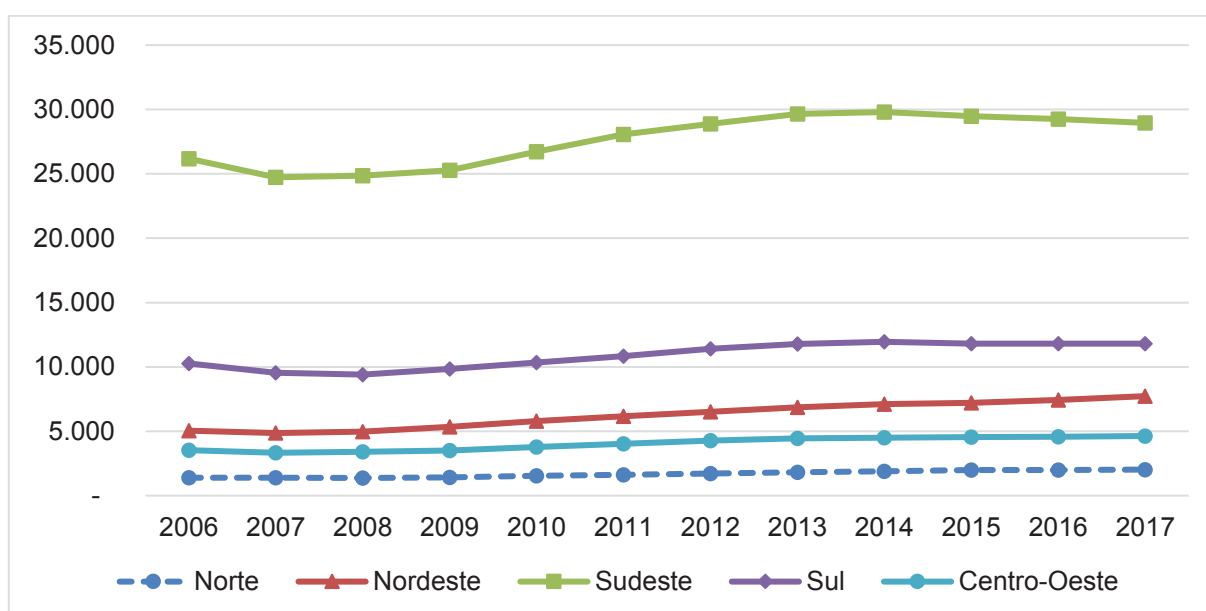
A compreensão do sistema produtivo em relação ao tamanho das firmas, e da priorização sobre as atividades de serviço, demanda um esforço histórico correlacionando as sequelas das políticas de informática e de telecomunicações. Naquele período houve uma tentativa de estabelecer algum nível de produção interna de equipamentos, contudo, a falta da provisão de recursos para sustentar as redes estabelecidas fez com que a indústria nacional perdesse espaço para os agentes estrangeiros (SZAPIRO, 2007). Desta forma, os empreendimentos mais grandiosos acabaram sendo alocados para as multinacionais, enquanto para as nacionais restaram apenas os nichos específicos de mercado que não demandam alta escala da produção. Esse contexto ajuda a compreender o baixo número de firmas relacionadas à transformação e também a grande quantidade de microempresas.

Sobre a ótica de um SI, o atual estado produtivo pode ser beneficiado da ociosidade estrutural exposta no capítulo anterior. Uma política focada em completar a instalação da infraestrutura de telecomunicações, e aumentar o fornecimento de produtos sofisticados, priorizando a participação de firmas nacionais, pode auxiliar no processo de estimular a produção em larga escala, o que pode viabilizar a sobrevivência destas firmas nos momentos iniciais. Também é possível aproveitar o grande número de empresas vinculadas às atividades de serviço e promover políticas estratégicas para o desenvolvimento de aplicações para os serviços públicos, aumentando a eficiência destes, e incentivando as firmas nacionais na programação de aplicativos sofisticados.

5.1.1.2 Aglomeração espacial dos estabelecimentos

O predomínio de atividades em uma região pode ser resultado de uma dinâmica na qual as empresas buscam, ao mesmo tempo, competir e cooperar, fazendo com que a estrutura geral da rede se desenvolva. A consequência desse movimento está relacionada aos temas que envolvem as externalidades de conhecimento e tecnologia. Assim sendo, o GRÁFICO 20 demonstra a distribuição dos estabelecimentos em função das regiões naturais do Brasil.

GRÁFICO 20 – DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DO NÚMERO DE ESTABELECEMENTOS PERTENCENTES AO SETOR DAS TICS



FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

No setor das TICs se observa uma aglomeração das atividades na região sudeste. Essa região possui um contexto histórico de desenvolvimento industrial, além de uma concentração populacional expressiva em comparação ao restante do Brasil. O segmento de telecomunicações teve seu desenvolvimento baseado nas relações estabelecidas na região de Campinas (CASSIOLATO et al., 2002), com isso, é possível concluir que existe uma “tradição” de desenvolvimento do setor nesta região. Cooke et al. (1997) auxilia na compreensão da concentração na região sudeste por meio das dimensões de um sistema regional, conforme exposto no terceiro capítulo. A região acaba oferecendo aos agentes os recursos financeiros e de aprendizado,

além do próprio contexto cultural e histórico de desenvolvimento na região. De modo análogo à concentração das telecomunicações em Campinas, onde a existência da Universidade de Campinas (UNICAMP) foi um elemento determinante, Asheim; Coenen (2005) também ressaltam a importância da Universidade de Aalborg para o estabelecimento de um *cluster* de comunicação *wireless*. Promover recursos é o fator essencial para estimular a concentração de agentes mercantis e não mercantis em uma localidade, o que facilita a constituição de relacionamentos entre eles.

Comparando a evolução do período de 2008 a 2013 no GRÁFICO 18 e GRÁFICO 19, referente ao tamanho das firmas e participação das atividades, com a distribuição regional exposta no GRÁFICO 20, é possível correlacionar que as novas entrantes acabaram se fixando na região sudeste com maior intensidade. Contudo, desde o ano de 2014 são observados decaimentos no número de estabelecimentos nesta região, enquanto ocorre um pequeno crescimento anual na região nordeste, norte e centro-oeste. No caso da região sul, é possível observar uma baixa volatilidade no número de empresas, que no geral, permaneceu estável.

Com relação a distribuição das atividades nas regiões, em todas existe um predomínio superior a 90% dos serviços, principalmente na região centro-oeste (98,18% em média nos 11 anos analisados) e região nordeste (96,65%). Quanto às atividades de transformação, as regiões que tiveram maior participação média foram as regiões norte (8,29%) e sudeste (7,96%).

A TABELA 7 demonstra a taxa de crescimento das atividades e do setor das TICs em cada região.

TABELA 7 – TAXA DE CRESCIMENTO DO NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS POR REGIÃO PARA ATIVIDADE E NO SETOR DAS TICs

	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Transformação	-1,29%	-1,06%	-0,24%	3,53%	2,43%
Serviços	3,84%	4,13%	1,01%	1,11%	2,53%
TICs	3,42%	3,97%	0,92%	1,28%	2,53%

FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

As regiões sul e centro-oeste foram as únicas que apresentaram variação positiva no número de empresas de transformação. Uma hipótese para esse resultado é de que essas regiões acabaram desenvolvendo maior especialização no novo

paradigma dos equipamentos vinculados à internet das coisas, e por isso, demonstram maior concentração nessas atividades. Contudo, dentro da distribuição regional, a região sul é a que possui o segundo maior número de estabelecimentos, ou seja, pode ser que os benefícios relacionados às externalidades de conhecimento ainda sejam importantes, entretanto, com algumas diferenças relacionadas à base mais tradicional.

Tanto para as atividades de serviço, como para o setor das TICs, as regiões norte e nordeste demonstram maior crescimento no número de estabelecimentos. Pelo menos para a região norte, é preciso visualizar esse indicador com a mesma ressalva de que em termos absolutos houve uma evolução de 626 estabelecimentos, enquanto para a região sudeste (que demonstra a menor taxa de crescimento tanto nas atividades de serviços como no setor das TICs) o crescimento foi de 2.777 estabelecimentos. Todavia, a evolução nestas regiões pode ser interpretada como um sinal positivo em relação às questões de desigualdades regionais. Uma maior taxa de crescimento composto, muito embora em momentos iniciais não signifique um maior crescimento absoluto, no limite, pode resultar em uma distribuição mais homogênea entre as regiões.

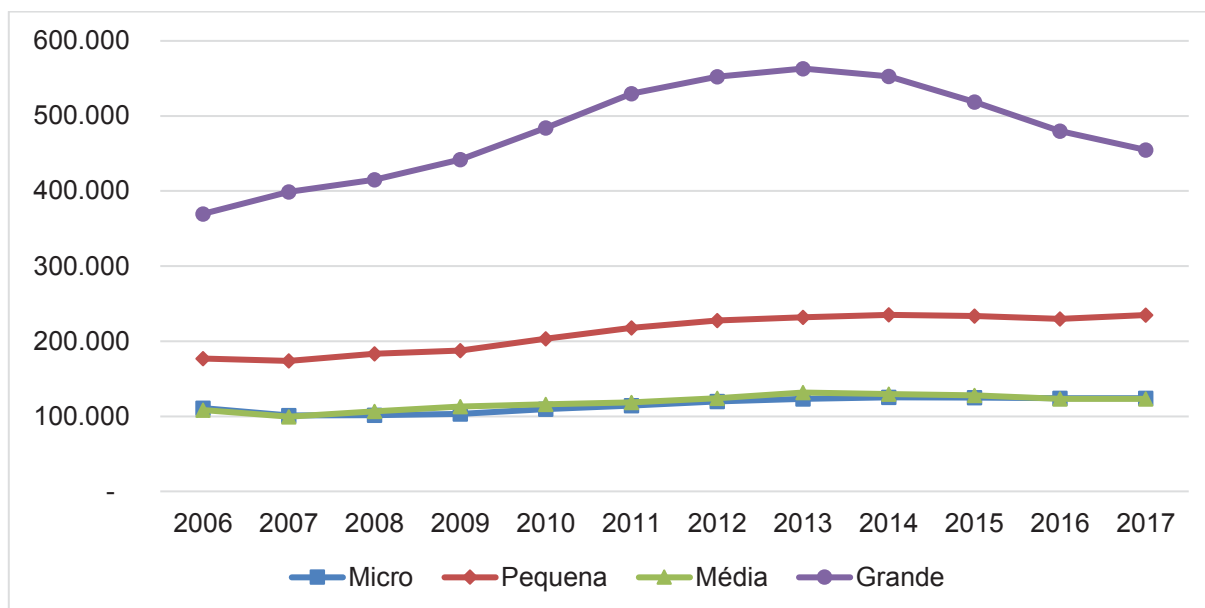
5.1.2 Exposição do quadro produtivo em relação ao número de funcionários

As análises a respeito da distribuição do número de vínculos ativos permitem visualizar a capacidade desse setor, e das respectivas atividades, de externalizar benefícios à sociedade por conta da geração de renda. Outro ponto que pode ser visualizando ao comparar o comportamento do número de empregados com os resultados expressos em relação ao crescimento do número de estabelecimentos é a relação de intensidade de capital físico ou humano. No caso de o crescimento anual médio das firmas ser superior ao dos vínculos ativos, podemos considerar uma tendência de intensificação em capital físico. Na situação oposta, a intensidade em capital humano pode ser mais adequada.

5.1.2.1 Número de vínculos por tamanho de empresa

O GRÁFICO 21 demonstra o número de vínculos ativos presente em cada aglomeração de empresas em função do seu tamanho.

GRÁFICO 21 – NÚMERO DE VÍNCULOS ATIVOS PARA CADA TAMANHO DE EMPRESA PERTENCENTE AO SETOR DAS TICS

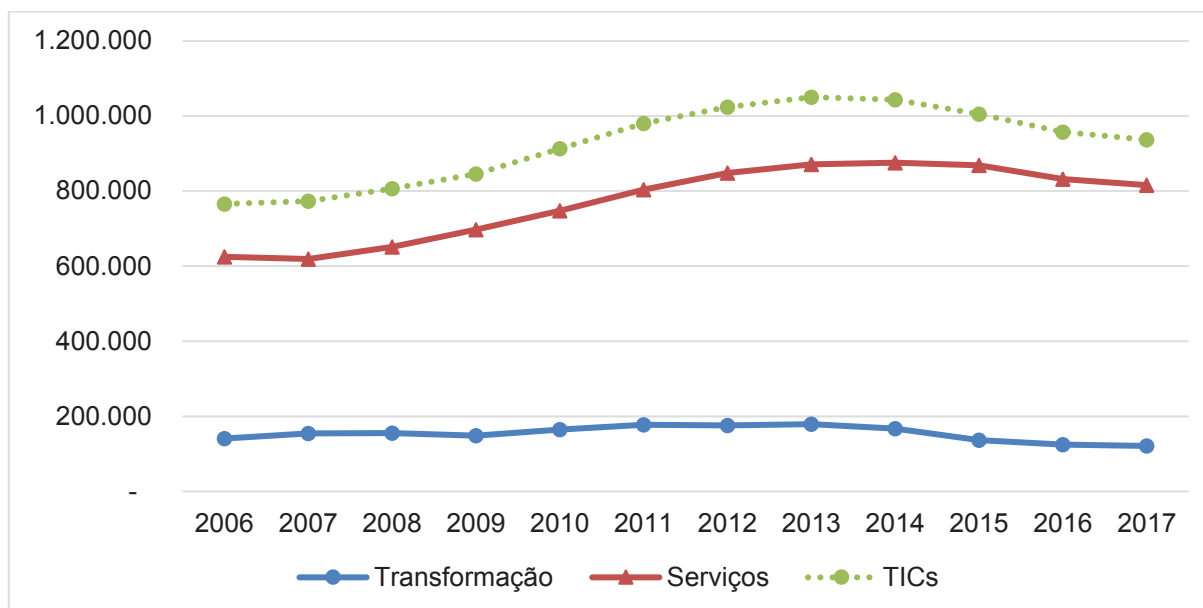


FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

Se no caso da distribuição de estabelecimentos existe um predomínio no número de microempresas, essa liderança não é transferida para o resultado relacionado à capacidade de geração de empregos. As grandes e pequenas empresas são as mais contratantes, auxiliando no processo de desenvolvimento da economia via geração de renda. Uma breve explicação para esse caso é que comparando o número de estabelecimentos e de vínculos totais para cada tamanho de firma, a relação entre as micro e grandes empresas é de aproximadamente 35 microempresas para cada empresa grande, enquanto essa relação para o número de vínculos ultrapassa 125 trabalhadores em grandes empresas em comparação às microempresas. Ou seja, o impacto marginal de uma grande empresa é superior ao das microempresas em uma magnitude que permite às primeiras uma maior capacidade de geração de empregos. Em média existem aproximadamente 3 trabalhadores em cada microempresa, 21 nas pequenas, 87 nas médias e 377 nas grandes.

Com relação à alocação dos trabalhadores para cada atividade, o GRÁFICO 22 demonstra os resultados.

GRÁFICO 22 – ALOCAÇÃO DOS VÍNCULOS PARA CADA ATIVIDADE INSERIDA NO SETOR DAS TICS



FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019)

O GRÁFICO 22 reforça a tendência que vem sendo consolidada no Brasil nos últimos anos em relação ao sistema produtivo. Em primeiro lugar, há maior empregabilidade nas atividades de serviços, e correlacionando com o GRÁFICO 21, podemos sugerir que ela se concentra em firmas de grande porte. Essa correlação indica, baseado no suporte de Marconini (2012), que o movimento de maior procura por serviços brasileiros acabou sendo absorvido pelas grandes empresas que precisaram contratar um maior número de profissionais para atender a demanda estrangeira, se beneficiando diretamente deste evento. Houve um crescimento acentuado no número de trabalhadores empregados no setor entre o período de 2007 até 2013, que totaliza uma ascensão de 35,83%. A priorização das atividades de serviço é sustentada pelo crescimento de 40,72% no mesmo período, enquanto o crescimento do emprego industrial foi de 16,18%. Em segundo lugar é preciso observar a tendência dos últimos anos que demonstra uma diminuição no número de empregados desde o ano de 2014. Essa situação pode ser correlacionada com algumas hipóteses, como o próprio crescimento geral no número de desempregados na economia brasileira, ou pela predominância do processo de mecanização das atividades no setor.

É possível avaliar este processo considerando a taxa de crescimento médio dos estabelecimentos e dos vínculos, separados em função de cada atividade, ou para o setor em geral. Quanto às taxas de crescimento do horizonte total, o número de estabelecimentos cresceu em média 1,58% enquanto o número de empregados cresceu 1,85%. Para o período recortado, ambos apresentam uma taxa de decaimento, sendo -0,08% para o número de firmas e -3,51% para o número de empregados. Esses valores indicam que em aspectos gerais o setor teve um crescimento intensivo em trabalho, porém, a partir do período em que a economia brasileira começa a entrar na crise vigente, os trabalhadores foram os mais penalizados, visto sua maior queda percentual em relação ao número de estabelecimentos. Deste modo, a sobrevivência das firmas durante o período da crise atual parece estar condicionada a uma reestruturação de custos que busque intensificação em processos mecânicos.

Por fim a TABELA 8 demonstra a intensidade de crescimento dos vínculos para cada tamanho de firma e para as atividades no setor.

TABELA 8 – TAXA DE CRESCIMENTO DOS VÍNCULOS POR TAMANHO DE EMPRESA PARA O SETOR DAS TICS

	Micro	Pequena	Média	Grande
Transformação	0,52%	-0,84%	-1,46%	-2,01%
Serviços	1,10%	3,11%	2,68%	2,47%
TICs	1,03%	2,60%	1,18%	1,90%

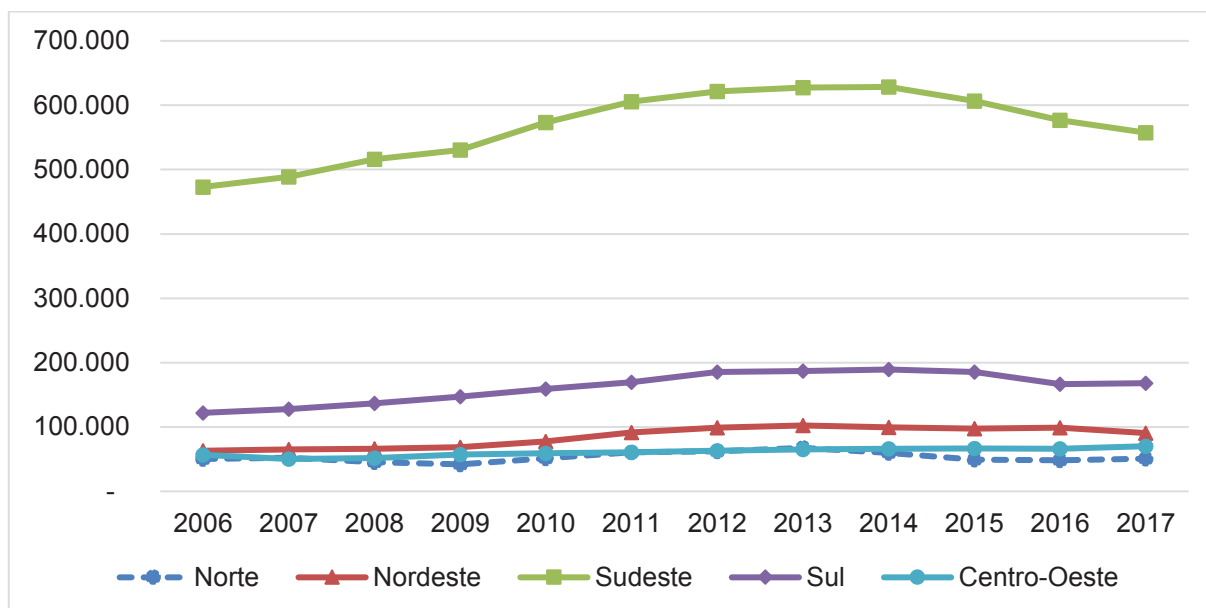
FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

O número de vínculos ativos cresceu em todas as faixas de firmas no setor, contudo, observando a contribuição de cada atividade, os serviços parecem dar continuidade ao protagonismo.

5.1.2.2 Distribuição regional dos vínculos ativos

O GRÁFICO 23 demonstra a representação das regiões brasileiras sobre a capacidade de geração de empregos.

GRÁFICO 23 – DISTRIBUIÇÃO REGIONAL DO NÚMERO DE VÍNCULOS ATIVOS NO SETOR DAS TICS



FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

A aglomeração de empregos acaba sendo mais expressiva na região sudeste, que é justamente a região onde existe maior concentração de empresas vinculadas às TICs. Do mesmo modo, a participação da região sul sofre influência da sua participação no número de estabelecimentos. Quanto à trajetória de especialização de cada região, a TABELA 9 identifica a taxa de crescimento para cada atividade.

TABELA 9 – TAXA DE CRESCIMENTO DO NÚMERO DE VÍNCULOS POR REGIÃO

	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Transformação	-2,26%	-3,96%	-1,48%	0,62%	3,28%
Serviços	3,92%	3,70%	2,00%	3,40%	1,90%
TICs	0,05%	3,32%	1,50%	2,95%	1,91%

FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

A TABELA 9, interpretada de maneira conjunta à TABELA 7, permite a realização de inferências a respeito da intensidade dos fatores de produção para cada atividade dentro das regiões brasileiras. Em geral, excetuando a região centro-oeste, a tendência visualizada foi de uma maior intensidade em capital físico sobre as atividades de transformação. Essa hipótese é sustentada pelo fato de que o valor da taxa de decréscimo (crescimento) anual do número de estabelecimentos é inferior

(superior) à taxa de decréscimo (crescimento) anual do número de vínculos ativos. A exceção foi a região centro-oeste, onde o número de estabelecimentos cresceu em média 2,43% ao ano, enquanto os vínculos cresceram 3,28%.

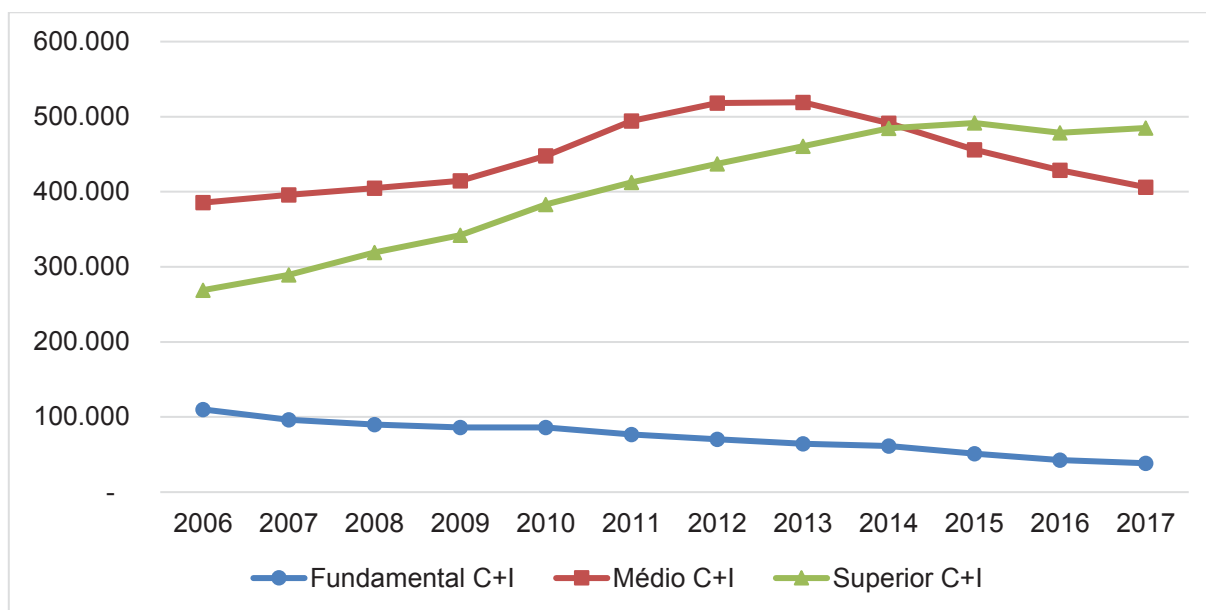
Sobre o prisma das atividades de serviço, a situação é mais dividida. Na região norte, sudeste e sul, o crescimento relativo do número de estabelecimentos foi inferior à variação do número de vínculos, o que pode significar que a produtividade se tornou mais intensiva em capital humano. No caso da região nordeste e centro-oeste, a variação do número de estabelecimentos foi superior à variação do número de vínculos, refletindo uma intensificação em capital físico. Avaliando o resultado das TICs, apenas as regiões sudeste e sul se tornaram mais intensivas em capital humano, enquanto as demais se tornaram intensivas em capital físico. Esse resultado pode ser sustentado tomando como reflexo que a amplitude entre a variação na taxa de crescimento do número de estabelecimentos e vínculos, para a atividade de serviço (que são as mais empregadoras), foi superior nas regiões sul e sudeste no que nas demais, enviesando o efeito sobre as TICs.

5.1.3 Qualificação profissional dos trabalhadores

A importância da qualificação formal dos trabalhadores está diretamente vinculada à produtividade da firma e capacidade de cooperação e aprendizado, fatores que impactam o desempenho no ambiente competitivo interno e externo e que sustentam o núcleo de um SI. Ao se observar uma maior qualificação dos trabalhadores, se permite considerar que as atividades realizadas dentro do Brasil estão se intensificando em conhecimento, o que potencializa a capacidade cooperativa, produtiva e inovativa de um SI. Reforçando a importância deste indicador para a construção do sistema, além de constituírem uma das três dimensões básicas expostas por Cooke (1992), os trabalhadores mais qualificados acabam absorvendo conhecimentos mais sofisticados e conseguem construir redes de colaboração dentro e fora da empresa, que são essenciais para a inovação, conforme defendido por Lundvall (2010).

Tendo em vista a citada importância da qualificação formal dos trabalhadores, o GRÁFICO 24 explicita a evolução desse indicador para as firmas situadas no setor das TICs.³⁰

GRÁFICO 24 – QUALIFICAÇÃO FORMAL DOS TRABALHADORES VINCULADOS AO SETOR DAS TICs



FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

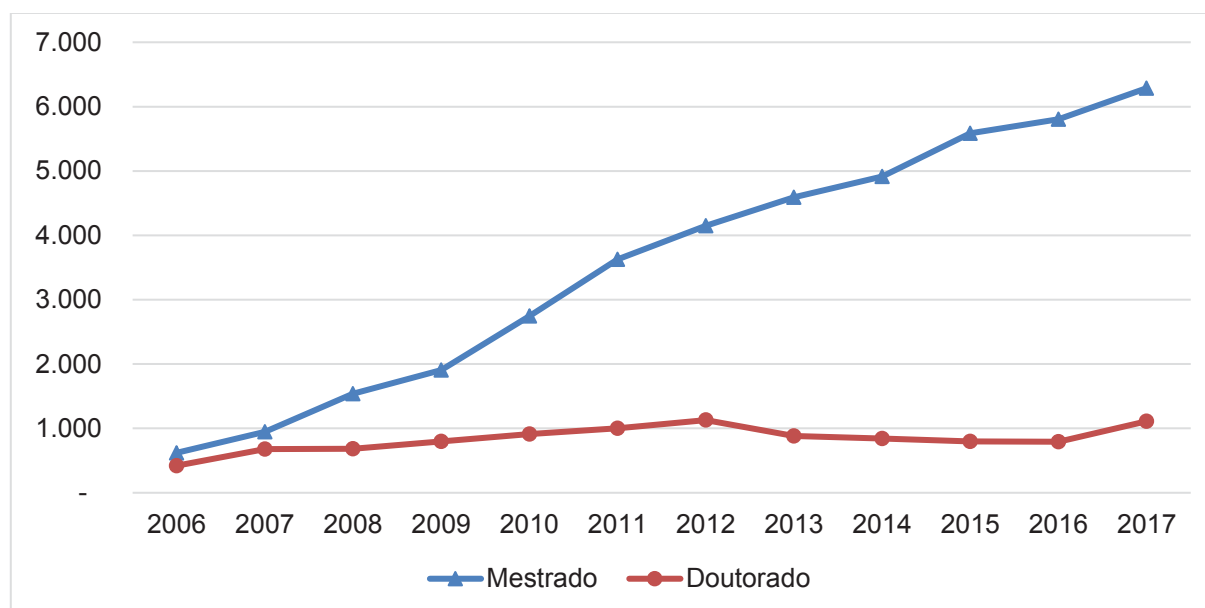
O GRÁFICO 24 demonstra um sinal positivo sobre o comportamento tomado pelas firmas nos últimos anos. Há um crescimento no número de profissionais que tiveram contato com o ensino superior de tal modo, que a partir de 2015, se tornou a maior parcela dos trabalhadores. Esse resultado pode ser reflexo de dois eventos. O primeiro está vinculado a um processo de substituição dos profissionais menos qualificados pelos mais qualificados. O segundo pressupõe que os profissionais vinculados à empresa se tornaram mais qualificados, sendo mantido o quadro profissional, mas agora com melhor qualificação. O segundo evento seria o preferível, considerando que além da maior educação formal, os conhecimentos tácitos desenvolvidos pelos trabalhadores seriam mantidos pela firma.

³⁰ Os níveis de escolaridade estão representados pelo estudo “completo” e “incompleto” para cada faixa ilustrada.

Correlacionando os dados informados no GRÁFICO 24 com a evolução de empregados no setor, expostos pelo GRÁFICO 22, é possível visualizar que durante o período com maior decaimento do número de empregados, os menos qualificados foram os mais penalizados. Os profissionais com participação no ensino superior só tiveram uma queda no quadro no passar de 2015 para 2016, crescendo nos demais períodos. Desta forma, o GRÁFICO 24 permite estabelecer uma conclusão inicial de que houve um processo de intensificação de profissionais com maior qualificação formal.

Adicionalmente à perspectiva de intensificação de profissionais qualificados, o GRÁFICO 25 demonstra qual foi o aumento na procura por profissionais com nível de qualificação mais elevado, que podem ser correlacionados às atividades de P&D e inovação.

GRÁFICO 25 – EVOLUÇÃO NO QUADRO DE PROFISSIONAIS COM PÓS-GRADUAÇÃO NO SETOR DAS TICS



FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

O setor demonstra uma procura acentuada por profissionais com algum nível de pós-graduação. As pessoas que acabam se envolvendo com este nível de educação acabam ampliando a capacidade de desenvolvimento científico, e por isso, podem ser vinculadas às atividades de P&D e inovação. Esses resultados de crescimento, relacionado a variação de 2006 a 2017, de 912,4% na procura por

profissionais com mestrado e de 163,66% por profissionais com doutorado, é positivo para o setor por potencializar a capacidade de competir internacionalmente, ou no desenvolvimento de novas aplicações para o mercado interno.

A TABELA 10 demonstra a taxa de crescimento da qualificação formal para cada atividade inserida no setor das TICs.

TABELA 10 – TAXA DE CRESCIMENTO DA QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL POR ATIVIDADE DO SETOR DAS TICs

	Fundamental C+I	Médio C+I	Superior C+I	Mestrado	Doutorado
Transformação	-9,77%	-1,28%	2,03%	14,92%	14,49%
Serviços	-8,99%	0,98%	5,81%	24,78%	8,85%
TICs	-9,13%	0,47%	5,50%	23,42%	9,21%

FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

Em termos gerais houve uma intensificação no processo de demanda por profissionais mais qualificados, sendo priorizados aqueles com mestrado. Em relação as qualificações de pós-graduação, a contribuição para cada atividade varia. No que diz respeito ao mestrado, sua importância relativa acabou sendo mais atribuída às atividades de serviços, onde pode existir uma necessidade técnica menor do que nas atividades de transformação. Partindo do pressuposto que o escopo de atuação das daquelas atividades estão baseadas em uma base científica e tecnológica consolidada, como mediante a programação em computadores, as atividades de rotina, relacionamento com clientes, e intensificação do relacionamento com outras empresas podem trazer mais benefícios do que as atividades formais de P&D. Esta hipótese auxilia no entendimento acerca do maior crescimento de profissionais com mestrado sobre as atividades de serviço.

A contribuição do doutorado acabou tendo maior importância relativa nas atividades de transformação. Uma explicação para esse caso é que a resolução de problemas nesse segmento acaba sendo de natureza mais técnica e científica, envolvendo bases de conhecimento que demandam maior aprofundamento dos profissionais sobre o paradigma científico no qual aquela atividade está inserida. Se para o caso das atividades de serviço foi defendido que os elementos que podem acabar tendo maior influência no desenvolvimento de inovações vão além da própria P&D interna ou absorção de conteúdos externos, para a transformação a dinâmica

pode sofrer algumas alterações. Os elementos internos vinculados à capacidade de interação e organização são importantes, contudo, nas atividades de desenvolvimento de novos produtos e processos, pode existir maior importância de fatores associados às atividades diretas de P&D, e para isso, a necessidade de ter um pessoal com trajetória de pesquisa mais consolidada pode ser mais eficiente. A transformação também acaba sendo responsável por fornecer os instrumentos que viabilizam a produção dos serviços, e sendo assim, este segmento acaba tendo maior envolvimento com avanços científicos e tecnológicos.

5.1.3.1 Aglomeração espacial dos profissionais qualificados

Uma análise envolvendo a aglomeração espacial dos profissionais mais qualificados está vinculada diretamente às questões relacionadas à externalidade de conhecimento. Tendo em uma mesma região um alto volume de profissionais qualificados reforça a importância das dinâmicas relacionais para o processo de aprendizado conjunto. Caso exista maior incidência, ou uma trajetória de crescimento no número de profissionais qualificados em uma região, se pressupõe que neste local existe um potencial de implementar políticas públicas que incentivem trocas de informações para maximizar o desempenho inovativo. Com base nessa ideia, a TABELA 11 demonstra os resultados obtidos para a aglomeração da qualificação profissional nas regiões do Brasil.

TABELA 11 – TAXA DE CRESCIMENTO DA QUALIFICAÇÃO POR REGIÃO NO SETOR DAS TICS

		Fundamental C+I	Médio C+I	Superior C+I	Mestrado	Doutorado
Norte	Transformação	-14,68%	-2,38%	0,76%	17,02%	-
	Serviços	-5,16%	4,93%	4,70%	23,12%	26,26%
	TICs	-7,76%	-0,29%	3,21%	19,77%	31,30%
Nordeste	Transformação	-14,56%	-3,79%	-0,17%	15,76%	-
	Serviços	-5,85%	4,07%	5,23%	40,68%	22,44%
	TICs	-6,19%	3,54%	5,12%	39,61%	22,44%
Sudeste	Transformação	-10,79%	-1,01%	1,76%	15,04%	9,45%
	Serviços	-10,15%	0,04%	5,54%	23,35%	5,90%
	TICs	-10,27%	-0,18%	5,25%	22,47%	6,12%
Sul	Transformação	-5,16%	0,34%	3,68%	14,03%	37,04%
	Serviços	-7,50%	1,29%	7,63%	27,23%	19,90%
	TICs	-7,01%	1,09%	7,22%	23,82%	21,39%
Centro-Oeste	Transformação	-7,80%	3,88%	7,29%	-	-
	Serviços	-9,15%	0,52%	5,21%	25,97%	19,51%
	TICs	-9,14%	0,56%	5,22%	26,01%	19,51%

FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019)

Em algumas observações os dados não foram possíveis de serem calculados por conta da inexistência do número de profissionais com as respectivas qualificações no período inicial (2006), impossibilitando o cálculo de modo homogêneo das taxas de crescimento.

Em termos gerais, a demanda por qualificação de ensino fundamental é decrescente em todas as regiões analisadas, tanto nas atividades de transformação como de serviços. Quanto à qualificação de ensino médio, existe um foco maior nas atividades de serviços dentro das regiões norte e nordeste, justamente as que apresentaram maior número de estabelecimentos destas atividades. A importância do ensino superior foi positiva em todas as regiões e atividades, excetuando a região nordestina, onde houve pequeno decréscimo nas atividades de transformação.

Quanto às qualificações de mestrado e doutorado, em termos regionais, é possível realizar algumas conclusões tendo como base os dados expostos anteriormente. Para a qualificação de mestrado, há uma maior importância na região nordestina, que por sua vez, foi a região com a maior taxa de crescimento do número de estabelecimentos e vínculos nas atividades de serviço. Conforme mencionado na análise geral da qualificação profissional, os dados indicam que a qualificação de mestrado possui uma importância relativa maior sobre estas atividades, e o caso do nordeste reforça essa hipótese. Já era possível observar que nessa região havia um

crescimento em atividades com um certo nível de intensidade de trabalho, assim sendo, o quadro de profissionais qualificados acaba tendo um impacto relevante nessa dinâmica. Deste modo, é possível concluir que a trajetória de desenvolvimento que está sendo implementada na região nordestina é compatível com os elementos determinantes do seu desempenho.

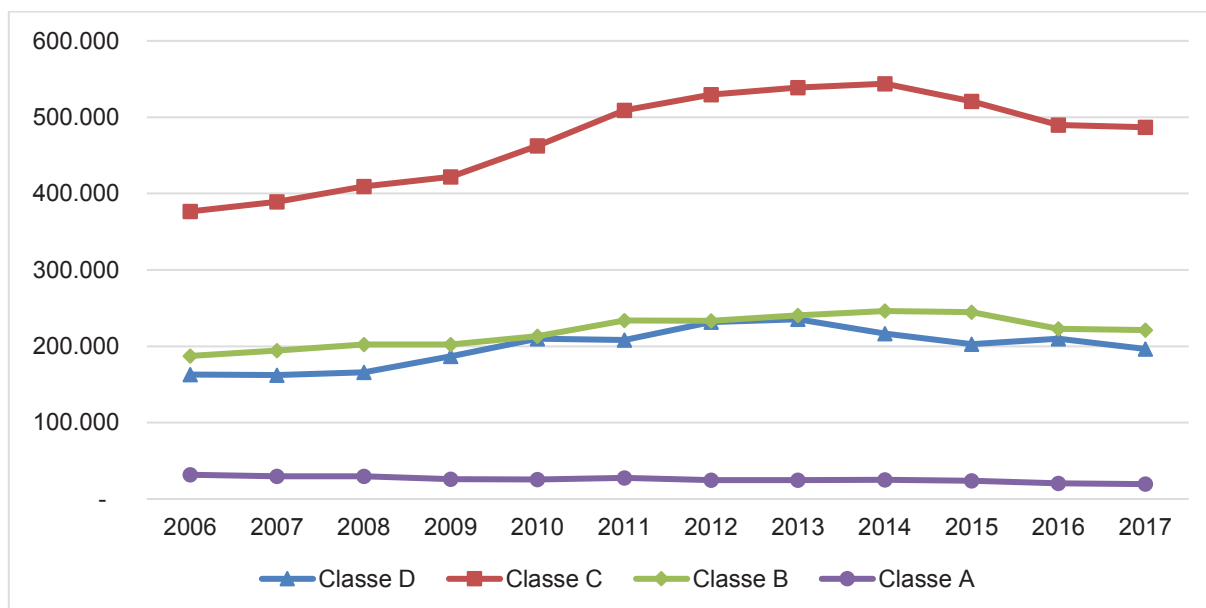
Para a transformação foi mencionado que tanto no número de estabelecimentos como de vínculos ativos havia um crescimento da região sul e centro-oeste. Com relação a esta última, os dados relacionados ao número de doutores demandados foram nulos, o que pode indicar a existência de atividades mais voltadas para o desenvolvimento de produtos com menor intensidade tecnológica. Para a região sul se identifica que a importância da qualificação de doutorado foi a principal nessa trajetória de crescimento. Esse fato pode ser um indício de que nessa região existem atividades com maior nível de sofisticação tecnológica e que demandam profissionais com uma base de conhecimento mais profunda. Assim como no caso observado da região nordestina, a região sul também mostra uma trajetória de desenvolvimento compatível com a necessidade de qualificação profissional.

5.1.4 Evolução da distribuição de renda do setor

A análise deste último indicador tem como objetivo demonstrar a evolução da renda dos funcionários. A motivação é a de que, em um setor onde a distribuição de renda cresce, podemos correlacionar esse fenômeno ao aumento de produtividade, incentivos à absorção de profissionais qualificados, além do impacto social da destinação de maiores salários para os funcionários. A análise de desempenho do SI não se estabelece apenas em critérios econômicos e produtivos, mas também é necessário um julgamento quanto aos impactos sociais e culturais que acabam sendo consequência de uma política implementada no setor em questão.

A partir dessa motivação, o GRÁFICO 26 demonstra a evolução da classe de renda dos trabalhadores para o setor das TICs.

GRÁFICO 26 – EVOLUÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE CLASSES DE RENDA DOS FUNCIONÁRIOS DO SETOR DAS TICS



FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

O GRÁFICO 26 demonstra existir três *clusters* de distribuição de renda. Os trabalhadores com maior renda, que são pertencentes à “Classe A”, são os de menor número. Esse é um caso que pode ser entendido com base no fato de que os trabalhadores mais qualificados (aqueles com algum nível de pós-graduação) estão em menor número. Todavia, diante de todo o período analisado, há uma retração no número de trabalhadores pertencentes a essa classe em um patamar de 38,60%, enquanto as análises a respeito da demanda por qualificação profissional sinalizavam para uma maior procura por pós-graduados. A diminuição no número de funcionários pertencentes à “Classe A” parece ser um impacto da crise de empregos a qual o país atravessa. Quando o desempenho é grande, há um excesso na oferta de mão de obra, que gera perda de poder de barganha do trabalhador, fazendo com que eles não sejam contratados por salários elevados, ou a promoção dos profissionais acabe ocorrendo de maneira mais lenta.

O segundo *cluster* de renda é formado por trabalhadores pertencentes às classes D e B. A evolução total do período foi de 20% e 18% respectivamente. Um sinal positivo desse quadro é que o número de trabalhadores pertencentes ao nível de menor renda é o segundo menor dentro do quadro total de funcionários. Para o caso de funcionários pertencentes à Classe B, se espera que eles possuam maior

nível de qualificação formal em relação às classes C e D e que exerçam funções importantes dentro da firma, mas que não sejam específicas às atividades que envolvem maior sofisticação científica e técnica. De todo modo, o resultado de elevação no quadro de funcionários pertencente a essa classe de renda transborda um efeito positivo à sociedade em relação ao impacto do setor das TICs.

O terceiro *cluster* é formado por funcionários com nível de renda intermediário-baixo (em comparação com os outros níveis), ou seja, aqueles que recebem entre 1,5 a 5 salários mínimos. Dentro dessa categoria pode existir dois grupos específicos de funcionários que variam de acordo com a função e qualificação. O primeiro grupo é composto por profissionais com escolaridade mínima de ensino superior, e recém contratados, que acabam ganhando salários compatíveis com o piso salarial de algumas graduações. O segundo grupo é compreendido pelos funcionários com menor nível de qualificação formal, mas que já atuam dentro da empresa por um período considerável, desenvolvendo intimidade com as rotinas de operação, tornando sua permanência atrativa para a firma e recebendo maiores salários por conta disto. A ascensão de 2006 a 2014, concomitante ao crescimento do número de estabelecimentos e funcionários, demonstra que a situação do primeiro grupo parece ser mais compatível com o contexto analisado.

Os impactos sociais do desenvolvimento do setor também devem ser visualizados de maneira desagregada com base nas atividades. Para isso, a TABELA 12 demonstra a taxa de crescimento dos profissionais pertencentes a cada classe de renda para as atividades do setor das TICs.

TABELA 12 – TAXA DE CRESCIMENTO DA DISTRIBUIÇÃO DE RENDIMENTOS MÉDIOS NO SETOR DAS TICs.

	Classe D	Classe C	Classe B	Classe A
Transformação	2,02%	-1,46%	-3,36%	-10,36%
Serviços	1,66%	3,31%	2,15%	-3,66%
TICs	1,70%	2,36%	1,53%	-4,34%

FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2019).

As taxas de decréscimo da distribuição de renda para as maiores classes é um efeito esperado se observado o contexto no qual a transformação é inserida no ambiente nacional. Durante o período, com um crescimento médio anual de 0,62% no

número de estabelecimentos, e com uma retração de 1,35% sobre o número de funcionários, a relação de empregabilidade sobre as atividades industriais passa de 46,31 empregos por firma em 2006 para 37,28 em 2017. Esse resultado demonstra que a produção na manufatura vem se tornando cada vez mais intensiva em capital físico em detrimento do humano. Somado a isso, a crise de empregos diminui ainda mais o poder de barganha do empregado, fazendo com que exista maior concentração de funcionários atuando por menores salários, o que intensifica a retração da Classe A.

As atividades de serviços, se analisadas de modo geral, demonstram crescimento anual no número de estabelecimentos de 1,65% e 2,45% para o número de empregados. Desta forma, a relação de empregabilidade por firma passou de 14,42 para 15,72, indicando leve aumento na intensidade de capital humano, que auxilia no entendimento do crescimento dos três níveis de renda D, C e B. A maior intensidade do crescimento da Classe C pode ser analisada considerando que a maior procura por funcionários ocorreu pelos serviços, e por aqueles com qualificação mínima de ensino superior, reforçando a ideia de que para esse grupo foram alocados os profissionais recém contratados. A retração no número de profissionais pertencentes à Classe A pode ser resultado tanto da diminuição das atividades inovativas, como perda do poder de barganha dos trabalhadores. Por conta de haver crescimento na intensidade da procura de profissionais com qualificação de mestrado, a segunda hipótese acaba sendo mais apropriada, porém, necessita de maiores investigações.

O resultado geral das TICs sofre viés do resultado dos serviços, que acabam tendo maior participação sobre o setor no país. Como mencionado anteriormente, o crescimento anual dos estabelecimentos é inferior ao do número de vínculos ativos, sendo 1,58% e 1,85% respectivamente. A relação de empregabilidade por firma passa de 16,50 em 2006 para 16,99 em 2017, representando uma simbólica elevação na intensidade de capital humano.

Em síntese, o sistema produtivo do setor demonstra priorização pelas atividades de serviço que acabaram se beneficiando pelo movimento de terceirização de algumas dessas atividades pelas multinacionais, conforme mencionado por Marconini (2012). Os efeitos desse movimento foi um crescimento do número de microempresas, possivelmente em busca de absorver oportunidades desse evento, mas com uma intensificação nas atividades de grandes empresas, que elevaram a procura por profissionais, principalmente aqueles com maiores níveis de qualificação

formal. Do ponto de vista da distribuição regional das atividades, a região sudeste ainda apresenta um domínio expressivo, porém, com sinalizações positivas das demais regiões, onde o norte e nordeste demonstram avanços sobre os serviços, enquanto sul e centro-oeste crescem na transformação. Sobre o prisma da geração de renda, as atividades de serviços vêm se tornando mais intensivas em capital humano, o que influencia no crescimento na distribuição de renda, principalmente alocado sobre a Classe C. A transformação demonstra resultado contrário, se tornando mais intensiva em capital físico, e empregando mais funcionários sobre o menor nível de renda.

A partir da abordagem de SI, o sistema produtivo permite a elaboração de políticas para incentivar relacionamentos no setor. Em geral, durante todo o horizonte analisado crescem o número de firmas e de vínculos, o que sinaliza para um reconhecimento de oportunidades econômicas associadas ao setor por parte dos agentes produtivos. O crescimento no número de firmas também permite supor que os elementos expostos por Malerba (2004), de acessibilidade e oportunidade tecnológica, podem ser incorporados por um grande número de firmas, diminuindo a concentração industrial, e facilitando a construção de colaborações científicas e tecnológicas. Fator determinante para a eficiência e produtividade destes relacionamentos é a promoção de funcionários bem qualificados, como é possível ser observado no setor. Com crescimento intensivo nas escolaridades de ensino superior e níveis de pós-graduação, a construção destes vínculos podem proporcionar maiores benefícios para os relacionamentos bilaterais de incrementar a capacidade de desenvolver inovações.

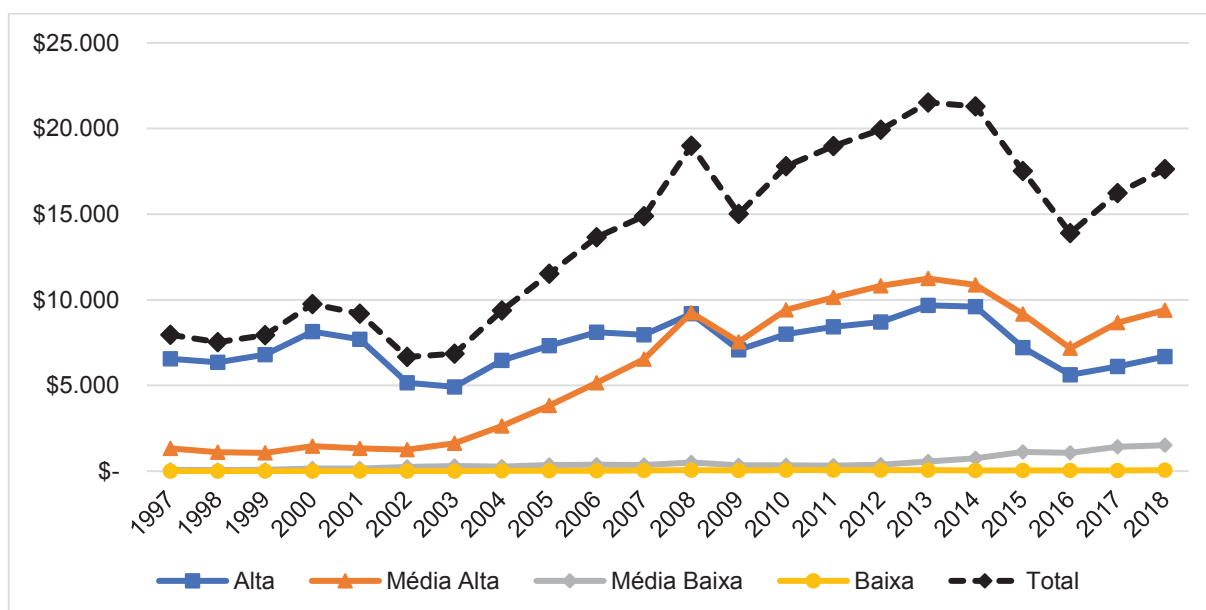
5.2 AVALIAÇÃO DA COMPETITIVIDADE NACIONAL NO SETOR DAS TICS

O objetivo dessa seção é avaliar o comportamento comercial e a capacidade competitiva do Brasil frente a países aglomerados em função dos quartis da classificação do IDI. A justificativa é a de que, após as considerações relacionadas à infraestrutura produtiva do setor, é preciso avaliar se as trajetórias de priorização pelas atividades de serviços, e os esforços de qualificação profissional, estão gerando impactos sobre o comportamento do saldo comercial, que pode servir de instrumento para mensurar o desempenho competitivo do país.

5.2.1.1 Relações comerciais por grupos de conectividade

O GRÁFICO 27 demonstra a importação (em milhões de dólares) de TICs, ajustada pelo índice de termos de troca (2006 como ano base), pelo Brasil com a origem dos produtos segregada de acordo com os grupos de países.

GRÁFICO 27 – IMPORTAÇÃO DE TICs EM MILHÕES DE DÓLARES.



FONTE: Secretaria de Comércio Exterior (2019).

O comportamento das importações de TICs (tanto transformação como serviços) demonstra uma trajetória de ascensão durante o período analisado. As exceções são decorrência do período pós crise de 2008, e o período entre 2013 a 2016, quando houveram sucessivas desvalorizações do real frente ao dólar, passando de R\$1,95 em 2012 para R\$3,49 em 2016. A distribuição das importações em respeito às atividades demonstra um predomínio considerável da transformação, sendo responsável por uma média de 98,05% dos valores, com 1,95% atribuível aos serviços.

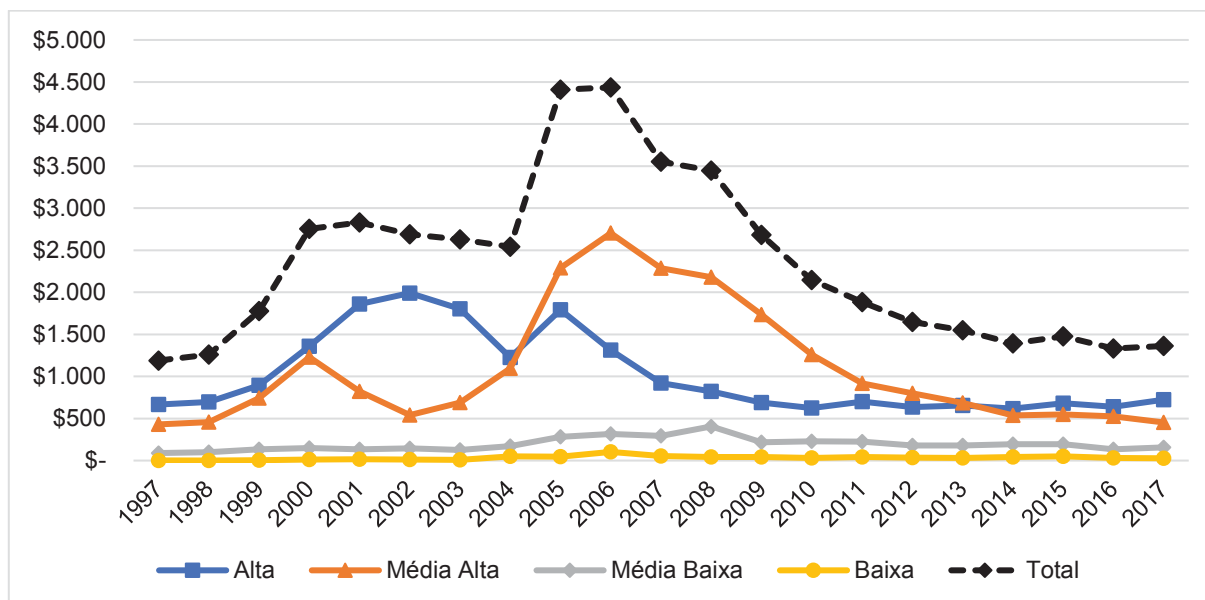
Em respeito aos grupos de países selecionados, desde 2008 as importações são originárias de países com média-alta conectividade, com a China sendo

responsável por 31,81% das importações referentes a todos os anos.³¹ Seguindo a classificação dos países mais participativos na cesta de importação brasileira, o Estados Unidos foi responsável por 16,49%, seguido pelo Coréia do Sul com 11,79%. Os países de cada grupo que foram mais participativos nas relações comerciais foram: Estados Unidos (31,53%), China (72,36%), Filipinas (34,41%) e Índia (97,57%).

Em síntese, as importações brasileiras no setor das TICs priorizam manufaturados produzidos em países tradicionais do setor, que podem ser considerados os de maior nível de sofisticação tecnológica. A relação de importação com a China demonstra o crescimento deste país em relação à fronteira tecnológica, pois, se até 2007 o Brasil importava em volumes expressivos de países pertencentes apenas do grupo de alta conectividade, a ascensão chinesa demonstra a capacidade competitiva deste país frente aos demais.

O GRÁFICO 28 demonstra a mesma comparação, mas com relação às exportações.

GRÁFICO 28 – EXPORTAÇÃO DE TICS EM MILHÕES DE DÓLARES



FONTE: Secretaria de Comércio Exterior (2019).

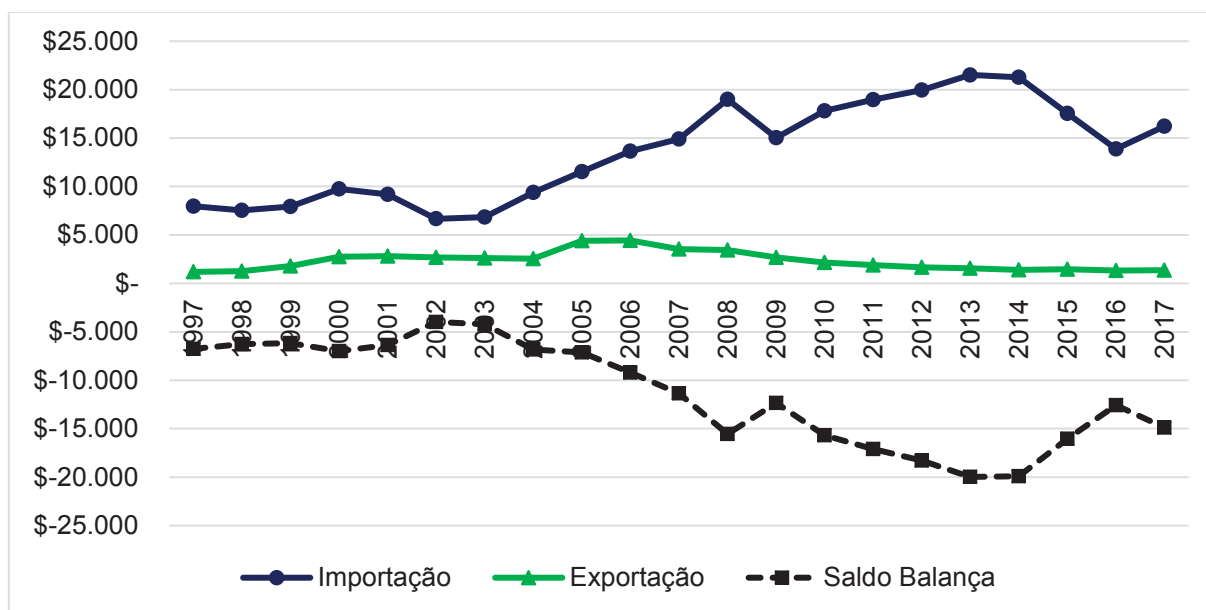
³¹ O cálculo para esse indicador foi realizado mediante o somatório das importações originárias da China, dividido pelo somatório das importações providas de todos os grupos de países de 1997 a 2018.

As exportações expressam a perda de competitividade brasileira em relação ao comércio internacional de TICs. Muito embora o período de 1997 a 2006 demonstre um resultado de crescimento das exportações, estas se encontram em queda constante desde 2006, com exceção do ano de 2015. A participação de cada atividade sobre as exportações do setor segue a distribuição das importações, com uma média de 97,69% de transformação e 2,31% de serviços. Os resultados conjuntos sobre a representatividade ressaltam o protagonismo dos produtos manufaturados no comércio internacional.

A priorização das exportações brasileiras sofreu certa volatilidade durante o período, havendo um predomínio dos de alta conectividade entre 1997 a 2004, alternando para os de média-alta entre 2005 a 2013, e retornando aos de alta conectividade. Os Estados Unidos é o principal destino das exportações brasileiras, representando 27,53% do total. Os outros dois países que mais demandam produtos brasileiros são a Argentina com 23,12% e Venezuela com 6,14%. Os principais destinos relativos a cada grupo são: Estados Unidos (63,38%), Argentina (49,66%), Equador (15,67%) e Angola (39,48%).

O resultado das exportações brasileiras elucida a falta de competitividade considerando as taxas constantes de decaimento em um período relativamente longo. Os principais destinos acabam sendo os Estados Unidos, país que pode ser considerado como um parceiro comercial tradicional, e países da América do Sul, representados por Argentina, Venezuela, Chile e Equador. Somado ao resultado exposto pelo GRÁFICO 27, é notável a deterioração da balança comercial brasileira neste setor, e para aprofundar a análise, o GRÁFICO 29 expõe o comparativo.

GRÁFICO 29 – SALDO DA BALANÇA COMERCIAL DE TICs EM MILHÕES DE DÓLARES



FONTE: Secretaria de Comércio Exterior (2019).

O resultado brasileiro sobre o comércio das TICs expõe a fragilidade da competição nesse setor, onde durante todo o período analisado, o déficit comercial esteve presente. Também é possível analisar que, comparando a magnitude dos valores de importação e exportação, as flutuações desta são inexpressíveis se comparadas com aquela. O efeito é que os resultados de menor agravamento do saldo comercial são mais atribuíveis à diminuição das importações do que ao crescimento das exportações. E sobre aquelas, já foi mencionada a relação com a taxa de câmbio frente ao dólar, onde menores volumes de importações ocorreram em períodos marcados pela desvalorização do real.

5.2.2 Mensurando o desempenho por intermédio do índice de competitividade

Após as análises referentes ao comportamento comercial do Brasil com os países pertencentes à classificação do IDI, se busca avaliar o desempenho competitivo comparando a exportação e importação para cada grupo, em função das atividades de transformação e serviços, durante todo o período analisado. O objetivo é encontrar os mercados em que o Brasil acaba tendo maior inserção comercial, e conseqüentemente, capacidade competitiva. A TABELA 13 demonstra o índice de

competitividade associado às atividades de transformação, serviços e para o setor das TICs.

TABELA 13 – ÍNDICE DE COMPETITIVIDADE POR ATIVIDADE E PELO SETOR DAS TICS COM OS GRUPOS DE PAÍSES

	Transformação				Serviços				TICs			
	Alta	M. Alta	M. Baixa	Baixa	Alta	M. Alta	M. Baixa	Baixa	Alta	M. Alta	M. Baixa	Baixa
1997	0,10	0,35	1,27	0,59	0,09	0,07	0,92	25,55	0,10	0,32	1,26	0,78
1998	0,11	0,47	1,63	1,00	0,14	0,07	1,01	3,17	0,11	0,41	1,62	1,16
1999	0,13	0,76	1,60	1,97	0,25	0,13	2,23	2,31	0,13	0,70	1,61	1,97
2000	0,17	0,89	1,01	2,08	0,19	0,16	0,57	10,21	0,17	0,85	1,00	2,13
2001	0,24	0,64	0,88	2,84	0,16	0,16	0,23	11,59	0,24	0,62	0,85	2,94
2002	0,40	0,43	0,64	1,93	0,12	0,35	0,21	13,66	0,39	0,43	0,61	2,11
2003	0,37	0,42	0,42	0,92	0,42	0,59	0,75	95,77	0,37	0,42	0,42	1,08
2004	0,19	0,41	0,64	3,94	0,52	0,65	6,16	54,54	0,19	0,42	0,66	4,14
2005	0,24	0,60	0,76	3,04	0,47	0,84	3,70	92,10	0,24	0,60	0,77	3,44
2006	0,16	0,52	0,84	5,08	0,44	0,84	2,90	23,10	0,16	0,52	0,85	5,27
2007	0,11	0,35	0,81	1,31	0,24	0,34	1,46	0,88	0,12	0,35	0,81	1,25
2008	0,09	0,24	0,79	0,74	0,16	0,27	1,51	1,84	0,09	0,24	0,80	0,81
2009	0,10	0,23	0,64	1,16	0,15	0,20	0,43	0,44	0,10	0,23	0,64	1,00
2010	0,08	0,13	0,68	0,64	0,13	0,17	0,38	0,26	0,08	0,13	0,67	0,57
2011	0,08	0,09	0,74	0,86	0,12	0,07	0,26	0,16	0,08	0,09	0,71	0,63
2012	0,07	0,07	0,49	0,63	0,11	0,09	0,33	0,41	0,07	0,07	0,48	0,58
2013	0,07	0,06	0,33	0,79	0,09	0,09	0,25	0,26	0,07	0,06	0,32	0,66
2014	0,06	0,05	0,25	1,18	0,10	0,14	0,64	0,41	0,06	0,05	0,26	0,95
2015	0,09	0,06	0,17	1,47	0,12	0,12	0,90	0,94	0,09	0,06	0,17	1,37
2016	0,11	0,07	0,12	0,95	0,23	0,27	2,19	0,46	0,11	0,07	0,13	0,87
2017	0,12	0,05	0,10	0,74	0,13	0,48	4,48	0,40	0,12	0,05	0,11	0,70
Média	0,15	0,33	0,71	1,61	0,21	0,29	1,50	16,12	0,15	0,32	0,70	1,64

FONTE: Secretaria de Comércio Exterior (2019)

Sobre as atividades de transformação o Brasil manifestou a capacidade de competir com os grupos de países de média-baixa e baixa conectividade durante alguns anos. Para estes, a média aritmética expressa que a competitividade foi mais duradoura, contudo, nos últimos anos, o índice evidencia a perda de desempenho, sendo inferior ao valor 1 para 2016 e 2017. O relacionamento com os países de média-baixa conectividade demonstra que no final do século passado o Brasil tinha maior nível de competitividade, sendo deteriorada com o passar dos anos. O resultado com os países de alta e média-alta conectividade pode ser considerado como esperado, visto a existência de maior infraestrutura tecnológica, além de possuírem como membros a China e os Estados Unidos, os quais originam a maioria das importações brasileiras.

As atividades de serviços acabam sendo relativamente mais competitivas do que as de transformação, considerando que as médias dessas são superiores às daquelas, com exceção do grupo de média-alta conectividade. Para os países pertencentes aos grupos de média-baixa e baixa conectividade, o desempenho brasileiro foi satisfatório quando visto em relação à média do índice para todo o período. Para estes, o desempenho vem sendo contestado desde 2009, enquanto para aqueles, o desempenho tem melhorado de forma constante desde 2013. Assim como no caso do relacionamento com os de média-baixa conectividade, a relação com os de média-alta demonstram sinais positivos, visto que entre 2015 a 2017 o índice se encontra em crescimento, estando no patamar máximo desde 2007. É importante lembrar que os resultados positivos em relação à competitividade podem ser mais atribuíveis à queda das importações do que crescimento das exportações, conforme mencionado sobre o GRÁFICO 27 e GRÁFICO 28.

O resultado geral do setor denuncia a incapacidade do país em competir com nações mais desenvolvidas, gozando apenas das oportunidades que surgem nos países menos desenvolvidos, associados ao grupo de baixa conectividade. Contudo, observando os valores dos últimos anos, o Brasil demonstra perda de competitividade com todos os grupos, visto que, excetuando o ano de 2015, o país só demonstraria capacidade competitiva em 2007, novamente com o grupo de baixa conectividade. Esse desempenho das TICs é enviesado por conta da elevada participação da atividade de transformação sobre o comércio internacional, e mediante os dados expostos, o país possui menor capacidade competitiva sobre estas atividades do que se comparado com as de serviço.

5.3 CONCLUSÃO

Os objetivos propostos para este capítulo foram elucidar as características do sistema produtivo e a capacidade competitiva brasileira no setor das TICs. A justificativa esteve fundamentada na visualização de que os agentes produtivos são os atores-chaves em um SI, e por consequência, considerar as respectivas características e a trajetória histórica de competitividade neste setor são elementos que permitem aos formuladores de políticas uma visualização mais precisa sobre a estrutura e o desempenho nacional.

Os resultados apontam para uma tendência de crescimento de firmas e empregos no setor, com maior participação das atividades de serviços, e concentrados na região sudeste. Embora a concentração reflita a situação atual, as taxas de crescimento supõem uma evolução mais intensiva dos serviços nas regiões norte e nordeste, e da transformação nas regiões sul e centro-oeste. Um elemento central do sistema produtivo é o crescimento da demanda por profissionais mais qualificados, que impacta diretamente na operacionalização de um SI sobre o prisma da troca de informações, absorção de conhecimentos externos e a introdução e difusão destes no ambiente interno da firma. A distribuição de renda também impõe resultados otimistas considerando elevação de todas as classes, com exceção da A, o que pode ser entendido a partir da crise vigente, diminuindo o poder de barganha do trabalhador. Em geral, o quadro produtivo vigente sustenta a implementação de políticas voltadas para encorajar o processo inovativo, visto o crescimento no número de estabelecimentos para constituir a rede, além da maior formação intelectual dos funcionários.

A capacidade competitiva do país demonstrou ser preocupante, considerando a baixa inserção em mercados mais competitivos, como naqueles associados à alta e média-alta conectividade. Em geral, o superávit comercial brasileiro sobre o setor das TICs ocorre apenas nos países de baixa conectividade, sendo que nas atividades de serviço é possível visualizar penetração nos mercados de média-baixa conectividade. Tomando a inovação como o critério central para o desempenho competitivo, o resultado brasileiro denota a baixa capacidade nacional correspondente a este processo, o que fortalece a necessidade de estabelecer uma política sistêmica de inovação para o setor.

Se em termos gerais os resultados de competitividade sinalizam para a inexistência de um SSITICs consolidado, as características do sistema produtivo impõem um ambiente minimamente compatível com a iniciativa de buscar constituir um SI. A natureza dinâmica do setor reflete em uma situação onde a entrada de novas empresas é recorrente, e por conta disso, existem inúmeras oportunidades que podem ser aproveitadas. Visto o crescimento do número de firmas do setor, com uma especialização sobre as atividades de serviços, o sistema produtivo brasileiro se demonstra capaz de sustentar a elaboração de políticas industriais visando incrementar a produção nacional. Sobre a ótica inovativa, a trajetória de qualificação da mão de obra nacional é outro elemento positivo tendo em vista a capacidade

colaborativa e de absorção de conhecimento externos. Contudo, longe de serem os únicos agentes capazes de sustentar esta política, outros participantes são fundamentais para incrementar o processo inovativo, que são vistos na sequência.

6 INFRAESTRUTURA CIENTÍFICA DO SETOR DAS TICS: A FUNDAMENTAÇÃO DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Após a consideração da necessidade da infraestrutura científica para dar sustento à operacionalização de um SI, o objetivo deste capítulo é demonstrar o relacionamento das instituições de ensino superior com a promoção de pesquisa e inovação para o setor das TICs. A exposição permeia a evolução do número de grupos e linhas de pesquisa vinculadas ao setor, o número de publicações científicas em periódicos nacionais e internacionais, e os depósitos de patentes do tipo de invenção e programas de computador promovidos por essas instituições. A finalidade é elucidar o quadro da sustentação científica presente no SSITICs do Brasil. Com uma justificativa similar ao capítulo anterior, a visualização das tendências e características associadas à infraestrutura científica permite considerar se os atores produtivos estão sendo sustentados por uma trajetória de pesquisa compatível, além de proporcionar maiores insumos para a elaboração de políticas visando alavancar o desempenho inovativo.

A organização do capítulo ocorre da seguinte maneira: na primeira seção é exposta a evolução dos grupos e linhas de pesquisa para as atividades de transformação e serviços, na seção dois é apresentado o comportamento das publicações nacionais e internacionais na grande área correspondente ao setor das TICs, na seção subsequente é introduzida a participação das instituições de ensino superior sobre os depósitos de patente, e por fim, na última seção são realizadas as conclusões.

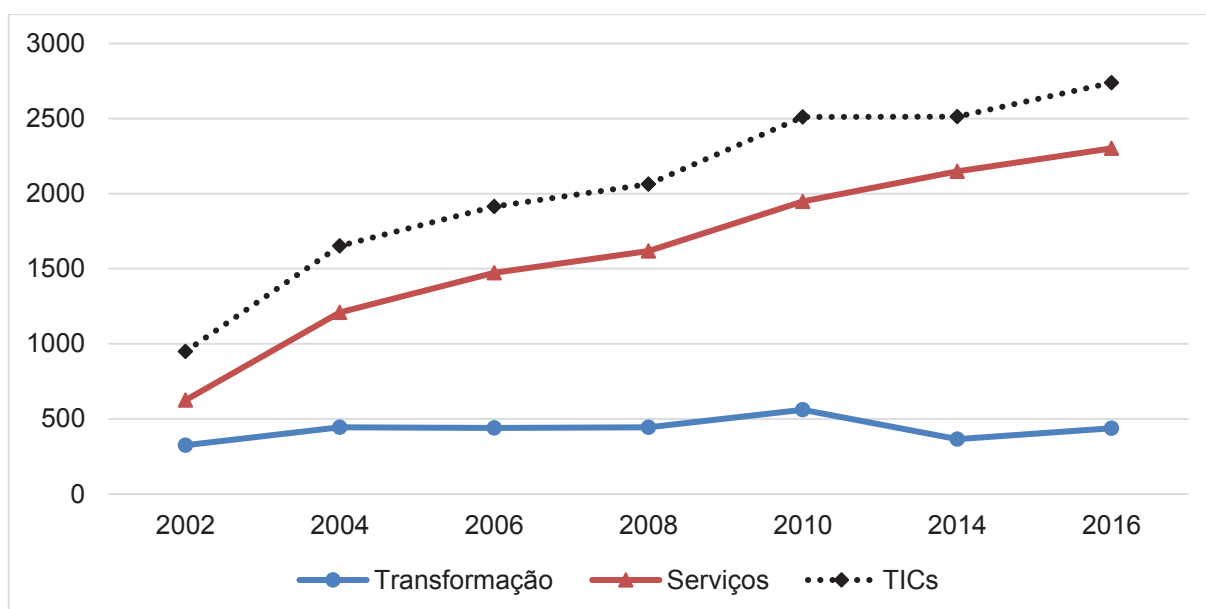
6.1 GRUPOS E LINHAS DE PESQUISA VINCULADOS AO DIRETÓRIO DOS GRUPOS DE PESQUISA

Os dados que são apresentados em sequência acerca dos grupos e linhas de pesquisa proporcionam duas informações centrais. A primeira decorre de avaliar se a infraestrutura científica é compatível com o quadro produtivo estabelecido no capítulo cinco, onde as atividades de serviços são as protagonistas. A segunda aprofunda a análise com base na maior desagregação vinculada às divisões da CNAE 2.0, gerando insumos para a elaboração de políticas mais específicas para o desenvolvimento do setor.

6.1.1 Evolução das pesquisas vinculadas à manufatura e serviços

A justificativa para a separação dos grupos e das linhas de pesquisa por atividade é identificar a compatibilidade do exercício científico no país, presente nas universidades, com a trajetória de priorização produtiva dos serviços, identificada no capítulo anterior, que vem sendo consolidada no país. Desta forma, o GRÁFICO 30 demonstra a evolução do número de grupos de pesquisa.

GRÁFICO 30 – DISTRIBUIÇÃO DOS GRUPOS DE PESQUISA SOBRE AS ATIVIDADES DE TRANSFORMAÇÃO E SERVIÇOS DO SETOR DAS TICS

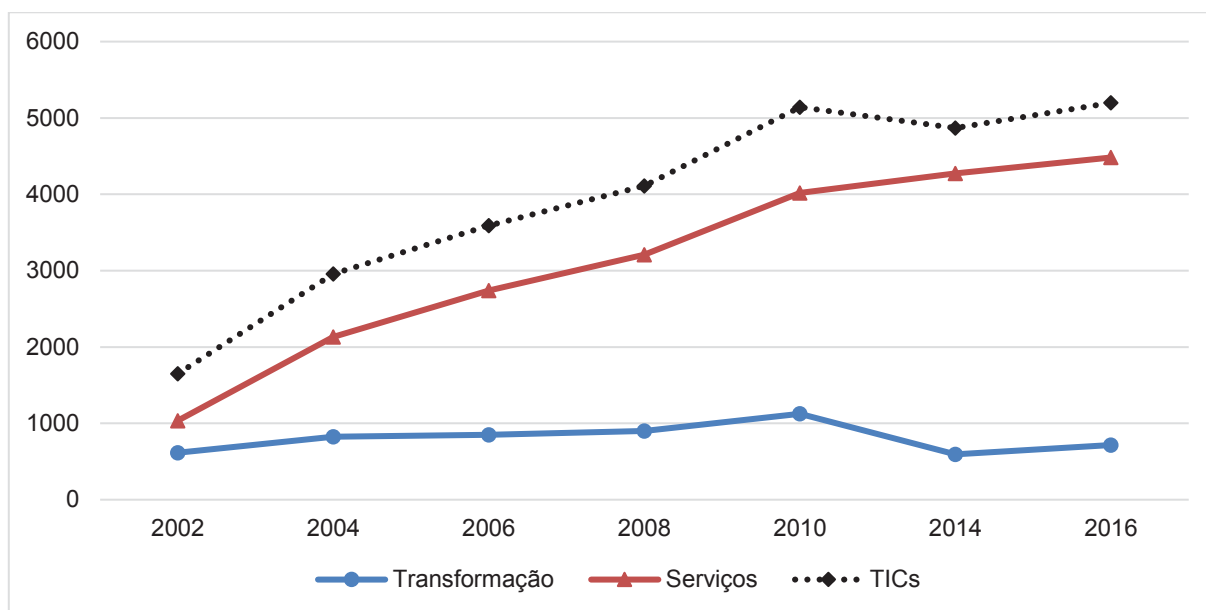


FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa (2019).

O comportamento do GRÁFICO 30 expõe a priorização dos grupos sobre as atividades de serviços, o que é compatível com as características do setor produtivo. Desde o primeiro período observado ocorre um crescimento expressivo no número de grupos relacionados às atividades de serviço a uma taxa de 9,78% ao ano, enquanto os vinculados à transformação crescem 2,14%. À luz disto, a representatividade dos grupos associados aos serviços passou de 65,79% para 84,05%, enfatizando a priorização.

O GRÁFICO 31 busca identificar a evolução sobre as linhas de pesquisa, considerando que os grupos podem realizar pesquisas sobre mais de um assunto específico, podendo representar a produtividade científica destes.

GRÁFICO 31 – DISTRIBUIÇÃO DAS LINHAS DE PESQUISA SOBRE AS ATIVIDADES DE TRANSFORMAÇÃO E SERVIÇOS DO SETOR DAS TICS



FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa (2019).

O comportamento do GRÁFICO 31 é semelhante ao GRÁFICO 30, considerando que a relação de grupos por linha passou 1,73 para 1,89. Visualizado o comportamento das atividades segregadas, os grupos vinculados à transformação tinham, em média, 1,88 linha de pesquisa e passaram para 1,63. No caso das pesquisas de serviços, o comportamento foi o contrário, aumentando de 1,65 para 1,94. Esse resultado pode ser um indicativo, mesmo que pouco expressivo, de que sobre as atividades de transformação a tendência foi de domínio sobre linhas específicas, enquanto que para os serviços houve uma ampliação do escopo de pesquisa. Em termos do crescimento anual médio de ambos, as linhas de transformação cresceram 1,10%, enquanto os serviços demonstraram crescimento de 11,03%. A representatividade destes passou de 62,79% em 2002 para 86,23% em 2016.

Em síntese, o comportamento de priorização das atividades científicas vinculadas aos serviços é compatível com a evolução do quadro produtivo das TICs.

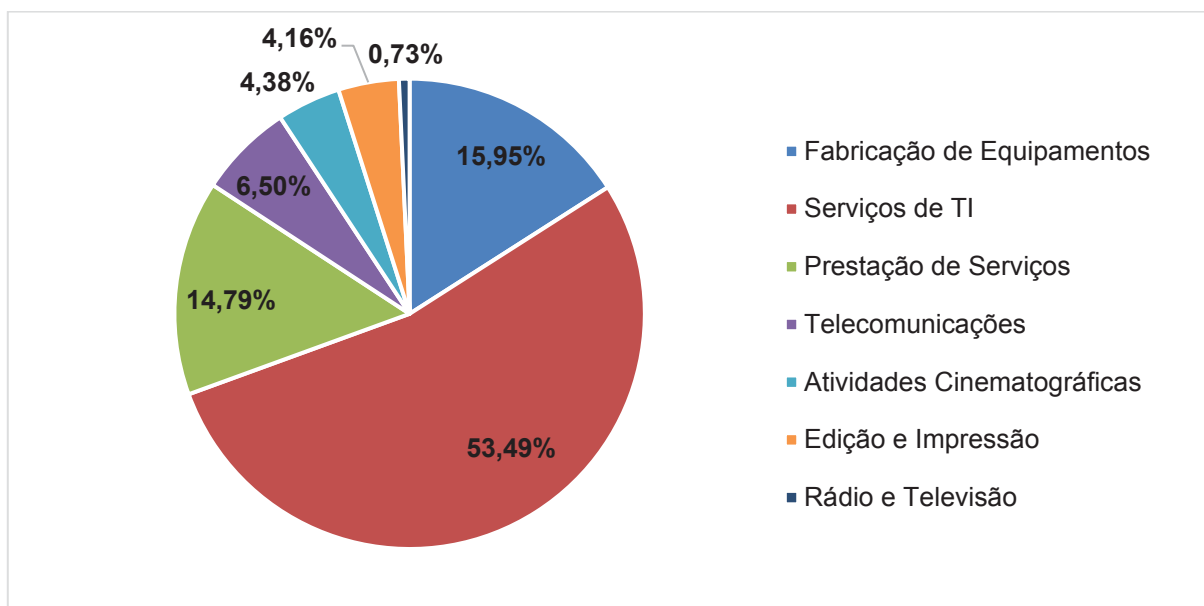
Uma possível explicação deste resultado é a de que as atividades de pesquisa vinculadas aos serviços acabam tendo maior acesso sobre as tecnologias essenciais para a produção de conhecimento na área (computador e internet). Somado a isto o fato de que o dinamismo das TICs permite que o escopo de atuação referente aos serviços seja maior, ampliando as possibilidades de pesquisa.

6.1.2 Distribuição das classes sobre nos grupos e linhas de pesquisa mais recentes

A identificação do predomínio das atividades de serviço pode ter como efeito uma retração substantiva da capacidade do país de gerar inovações sobre os bens da transformação, que por sua vez, são os produtos mais participativos no comércio internacional, visto o debate construído no capítulo anterior. Diante disso, a justificativa para analisar a representatividade das divisões CNAE é identificar quais são as atividades com menor nível de agregação que estão sendo mais enfatizadas pela dinâmica científica das universidades.

Assim como na ilustração dos dados explicativos sobre a diferenciação das atividades de transformação e serviços, também são expostos o comportamento para os grupos e linhas de pesquisa. O GRÁFICO 32 demonstra a representatividade das divisões sobre a atividade científica das universidades no país.

GRÁFICO 32 – REPRESENTATIVIDADE DAS DIVISÕES CNAE SOBRE OS GRUPOS DE PESQUISA EM 2016



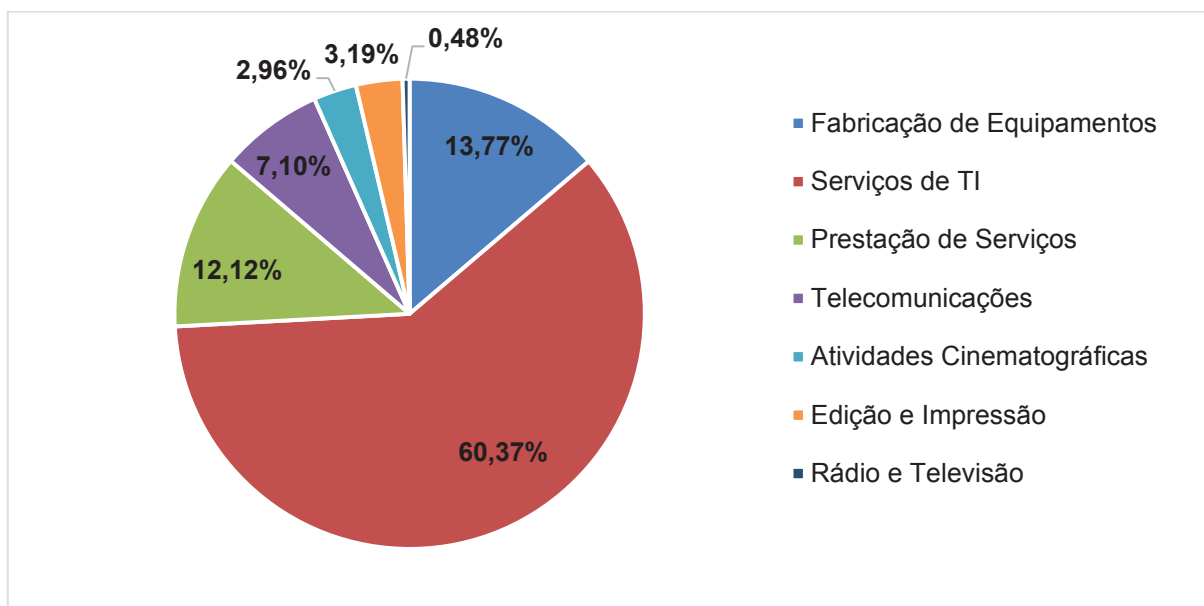
FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa (2019).

Existem três divisões que acabam sendo mais impactadas pelas atividades científicas dos grupos de pesquisa. Os “serviços de TI” são representados pelos processos de consultoria em tecnologias da informação (TI), suporte técnico e desenvolvimento e licenciamento de programas. A “fabricação de equipamentos” denota as atividades de transformação, onde são produzidos componentes eletrônicos, de informática, comunicação, entre outros. Em terceiro lugar, a “prestação de serviços” corresponde às atividades de tratamento de dados, hospedagem na internet e etc.

Embora a participação da transformação tenha sido enfraquecida com o decorrer dos anos, ela ainda representa a segunda divisão que mais possui grupos de pesquisa vinculados. Perde apenas para as atividades de serviços de tecnologia da informação que representam as tarefas de desenvolvimento de programas, que acabam não estabelecendo fortes barreiras à entrada, e que são mais acessíveis pelos laboratórios de programação dentro das universidades.

A fim de demonstrar a profundidade das pesquisas que ocorrem dentro dos grupos, o GRÁFICO 33 demonstra a participação das divisões sobre as linhas de pesquisa.

GRÁFICO 33 – REPRESENTATIVIDADE DAS DIVISÕES CNAE SOBRE AS LINHAS DE PESQUISA EM 2016



FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa (2019).

Em geral, a ordem de representatividade não foi alterada em comparação com o GRÁFICO 32, com exceção das divisões de “edição e impressão” com a de “atividades cinematográficas”. A divisão de “serviços de TI” apresenta uma expansão significativa de representatividade sobre as linhas de pesquisa, o que é entendível a partir do pressuposto de que sobre essas atividades, além de existir maior facilidade de acesso às tecnologias que influenciam no desenvolvimento de novas aplicações, as oportunidades de desenvolvimento científico e de novas aplicações permitem um maior escopo de intervenção.

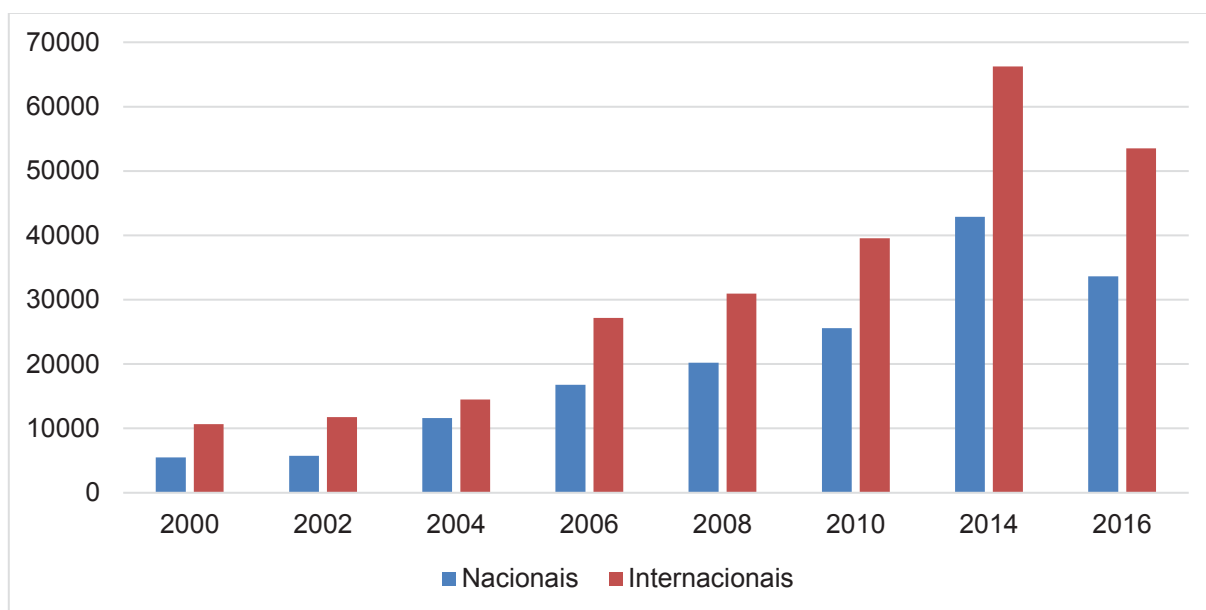
Resumindo as observações referentes a representatividade das divisões CNAE sobre o quadro dos grupos e linhas de pesquisa, o comportamento é novamente compatível com o contexto histórico e produtivo do segmento das TICs no país. As atividades vinculadas ao desenvolvimento de *software*, que desempenharam papel determinante para o crescimento do segmento na Índia (ARORA e ATHREYE, 2002), e cujo papel das firmas brasileiras foi fortalecido no período recente (MARCONINI, 2012), acabam sendo as mais representativas. Todavia, embora os serviços demonstrem crescimento nas atividades produtivas e científicas, sobre as últimas, os grupos e linhas de pesquisa vinculados à transformação ainda são

relevantes, o que permite a interpretação de que o país possui potencial de implementação política para o desenvolvimento desta atividade.

6.2 EVOLUÇÃO DAS PUBLICAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS DA ÁREA DE ENGENHARIA E COMPUTAÇÃO

Sustentado pelas contribuições de Cohen et al. (2002) e Pinho (2011), que apontam para a importância das publicações e relatórios como as formas de interação mais relevantes para as empresas, o objetivo dessa exposição é demonstrar a capacidade dos grupos de desenvolver trabalhos publicados em periódicos nacionais e internacionais. O GRÁFICO 34 demonstra a evolução de ambas publicações para a grande área de Engenharias e Computação fornecidas pelo DGP.

GRÁFICO 34 – NÚMERO DE PUBLICAÇÕES NACIONAIS E INTERNACIONAIS CORRESPONDENTES À GRANDE ÁREA DE ENGENHARIAS E COMPUTAÇÃO



FONTE: Diretório de Grupos de Pesquisa (2019).

Embora os dados não sejam exclusivos das áreas correspondentes ao setor das TICs, as informações adquiridas podem fornecer tendências mínimas a respeito da evolução da produtividade científica. O crescimento no número de publicações é compatível com o crescimento geral dos grupos e linhas de pesquisa, o que permite

que os resultados possam ser interpretados com base no aumento de desempenho da área vinculada ao setor das TICs.

Em termos gerais, é possível apontar a predominância de publicações internacionais em detrimento das nacionais. Esse resultado pode indicar que os avanços nas áreas acabam tendo mais significância internacional, permitindo que as publicações ocorram em maior intensidade nos periódicos estrangeiros. Contudo, a taxa média de crescimento das publicações é ligeiramente superior para as nacionais, com 12% em comparação ao crescimento de 10,62% ao ano das internacionais, o que implica que, no limite, há uma tendência de concentração em periódicos nacionais. A queda do número de publicações de 2014 para 2016 não pode ser interpretada a partir da comparação com a evolução dos grupos e linhas de pesquisa, considerando que estas cresceram no mesmo período. Acessando os dados disponibilizados pelo DGP/CNPq, todas as grandes áreas tiveram decaimento no número de publicações internacionais e nacionais durante este período, o que implica em uma falta de exclusividade da área de engenharias e computação. Deste modo, uma investigação mais profunda é recomendada para entender quais foram os fatores responsáveis por esta queda, contudo, em termos gerais, o resultado ainda é superior às observações do ano de 2010, reforçando o crescimento recente.

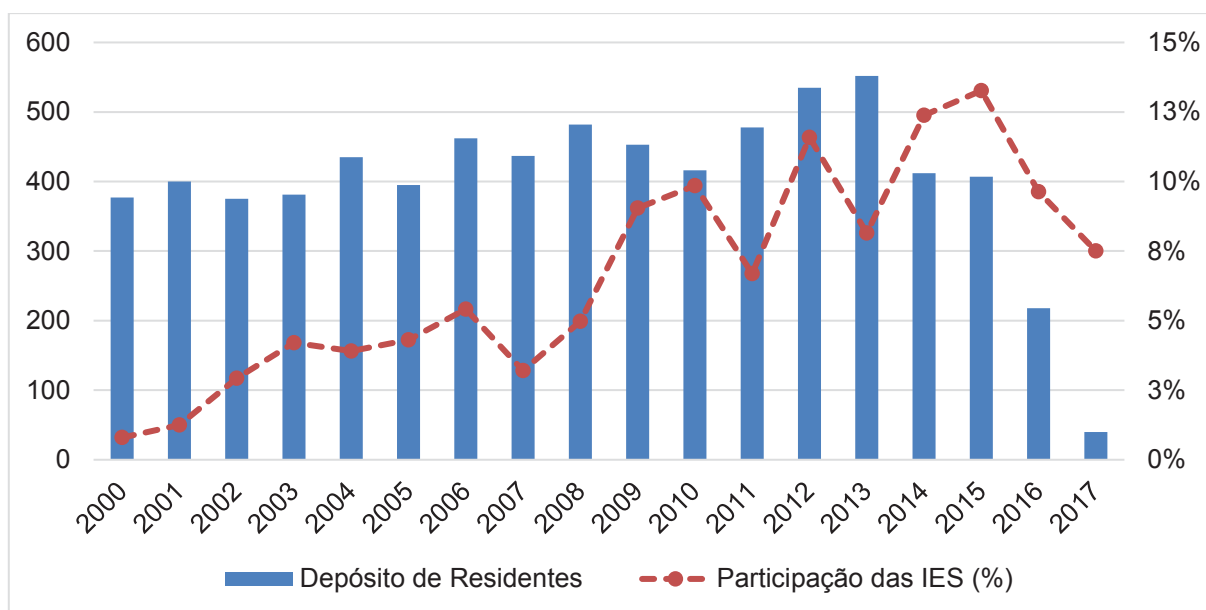
Em síntese, sobre o prisma das contribuições das publicações e relatórios para o benefício do setor produtivo, o setor das TICs demonstra resultados positivos sobre a ótica das instituições científicas. Contudo, apenas o aumento do número de publicações não transborda benefícios diretos ao setor produtivo, ainda sendo necessário o estabelecimento de conexões próximas entre ambos para que os avanços, baseados nas novas descobertas, sejam incorporados e aproveitados por todos os agentes.

6.3 PATENTES VINCULADAS ÀS INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR

Embora os dados vinculados ao número de grupos e linhas de pesquisa e de publicações exponham a infraestrutura e inserção científica presente nas universidades brasileiras, eles não representam diretamente a produtividade em termos de geração de inovação para o país. Deste modo, essa seção busca identificar o comportamento das Instituições de Ensino Superior (IES) com relação aos depósitos de patentes.

A fim de expor a representatividade das IES sobre os depósitos de patentes no setor de engenharia elétrica e eletrônica, o GRÁFICO 36 demonstra o comportamento geral dos depósitos de residentes e a representatividade dos institutos.

GRÁFICO 35 – EVOLUÇÃO DOS DEPÓSITOS DE PATENTES DE INVENÇÃO POR RESIDENTES, E A PARTICIPAÇÃO DAS IES SOBRE O TOTAL NO SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA



FONTE: Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (2019)

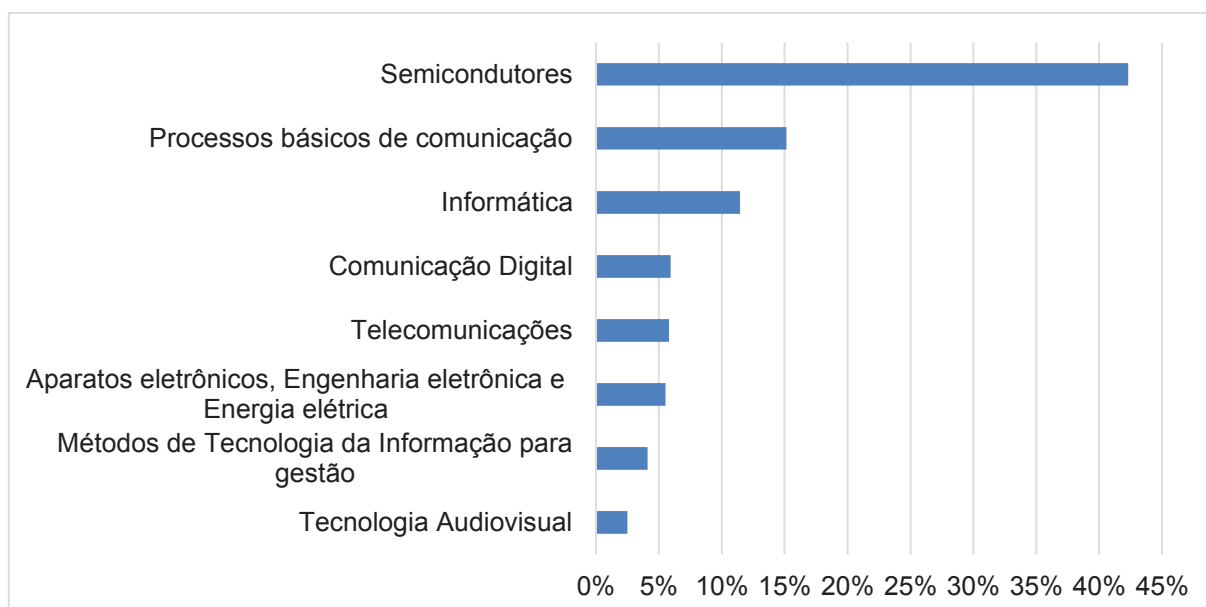
Em termos gerais, o número total de depósito de patente por residente decresceu a uma média de 12,36% ao ano. Embora tenha ocorrido essa retração, a participação das IES sobre o total apresentou crescimento de 2000 a 2015, com alguns períodos de volatilidade, e decrescendo nos anos de 2016 e 2017. Desde 2013 já era observado um comportamento de diminuição do número de depósitos, contudo, a participação das IES cresceu, o que pode indicar que sobre estas o movimento foi menos intenso. Essa hipótese é confirmada ao observar que enquanto o número de depósitos passou de 552 em 2013, para 412 em 2014, 407 em 2015, 218 em 2016 e 40 em 2017, o número de patentes depositado pelas IES foi, durante esse período, de 45, 51, 54, 21 e 3 respectivamente.

A queda da participação das IES nos últimos anos foi impulsionada pela ausência de contribuições de algumas áreas. Em 2016, não houve participação nas

áreas de tecnologia audiovisual, comunicação digital e processos básicos de comunicação. Para o ano de 2017, a queda foi mais intensiva, apresentando participação apenas nos depósitos nas áreas de telecomunicações, cuja participação foi de 40%, e comunicação digital, com 20% de representatividade.

As áreas do setor sofreram influências variáveis das IES, e para isso, o GRÁFICO 36 demonstra a participação média dos depósitos de patentes para cada uma das áreas no decorrer do período entre 2000 a 2017.

GRÁFICO 36 – MÉDIA DE PARTICIPAÇÃO DAS IES SOBRE OS DEPÓSITOS DE PATENTES PARA CADA ÁREA PERTENCENTE AO SETOR DE ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA



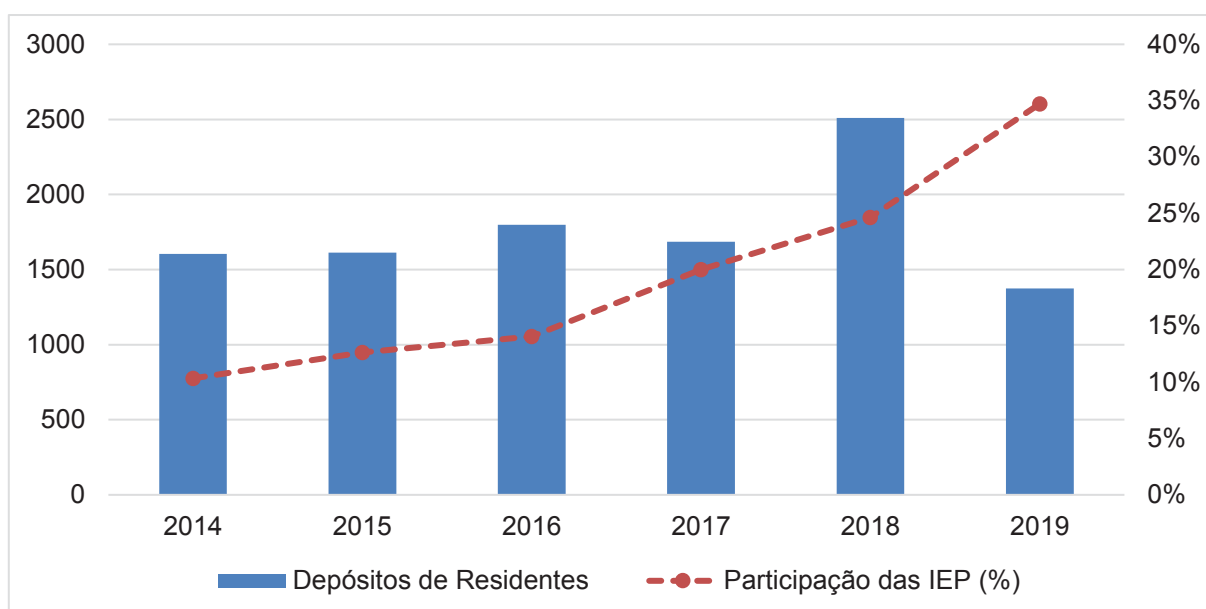
FONTE: Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (2019).

A área de semicondutores teve participação das IES em 42,31% dos casos, onde a patente depositada teve origem vinculada à instituição. Os semicondutores foram determinantes para o desenvolvimento do setor da informática nos Estados Unidos (MOWERY e ROSENBERG, 2005), principalmente após a concepção de circuitos integrados, e por conta disso, pode ser uma área estratégica vinculada às atividades de processamento de dados. Desta forma, o papel das IES tem sido determinante para o desempenho inovativo dessa tecnologia, que representa o alicerce daquilo que hoje conhecemos como processador. As demais áreas do setor de engenharia elétrica e eletrônica demonstram participações menores, onde se

destacam as contribuições da área de informática com 11,46% e 5,81% para as telecomunicações.

As trajetórias do quadro produtivo e da infraestrutura científica demonstram que as atividades de serviço, principalmente vinculadas ao desenvolvimento de *software*, são as com maior potencial no país. Desta forma, o GRÁFICO 37 apresenta a relação dos institutos de ensino e pesquisa com os depósitos de patentes de residentes correspondentes ao tipo “Programa De Computador”.

GRÁFICO 37 – EVOLUÇÃO DOS DEPÓSITOS DE PATENTES DE PROGRAMA DE COMPUTADOR POR RESIDENTES E PARTICIPAÇÃO DAS INSTITUIÇÕES DE ENSINO E PESQUISA



FONTE: Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (2019)

Os dados identificam um crescimento expressivo da participação das instituições de ensino e pesquisa sobre os depósitos de patentes de programa de computador. Passando de 10,34% em 2014 para 34,72% no acumulado do ano de 2019, é notável a representatividade destas instituições para o desenvolvimento científico do setor. Excetuando o ano de 2019, o qual está representado de modo parcial pelo acumulado de janeiro a junho, a taxa de crescimento médio dos depósitos entre 2014 a 2018 foi de 11,82% ao ano. Para efeito de comparação, o crescimento atrelado apenas às instituições de ensino e pesquisa foi de 38,91% ao ano (analisando o período entre 2014 a 2018). Este resultado evidencia que a infraestrutura científica

está gerando benefícios em termos concretos, considerando a capacidade de depositar patentes.

Em síntese, a participação das IES no desempenho inovativo do setor de engenharia elétrica e eletrônica foi crescente durante a maior parte do período analisado. As quedas acentuadas após 2015 demonstram que essas instituições resistiram, de certo modo, ao movimento de retração que ocorria desde 2013 no total de depósitos dos residentes. A participação das instituições foi mais intensiva no desenvolvimento de inovações vinculadas à área de semicondutores, reconhecida por ser um campo básico da cadeia produtiva de processamento. Além destas áreas, o capítulo identificou a crescente representatividade das instituições de ensino e pesquisa sobre a geração de patentes vinculadas aos programas de computadores.

A participação das universidades para o SSITIC deve ser entendida a partir da infraestrutura científica e pela capacidade de inter-relacionamento que estas instituições possuem com outros agentes. Sobre este ponto, um dado levantado pelo MCTIC (2019, p. 34) demonstra que a maioria dos pedidos de proteção intelectual ocorrem sem cotitularidade, em 76,5% dos requerimentos e 89,4% das concessões. Esse indicador demonstra que as ligações entre os agentes científicos acabam sendo frágeis. Outro resultado levantado pelo relatório que solidifica a hipótese de separação entre os entes científicos e produtivos é que, embora os contratos de tecnologia ocorram com maior intensidade sobre as IES, em apenas 30,2% deles são celebrados acordos de parceria na pesquisa, desenvolvimento e inovação (MCTIC, 2019, p. 36). Deste modo, embora tenha maior desenvolvimento da infraestrutura e produtividade científica, é preciso considerar que sobre o prisma de um SI estas atividades deveriam estar mais interligadas com agentes do setor produtivo, demandando uma intervenção pública a fim de estimular este relacionamento.

6.4 CONCLUSÃO

O objetivo deste capítulo foi apontar o quadro científico com base em dados relacionados aos grupos e linhas de pesquisa, ao número de publicações nacionais e internacionais, e os depósitos de patentes do tipo de inovação e programas de computador para o setor das TICs. A justificativa foi de que a crescente atenção destinada ao papel das universidades, como agente crítico para o desenvolvimento científico, demanda maior compreensão das suas características e relações para que

as políticas elaboradas tenham maior capacidade de encorajar a operacionalização de um SI.

Neste contexto, a infraestrutura científica se apresenta compatível ao quadro produtivo evidenciado no capítulo cinco. No período analisado ocorre um crescimento dos grupos de pesquisa associados às atividades de serviços, além do crescimento mais intenso das linhas de pesquisa, representando ampliação do escopo desta infraestrutura. Os resultados podem ser entendidos a partir da maior factibilidade de acesso às tecnologias responsáveis por permitir a pesquisa (computador e internet), além de que a própria característica dinâmica desta atividade proporciona horizontes mais amplos de atuação. O predomínio das atividades de serviço não elimina a importância desta infraestrutura sobre a transformação, considerando que a divisão correspondente à fabricação de equipamentos se apresenta como tendo a segunda maior representatividade das pesquisas, atrás apenas dos serviços de TI.

A literatura exposta no capítulo três acerca do relacionamento das universidades com os atores produtivos enfatiza os mecanismos públicos e informais de acesso ao conhecimento, e por conta disso, o capítulo se propôs a analisar a evolução das publicações científicas. Os resultados demonstram crescimento durante a maior parte do período, com predomínio de publicações internacionais, havendo decaimento apenas na última observação, que também ocorreu nas demais grandes áreas.

Embora a contribuição das patentes seja criticada pela literatura, este capítulo buscou identificar a contribuição das universidades com a justificativa de que pode sinalizar para a capacidade de desenvolvimento tecnológico e da existência de autonomia nas atividades. Sobre os depósitos de patentes de invenção, os gerais foram decrescentes, contudo, houve crescimento da participação das instituições de ensino superior, o que pode indicar que estas instituições foram responsáveis por frear a intensidade da queda. Observando a contribuição diante das áreas do setor de engenharia elétrica e eletrônica, a participação das instituições de ensino superior foi maior sobre os semicondutores, que podem ser considerados como um insumo básico do campo da engenharia, exaltando a contribuição destas instituições sobre os avanços básicos da área.

No caso das patentes de programas de computador, a contribuição das instituições de ensino e pesquisa apresentou crescimento expressivo durante o período analisado, expandindo a participação de 10,34% para 34,72% até julho de

2019. Embora os resultados dos indicadores observados neste capítulo demonstrem que a infraestrutura científica é crescente para a maioria dos casos (com exceção da queda de patentes de inovação), os resultados apresentados pelo MCTIC (2019) indicam o baixo relacionamento destas instituições com o setor produtivo, o que é determinante para o desempenho de um SI.

Contudo, como apresentado no contraste da história de desenvolvimento das universidades no Brasil e nos Estados Unidos, o processo de solidificar as ligações entre o polo científico e produtivo demanda comprometimento de longa duração, ou seja, não é um processo que sofre transformação de um ano para outro. Assim sendo, o que se retira das discussões propostas por este capítulo é que a infraestrutura científica se adequa ao quadro produtivo apresentado no capítulo anterior, e ainda estabelece o chão para a implementação de políticas voltadas às atividades de transformação. Desta forma, os agentes científicos viabilizam a constituição de redes colaborativas para ambas trajetórias de desenvolvimento no setor, o que é determinante para o desempenho inovativo mediante a tendência global de convergência entre estas atividades.

7 CRÉDITO PARA ESTIMULAR E SUSTENTAR O DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÕES

Este capítulo possui objetivos distintos, contudo, inter-relacionados, acerca do relacionamento do sistema financeiro, enfatizando o mercado de crédito com o desenvolvimento produtivo e inovativo. A justificativa pode ser avaliada por intermédio de Stiglitz (1994), quando o autor aponta que o mercado financeiro é o cérebro do sistema econômico, e também por Schumpeter (1997), ao destinar uma parcela de sua obra sobre o desenvolvimento econômico para o relacionamento do empreendedor schumpeteriano com o crédito, considerando que este seria de uso exclusivo por aquele, e também ao denotar que o crédito serviria o desenvolvimento industrial. Dito isso, os objetivos e a respectiva organização deste capítulo são: introduzir o contexto de investimento em inovação, e o desempenho do Brasil sobre este espectro em comparação a outros países na primeira seção; os desembolsos do BNDES para o desenvolvimento da infraestrutura e produção industrial na seção dois; as características do financiamento à inovação pela instituição na terceira seção; por fim, na última seção são expostas as conclusões deste capítulo.

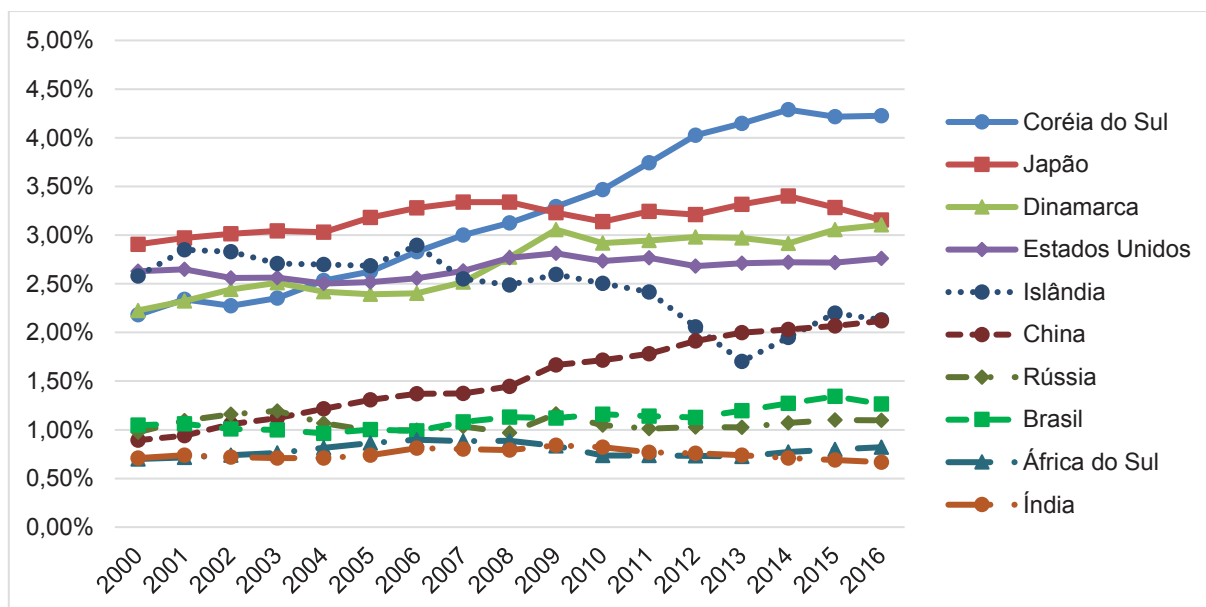
7.1 COMPARATIVO INTERNACIONAL DE APOIO À INOVAÇÃO E DESEMPENHO NO SETOR DAS TICS

Os dados expostos nesta seção não ignoram a contribuição de Lundvall (1985) acerca das fontes de inovação mediante identificação da influência de fatores básicos dentro do cotidiano das firmas, como as atividades de rotina, produção, distribuição e consumo. Contudo, embora estas estejam associadas à institucionalização e difusão do aprendizado no ambiente interno, é preciso avaliar os indicadores associados tanto aos processos de procura e exploração, como pelos mecanismos formais de P&D (SOETE et al., 2010).

Elucidar o desempenho e a evolução recente da alocação de recursos nacionais para as atividades de P&D explana as características dos países quanto à atenção destinada a este processo. A transparência desta questão embasa o debate relacionado à capacidade de competir no ambiente internacional em mercados caracterizados por uma dinâmica disruptiva, como no caso do setor das TICs. O GRÁFICO 38 ilustra a evolução dos investimentos em P&D em relação ao PIB para

países selecionados do grupo dos “mais conectados”, Estados Unidos e pertencentes ao BRICS.

GRÁFICO 38 – DISPÊNDIOS DESTINADOS À P&D EM FUNÇÃO DO PIB PARA PAÍSES SELECIONADOS



FONTE: Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Main Science and Technology Indicators, 2018/1; Índia: Research and Development Statistics 2017-18 e Brasil: Coordenação de Indicadores e Informação (COIND) - CGGI/DGE/SEXEC - Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC).

Os indicadores permitem apontar a existência de dois clusters, que se entrelaçam por conta do constante crescimento chinês e pela diminuição da alocação islandesa. Avaliando alguns dos países “mais conectados”, somados aos Estados Unidos, a alocação de recursos para a P&D se situa em um patamar próximo de 2,75% do PIB. No caso dos países pertencentes ao BRICS, este desempenho cai para a região de 1%. Embora não seja possível captar um efeito causal entre o desempenho inovativo e o investimento em P&D pelos dados apontados, as alocações de maior patamar permitem a suposição de que nestes países o ambiente de inovação acaba tendo maior fundamentação, o que pode gerar consequências para o desenvolvimento de novos produtos e processos.

A TABELA 14 demonstra o resultado dos países apontados pelo GRÁFICO 38 quanto aos pedidos de patenteamento de invenções associadas ao setor das TICs em ambiente internacional.

TABELA 14 – PEDIDOS DE PATENTES DE ACORDO COM O TRATADO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE PATENTES SEGUNDO PAÍS DE RESIDÊNCIA NO SETOR DAS TICS

País	1999	2016	CAGR
China	55	22.059	42,22%
Estados Unidos	9.759	17.160	3,38%
Japão	2.125	10.937	10,12%
Coréia do Sul	335	4.942	17,16%
Índia	25	682	21,45%
Rússia	85	273	7,11%
Dinamarca	97	137	2,08%
Brasil	17	93	10,67%
África do Sul	46	45	-0,08%
Islândia	9	0	-

FONTE: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2019).

Os resultados quanto ao patenteamento de invenções precisam ser interpretados com algumas ressalvas, visto que as influências neste processo vão além do investimento em P&D em termos gerais. Contudo, é possível analisar que dentre os quatro países com maior alocação de recursos para P&D, três deles se situam entre as quatro primeiras colocações em relação ao número de pedidos de patente para o ano de 2016 (Estados Unidos, Japão e Coréia do Sul). Oliveira (2016) visualiza o comportamento dos investimentos destes três países sobre o setor das TICs de modo isolado, identificando uma participação expressiva das alocações sobre este em relação aos investimentos totais, além de uma segregação entre as destinações sobre a fabricação de equipamentos, serviços de TI e telecomunicações. Ademais, o autor também visualiza a participação dos bens de TICs sobre o total de pedidos ao Tratado de Cooperação de Patentes (PCT). Dos 41 países analisados, o Brasil se situou na antepenúltima colocação (OLIVEIRA, 2016).

Os dados analisados de maneira conjunta sinalizam uma estrutura de inovação frágil no país, onde não ocorrem esforços para elevar a atenção destinada ao processo inovativo. Esta situação agrava os resultados desta dissertação, considerando que o núcleo é composto pelo objetivo de impulsionar a capacidade inovativa do país no setor.

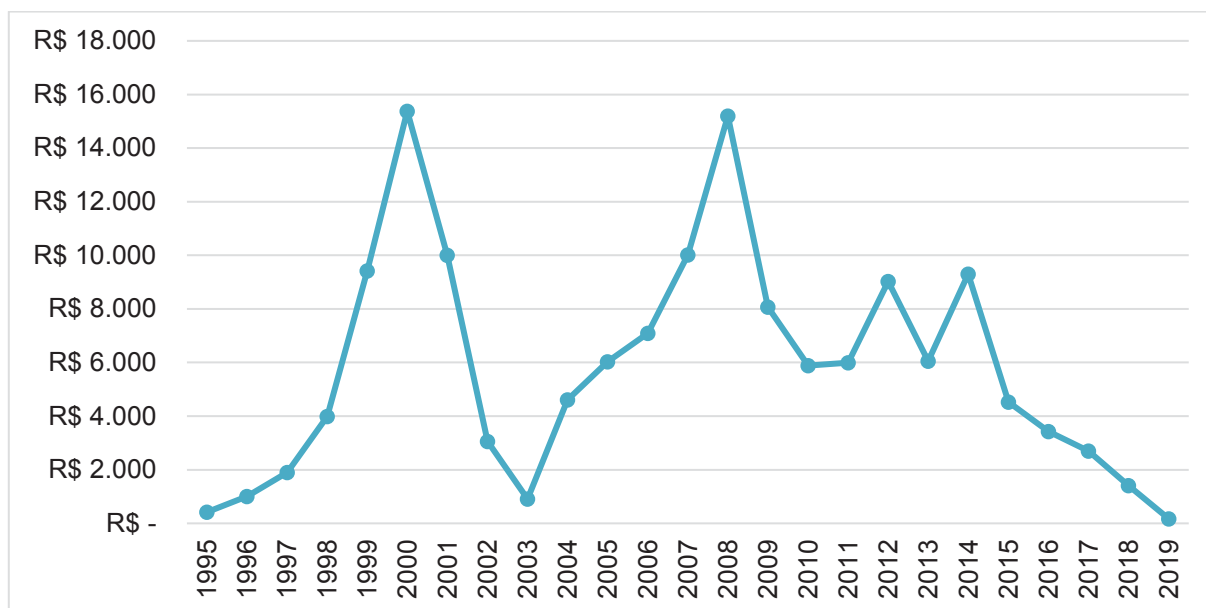
Mesmo após a consideração de que em termos gerais o Brasil não demonstra um comportamento similar aos países “mais conectados” e desenvolvidos sobre o

prisma de apoio à inovação, a dinâmica disruptiva intrínseca ao setor permite o surgimento de inúmeras janelas de oportunidade que justificam a elaboração de políticas de desenvolvimento da infraestrutura e financiamento de projetos de conteúdo inovador. Deste modo, os dados obtidos do BNDES auxiliam na visualização da alocação de recursos destinados ao desenvolvimento do setor em termos históricos, visto a importância desta instituição ressaltada pela literatura a respeito da capacidade de encorajar e selecionar projetos estratégicos para o desenvolvimento das TICs. À luz disso, na próxima seção é introduzida a evolução dos desembolsos oriundos do BNDES para o setor e para as atividades que o constituem, segregados entre a infraestrutura de telecomunicações, fabricação de equipamentos (transformação) e informação e comunicação (serviços).

7.2 AVALIAÇÃO HISTÓRICA E COMPORTAMENTAL DO FINANCIAMENTO DO SETOR DAS TICS

O financiamento do BNDES para o setor das TICs possui uma característica explícita de correlação com as políticas e instrumentos políticos históricos. Ao invés de apresentar uma horizontalidade, ou comportamento crescente, os investimentos do setor acabam simbolizando uma dependência íntima do contexto pelo qual eles estão inseridos. A partir do GRÁFICO 39 é possível identificar três momentos de destaque para o comportamento dos investimentos. O primeiro vinculado ao crescimento durante o horizonte de 1995 a 2000, o segundo refletindo a evolução de 2003 a 2008, e de maneira oposta ao comportamento dos dois primeiros períodos, a partir do ano de 2014 até o presente momento é evidenciado um decréscimo constante dos financiamentos ofertados ao setor.

GRÁFICO 39 – EVOLUÇÃO DOS DESEMBOLSOS DE FINANCIAMENTO DO BNDES SOBRE O SETOR DAS TICS EM MILHÕES DE REAIS EM PREÇOS CONSTANTES DE JUNHO DE 2019



FONTE: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2019).

O período correspondente ao primeiro momento de expressivo crescimento dos desembolsos destinados ao setor está inserido no contexto pós privatização, respaldada pela literatura acerca da participação do BNDES durante este período (TAVARES, 2013). Após as políticas liberalizantes implementadas sobre o segmento de telecomunicações, o mercado brasileiro se tornou mais receptivo ao estabelecimento de grandes competidores internacionais, que se inseriram em um ambiente marcado pela insaciedade da população por serviços de telecomunicações. Embora estes fossem existentes, os serviços estavam se deteriorando em relação à qualidade e infraestrutura, decorrência da descontinuidade do suporte público às firmas nacionais e desenvolvimento tecnológico (CASSIOLATO et al., 2002; SHIMA, 2007; SZAPIRO, 2007). Deste modo, para atender o excesso de demanda, foi necessário um elevado aporte de investimento sobre o segmento para que os serviços chegassem aos potenciais consumidores. O crescimento dos desembolsos durante este período parece refletir esta situação. Este debate fica mais transparente nas discussões subsequentes quando os investimentos são desmembrados por atividades de produção e implementação da infraestrutura.

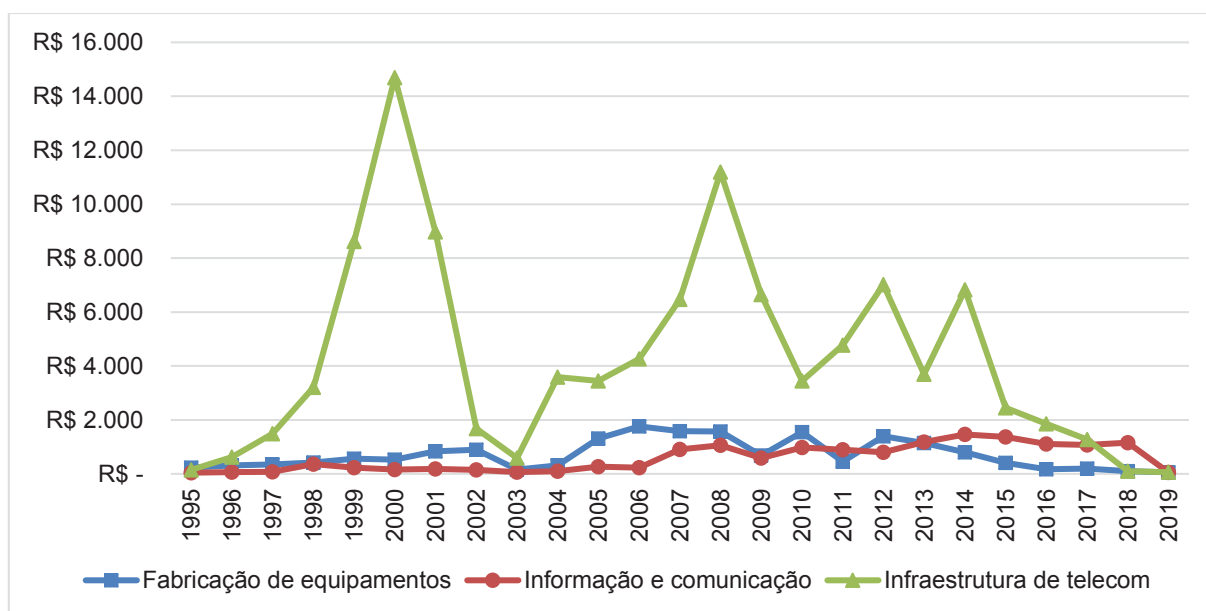
O segundo momento compartilha uma semelhança com o primeiro, pois parece haver uma correlação com a ociosidade de infraestrutura e demanda

excessiva do período. Com crescimentos constantes a partir de 2003, é possível supor que esta trajetória sofre influência tanto da conjuntura econômica favorável que elevou os desembolsos em termos gerais do banco (BNDES, 2018b), quanto do Decreto Nº 4.769/2003, que serviu como um instrumental político relevante para estimular investimentos em infraestrutura, ao ser aprovado o Plano Geral de Metas para a Universalização do Serviço Telefônico Fixo Comutado Prestado no Regime Público (PGMU). Este decreto expõe dois pontos críticos. O primeiro é observar a incapacidade das firmas correspondentes aos grandes grupos econômicos de telecomunicações em dar continuidade na oferta dos serviços para a sociedade por meio de investimentos próprios em infraestrutura, o que pode refletir a dinâmica associada ao retorno privado contra o retorno social. Sendo assim, foi necessária uma intervenção pública para estimular o financiamento dos processos de desenvolvimento da infraestrutura que eram decrescentes entre 2000 a 2003. O segundo ponto é fundamental para o propósito desta dissertação, e da sugestão proposta no quarto capítulo relacionado ao hiato estrutural ainda existente sobre as tecnologias fixas de telecomunicações. A intervenção pública, por meio da constituição de uma política de incentivo à instalação da infraestrutura, reforça o papel do Estado como uma entidade dotada de capacidade articuladora e estimulante para o comportamento dos agentes produtivos.

Se durante os dois primeiros momentos a discussão foi estabelecida em um contexto de apoio e crescimento dos investimentos no setor, a partir de 2014 os indicadores acabam indo na contramão do esperado para um setor dinâmico cuja infraestrutura ainda está relativamente distante de ser plenamente implementada. O que se observa é um decréscimo expressivo do financiamento, e conseqüentemente, da capacidade de investimento do setor. Este resultado é prejudicial para o desenvolvimento destas tecnologias, pois, em um ambiente onde os investimentos são decrescentes, a interpretação dos agentes econômicos pode ser de oportunidades ausentes. Contudo, o que o quarto capítulo expôs é uma imagem contrária a esta, sendo identificado uma ociosidade relacionada a infraestrutura e acesso à estas tecnologias. Constituir um ambiente favorável e receptivo ao estabelecimento de novas firmas, e crescimento dos investimentos, são elementos determinantes para o estímulo à competição, e por conseqüência, criação de vínculos colaborativos para o desenvolvimento de inovações.

O GRÁFICO 40 apresentado em sequência sustenta as discussões dos parágrafos anteriores ao demonstrar que durante os dois momentos de crescimento do investimento no setor, o segmento representado pela infraestrutura de telecomunicações foi o responsável absoluto pelo resultado do indicador. Este mesmo resultado pode ser transplantado para o período recente de decaimento nos desembolsos. Contudo, além de embasar a discussão associada aos períodos de implementação da infraestrutura, os resultados segregados também permitem avaliar o enfoque dado aos segmentos de produção industrial, tanto de equipamentos quanto de informação e comunicação.

GRÁFICO 40 – EVOLUÇÃO DOS DESEMBOLSOS DE FINANCIAMENTO DO BNDES SOBRE O SETOR DAS TICS SEGREGADO COM BASE NOS SEGMENTOS DE ATUAÇÃO EM MILHÕES DE REAIS A PREÇOS CONSTANTE DE JUNHO DE 2019



FONTE: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2019).

O crescimento do investimento em infraestrutura é notório durante todo o horizonte analisado, e conforme exposto nos parágrafos anteriores, este movimento também foi estimulado por uma política explícita de apoio ao setor. Contudo, uma interpretação negativa dos picos de investimento é atribuída à desvinculação das atividades de produção. O período pós privatização acaba sendo mais compreensível considerando que a conjuntura política naqueles anos já demonstrava uma omissão do poder público ao setor produtivo, considerando a queda dos investimentos e

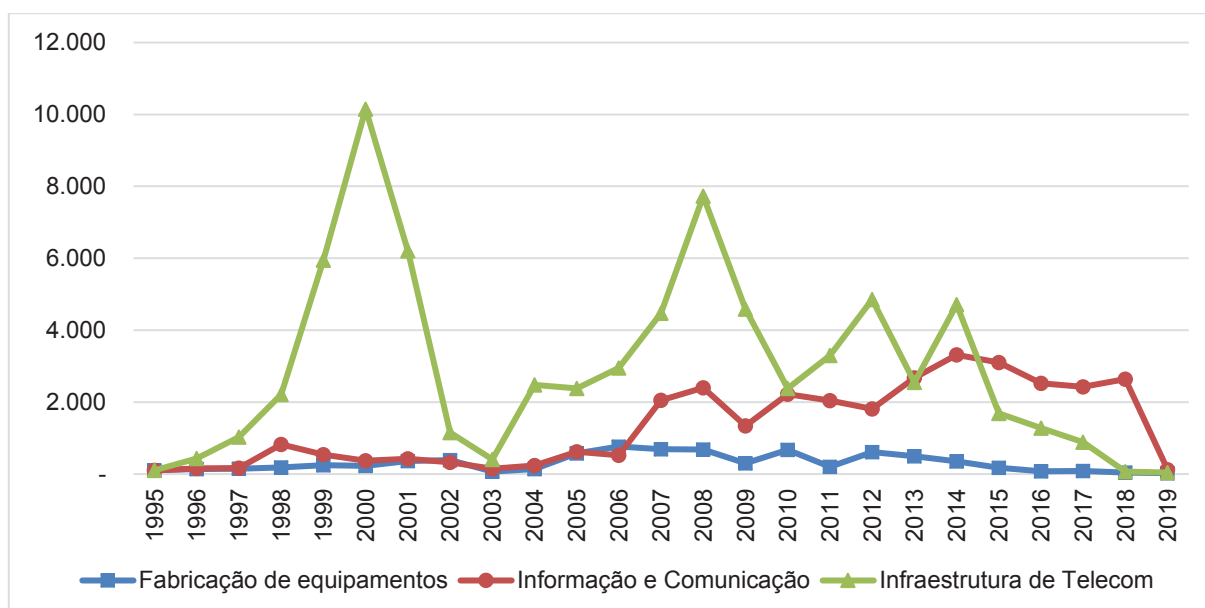
suporte às firmas e produtos nacionais (CASSIOLATO et al., 2002; SHIMA, 2007; SZAPIRO, 2007). Todavia, a falta de acompanhamento das atividades produtivas sobre o crescimento da infraestrutura do período associado ao PGMU pode gerar a interpretação negativa de que a política implementada falhou em absorver ao máximo as oportunidades relacionadas ao plano.

As consequências desta desvinculação podem ser analisadas pelo prisma da balança comercial e da oportunidade de avançar os demais segmentos. O primeiro ponto faz menção ao resultado identificado no quinto capítulo de que a competitividade dos produtos nacionais com os estrangeiros está distante. Não havendo uma indústria nacional que forneça os insumos necessários à implementação da infraestrutura, os agentes relacionados a esta atividade acabam procurando no mercado internacional fornecedores capazes. O resultado desta dinâmica é agravar a balança comercial, além de fortalecer a competitividade dos produtos estrangeiros, considerando que as escalas proporcionadas pela implementação das tecnologias no território brasileiro acabam sendo atrativas.

O segundo ponto, relacionado à desvinculação dos segmentos, aborda a oportunidade desperdiçada de desenvolver uma política conjunta entre todos os agentes envolvidos com o setor das TICs. Uma política deste gênero poderia ser uma etapa preliminar determinante para a construção de vínculos simbióticos entre agentes econômicos que atuam tanto na cadeia de consumidor como de fornecedor das TICs. O desenvolvimento de um SI acaba sendo mais factível a partir do momento em que diversos agentes heterogêneos se entrelaçam de modo a acelerar a transmissão de informações e conhecimentos entre as ligações estabelecidas.

Contrariando os dois momentos de desvinculação associados ao crescimento da infraestrutura sem o suporte necessário dos agentes de produção industrial, o terceiro período, sobre este prisma, acaba transparecendo sinais mais otimistas em relação à infraestrutura produtiva. Avaliando os desembolsos em mesma escala, para enaltecer os comportamentos de variação, o GRÁFICO 41 modifica o GRÁFICO 40 para se adequar a esta metodologia específica.

GRÁFICO 41 – EVOLUÇÃO DOS DESEMBOLSOS DE FINANCIAMENTO DO BNDES SOBRE O SETOR DAS TICS SEGREGADO COM BASE NOS SEGMENTOS DE ATUAÇÃO (1995 COMO ANO BASE)



FONTE: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2019).

Tomando o ano de 1995 como base 100, os resultados do GRÁFICO 41 enaltecem o crescimento do segmento de informação e comunicação. Este é um resultado que pode ser interpretado de modo otimista, considerando que praticamente toda a síntese dos resultados do quinto e sexto capítulo apontam para o desenvolvimento deste segmento. Incrementando o aumento do número de firmas, de vínculos, qualificação profissional e apoio científico, este também apresenta resultados positivos com relação ao suporte financeiro. Se nas interpretações de Evans e Tigre (1989) a inexistência de um setor minimamente desenvolvido é um elemento determinante para o insucesso de uma implementação política, o desenho deste segmento acaba sustentando a elaboração de um projeto de apoio ao desenvolvimento destas atividades.

Em síntese, os resultados apresentados até o momento neste capítulo demonstram que o setor das TICs apresenta uma característica de correlação com o ambiente político e econômico ao qual ela está inserida. Os movimentos de intensificação dos investimentos estiveram correlacionados com transformações política relevantes, o primeiro associado ao período pós privatização, e o segundo demonstrando a vulnerabilidade do setor de ser influenciado por estratégias políticas, como o PGMU, e também a sua correlação com o ambiente econômico favorável.

Contudo, o que ocorreu durante estes dois períodos, embora possa ser positivo sobre a dimensão do preenchimento do hiato estrutural, acaba sendo deficitário com relação a capacidade de estabelecer vínculos entre os diversos agentes econômicos que compreendem o setor. Ao ser observado um crescimento expressivo dos investimentos apenas no segmento relacionado à implementação da infraestrutura, se perde a oportunidade de associar a este movimento uma política de estímulo à produtividade industrial. A consequência desta ineficiência é a deterioração da competitividade e balança comercial, considerando que os agentes de infraestrutura buscam outros agentes capazes de realizar o fornecimento dos insumos necessários. O terceiro período permite uma interpretação bipolar. Se por um lado ocorre um decréscimo expressivo do investimento geral sobre o setor, por outro, o segmento de informação e comunicação apresenta resultados otimistas com relação à sustentação financeira para o desenvolvimento das atividades. Este movimento pode ser conjuntamente avaliado com os demais resultados expostos sobre o segmento nesta dissertação, demonstrando que ocorre um desenvolvimento produtivo, científico e financeiro.

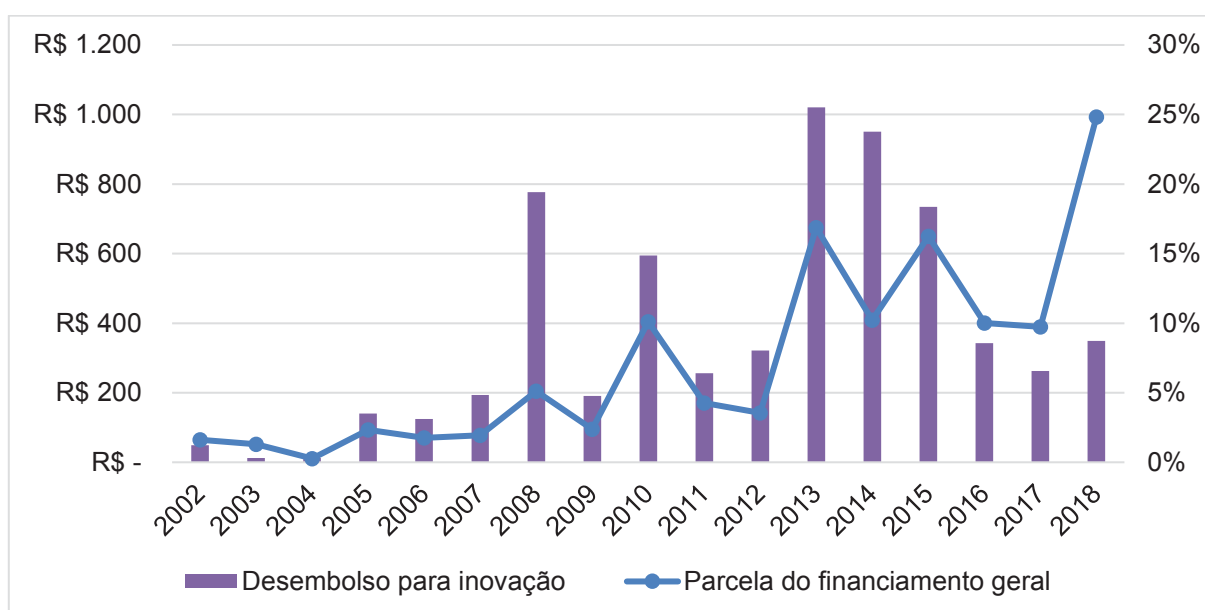
Embora os indicadores de investimento sejam determinantes em transparecer o comportamento do setor, a avaliação deste sobre o prisma de um SI demanda uma análise pormenorizada sobre o quanto destes investimentos está sendo alocado para estas atividades. Após a observação de que o Brasil apresenta um comportamento passivo em relação aos investimentos em P&D comparativamente aos países apontados pelo GRÁFICO 38, este comportamento sobre o setor das TICs é fundamental para permitir um desenvolvimento sustentável por conta da característica de constante transformação que impera sobre estas tecnologias. É embasado por esta justificativa que a seção subsequente apresenta os indicadores de financiamento da inovação.

7.3 AVALIAÇÃO DOS INVESTIMENTOS DESTINADOS ÀS ATIVIDADES INOVATIVAS

Os dados obtidos pela base do BNDES permitiram a extração dos financiamentos exclusivos às atividades inovativas. A partir da possibilidade de segregar este tipo de financiamento dos demais, se viabiliza uma análise pormenorizada a respeito do ambiente inovativo que está sendo consolidado no setor

durante o horizonte analisado de 2002 a 2018, além de oportunizar esse estudo sobre os segmentos em termos individuais. No primeiro momento, de modo a apresentar o comportamento geral dos investimentos em atividades inovativas, o GRÁFICO 42 traz uma visão compartilhada do desembolso geral destinado à inovação, e qual foi a participação destes investimentos sobre o total destinado ao setor.

GRÁFICO 42 – EVOLUÇÃO DO DESEMBOLSO DESTINADO ÀS ATIVIDADES INOVATIVAS (EM MILHÕES DE REAIS) E PARCELA SOBRE O FINANCIAMENTO TOTAL



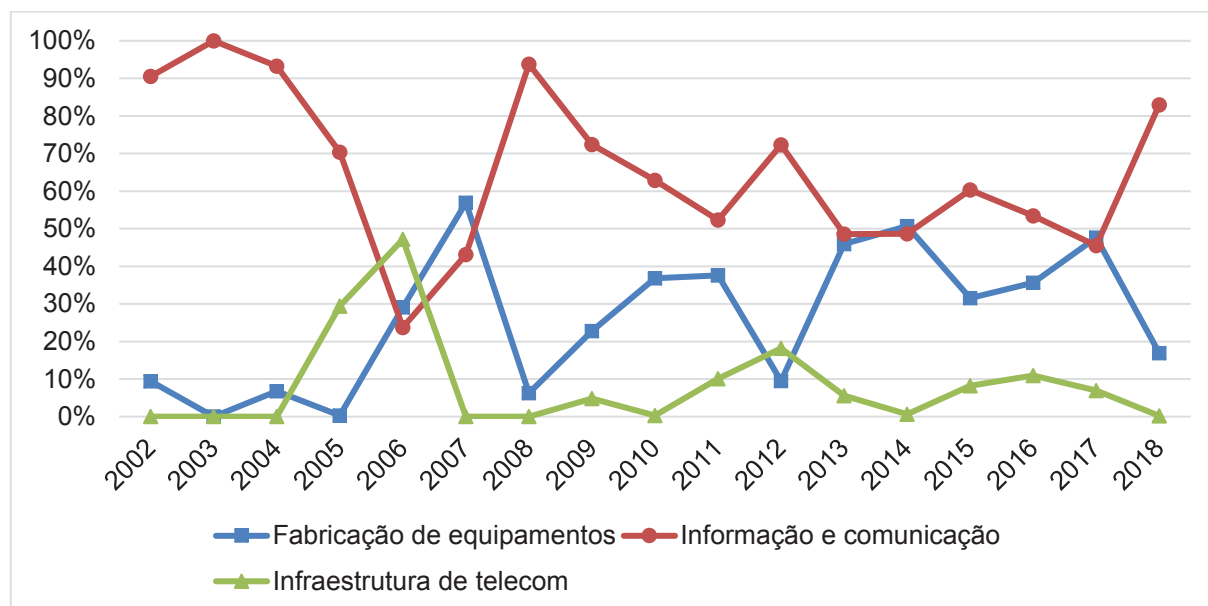
FONTE: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2019).

Embora os dados não permitam avaliar o comportamento do financiamento à inovação durante o período pós privatização, é possível analisar qual foi a atenção destinada a estas atividades durante a implementação do PGMU e na conjuntura recente. Em termos financeiros, o que se nota é uma leve elevação entre os anos de 2003 a 2007, com um pico para este recorte em 2008. Contudo, em termos percentuais do total dos investimentos, a parcela destinada à inovação não cresceu substancialmente, passando de 1,30% em 2003 para 5,12% em 2008. Para o período recente, os resultados demonstram que assim como no financiamento total do setor, os destinados à inovação também sofreram retração, entretanto, em termos percentuais de participação, houve um crescimento expressivo da parcela preenchida por estas atividades, passando de 3,56% em 2012 para 24,82% em 2018. Este resultado permite a suposição de que na conjuntura de perda do apoio financeiro

destinado às TICs, as atividades de cunho inovativo acabaram tendo maior sobrevida, o que contribui para destacar a importância destas em um setor dinâmico e em uma estrutura competitiva baseada na diferenciação de produtos e processos. Deste modo, os resultados podem ser interpretados com certo otimismo com relação ao ambiente que vem sendo consolidado em relação às atividades inovativas. Na existência de uma pré-disposição dos agentes econômicos em estimular o desenvolvimento científico e tecnológico, embasar políticas de cunho interativo acaba sendo mais tangível quando estes atores já reconhecem a sua necessidade para o ambiente competitivo.

Da mesma forma como os financiamentos gerais são segregados pelos segmentos de atuação, os desembolsos para atividades inovativas também são expostos desta maneira. O objetivo é avaliar quais segmentos são os responsáveis por carregar a dinâmica inovativa para o setor de TICs no Brasil durante os anos analisados. Para isso, o GRÁFICO 43 expõe a representatividade desses sobre os desembolsos destinados à inovação.

GRÁFICO 43 – PARCELA DO FINANCIAMENTO DE APOIO À INOVAÇÃO DESTINADO AOS SEGMENTOS DE PRODUÇÃO INDUSTRIAL, SERVIÇOS E INFRAESTRUTURA

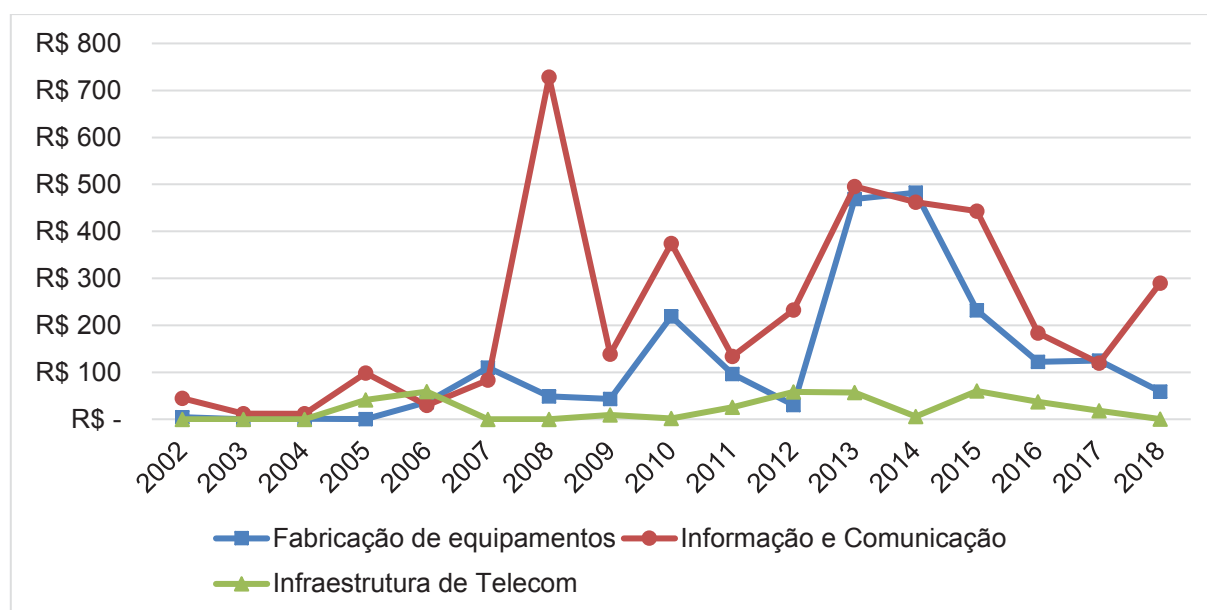


FONTE: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2019).

O que se observa sobre o prisma da captação dos recursos para atividades de inovação é um predomínio estático do segmento de informação e comunicação.

Este resultado é compatível com a estrutura analisada em relação ao quadro científico que vem se consolidando nos últimos anos no país. No GRÁFICO 32 e GRÁFICO 33, expostos no sexto capítulo, é apontado que o crescimento dos grupos e linhas de pesquisa sobre este segmento é nitidamente superior à fabricação de equipamentos, ainda sendo avaliado que a representatividade das telecomunicações não ultrapassa 8%. Desta forma, ambos resultados vão ao encontro da observação de que este segmento é o que carrega a maior parte das atividades inovativas recentes do país, havendo suporte tanto sobre a perspectiva de qualificação profissional, apoio científico, e agora, apoio financeiro. Contudo, a representatividade dos segmentos pode instigar conclusões precipitadas a respeito do suporte às atividades inovativas, considerando que não permite avaliar em termos monetários qual a dimensão de alocação dos recursos destinado para cada um. De modo a ultrapassar esta barreira de análise, o GRÁFICO 44 explicita a evolução.

GRÁFICO 44 – DESEMBOLSOS DESTINADOS À INOVAÇÃO EM MILHÕES DE REAIS PARA OS SEGMENTOS DAS TICS



FONTE: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2019).

Realizando uma sobreposição dos dados apontados no GRÁFICO 43 e GRÁFICO 44, o que se identifica é que a predominância do segmento de informação e comunicação durante os primeiros anos acaba não sendo expressiva em termos monetários. Isto ocorre porque a alocação geral de recursos durante o período não se

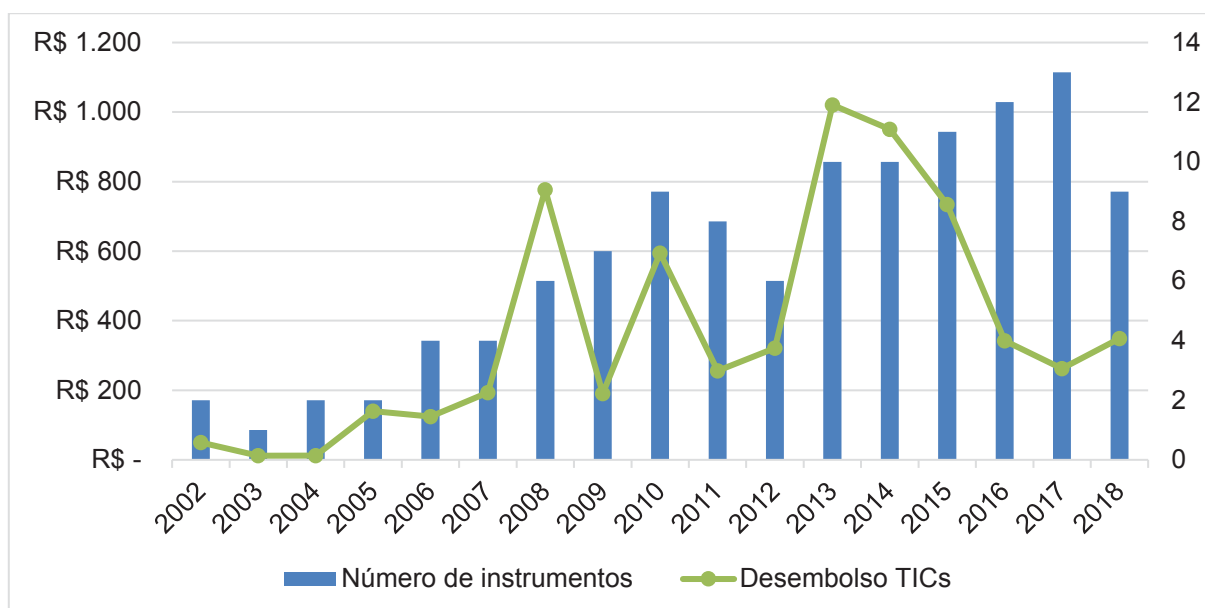
estabeleceu em um nível que permitisse grandes discrepâncias entre os segmentos. A partir de 2008 a interpretação dos resultados se altera, pois ocorre uma elevação expressiva dos desembolsos para o segmento de TI. A configuração de predomínio deste sobre a dinâmica geral não se modifica durante os anos subsequentes (com exceção de 2014), mas é importante para a dinâmica de um SI ao identificar que, de certo modo, também se elevam os recursos destinados à fabricação de equipamentos entre 2012 a 2014, demonstrando existir um suporte financeiro capaz de desenvolver processos inovativos para estas atividades. Ou seja, a partir da existência da iniciativa de inovação sobre o segmento de TI, havendo um acompanhamento relativo por parte da fabricação de equipamentos, se estabelece um ambiente onde a consolidação de um SSI se torna factível, principalmente após a consideração de que ambos segmentos estão inseridos em uma tendência de convergência tecnológica, aproximando o conteúdo científico e conhecimentos, que podem ser transferidos de um para outro.

7.3.1.1 Envolvimento do BNDES por intermédio de produtos de financiamento à inovação

O objetivo desta e da próxima subseção é apresentar algumas características específicas do suporte à inovação no setor das TICs acerca dos desembolsos efetuados pelo BNDES. O primeiro indicador busca introduzir a evolução desta instituição quanto à capacidade de ofertar instrumentos financeiros compatíveis com a necessidade dos tomadores de empréstimo. Desta forma, o

GRÁFICO 45 apresenta a evolução dos desembolsos totais destinados à inovação no setor, contrastando com o número de instrumentos financeiros utilizados pelos demandantes para ter acesso a estes recursos, que no total, representam 25 instrumentos distintos disponibilizados pelo BNDES.

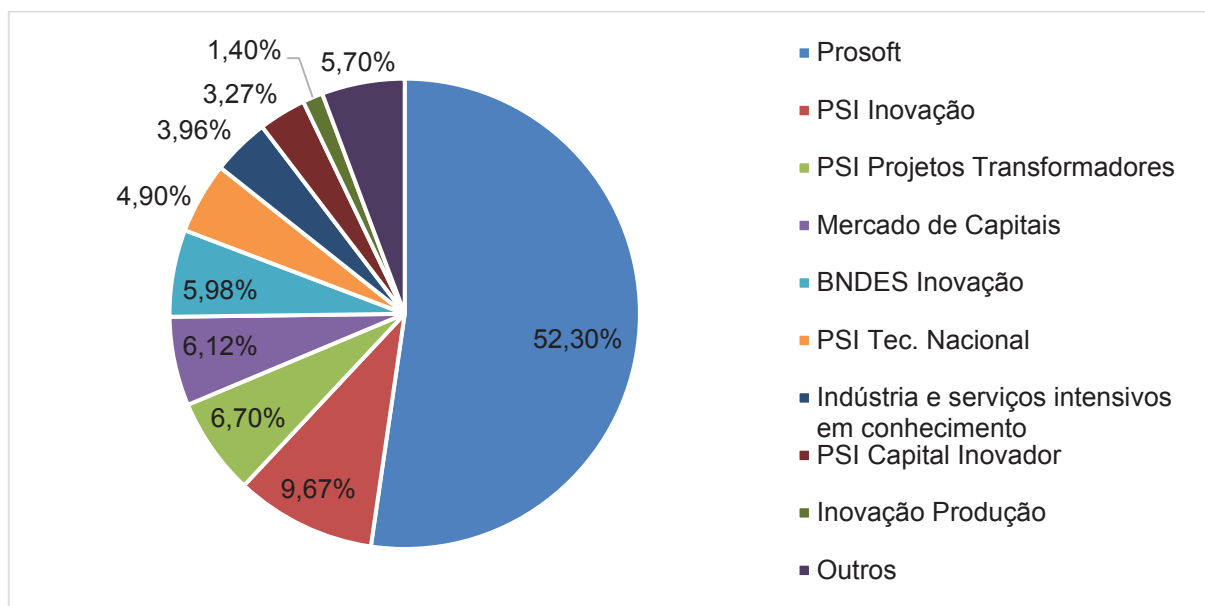
GRÁFICO 45 – RELAÇÃO DO DESEMBOLSO TOTAL MEDIDO EM MILHÕES DE REAIS DESTINADO À INOVAÇÃO NO SETOR COM O NÚMERO DE INSTRUMENTOS FINANCEIROS OFERTADOS PELO BNDES



FONTE: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2019).

As conclusões possíveis de serem extraídas do GRÁFICO 45 são ambíguas. Por um lado, a evolução dos desembolsos entre 2002 a 2013 foi acompanhada pelo crescimento do número de instrumentos ofertados aos tomadores de empréstimo, contudo, por outro, a derrocada do financiamento entre 2013 a 2018 existiu mesmo com a continuidade da elevação de instrumentos. A fim de ultrapassar a incapacidade de analisar o desempenho do banco neste quesito, uma análise pormenorizada dos instrumentos financeiros foi realizada e exposta no GRÁFICO 46 com o objetivo de demonstrar qual a participação de cada instrumento sobre o total desembolsado durante o período de 2002 a 2018.

GRÁFICO 46 – REPRESENTATIVIDADE DE CADA INSTRUMENTO FINANCEIRO SOBRE O TOTAL DOS DESEMBOLSOS DO BNDES PARA INOVAÇÃO NO SETOR DAS TICS



FONTE: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2019).

O que se observa a partir do GRÁFICO 46 é uma predominância expressiva do BNDES Prosoft sobre os demais instrumentos financeiros. Como os dados destes indicadores abordam 25 diferentes instrumentos, a exposição horizontal da evolução de participação destes se torna inviável, e por isso, para ao menos realizar uma introdução aos produtos oferecidos, foi considerado que a participação sobre o total dos desembolsos cumpre o papel de expor a representatividade dos projetos do banco. Como dito, o BNDES Prosoft foi o principal instrumento demandado pelos agentes em respeito à carteira do banco.

Criado em 1997, o Programa para Desenvolvimento da Indústria Nacional de Software e Serviços de TI (Prosoft), teve foco no fortalecimento de empresas nacionais, sendo que, em uma das versões do programa, abordava tanto o financiamento de projetos como a aquisição de softwares produzidos internamente. Em um estudo envolvendo a efetividade dos programas do banco, foi constatado que o Prosoft estimulou o crescimento do faturamento, a contratação de profissionais qualificados e número de funcionários destinados à P&D (BNDES, 2015). Entender a importância deste instrumento é fundamental para avaliar o relacionamento desta instituição financeira com o setor das TICs, considerando que, entre 2002 a 2012, a

participação só esteve em uma magnitude inferior a 50% apenas em 2007, ano em que o instrumento Inovação Produção participou com 39,63% da demanda.

Correlacionando o resultado indicado pelo GRÁFICO 46 com o

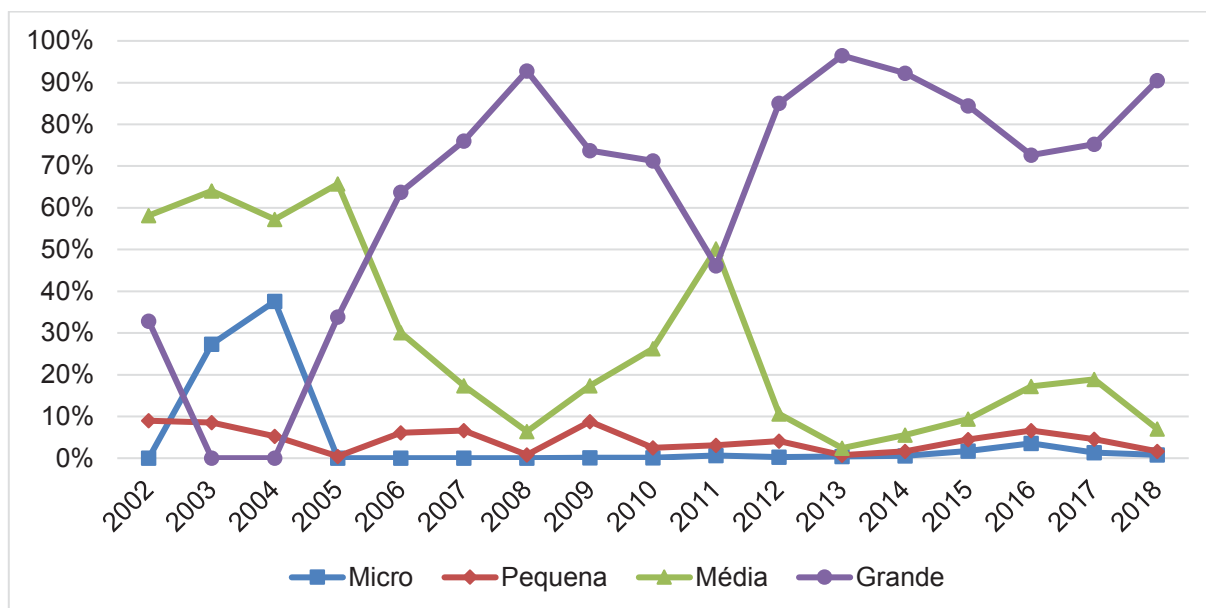
GRÁFICO 45, se entende que embora o banco tenha aumentado o número de instrumentos disponibilizados às firmas, estas demonstraram preferência clara por um programa específico, e alternando pelos demais de acordo com objetivos particulares e ofertas do banco. Desta forma, para o futuro, a instituição possui uma tarefa de avaliar até que ponto a volatilidade de produtos ofertados auxilia no desempenho inovativo do setor, considerando que, em média, cada instrumento financeiro foi utilizado por quatro a cinco anos até ser encerrado.³² Considerando que esta atividade está inserida em um espectro que necessita de interações de longo prazo, um ambiente menos alternante, observado a partir dos instrumentos de apoio disponibilizados, parece ser uma abordagem mais apropriada para encorajar o desenvolvimento inovativo.

7.3.1.2 Suporte à inovação por tamanho de estabelecimento

Nesta subseção é introduzida as características relacionadas à destinação dos recursos inovativos por tamanho das firmas, considerando que uma distribuição equânime entre elas pode democratizar e alavancar o desempenho inovativo do SSITICs.

³² O BNDES Prosoft novamente demonstra um resultado expressivo sobre esta informação, considerando que esteve presente em todos anos analisados (17 anos).

GRÁFICO 47 – DISTRIBUIÇÃO DOS DESEMBOLSOS DESTINADOS À INOVAÇÃO POR TAMANHO DE EMPRESA

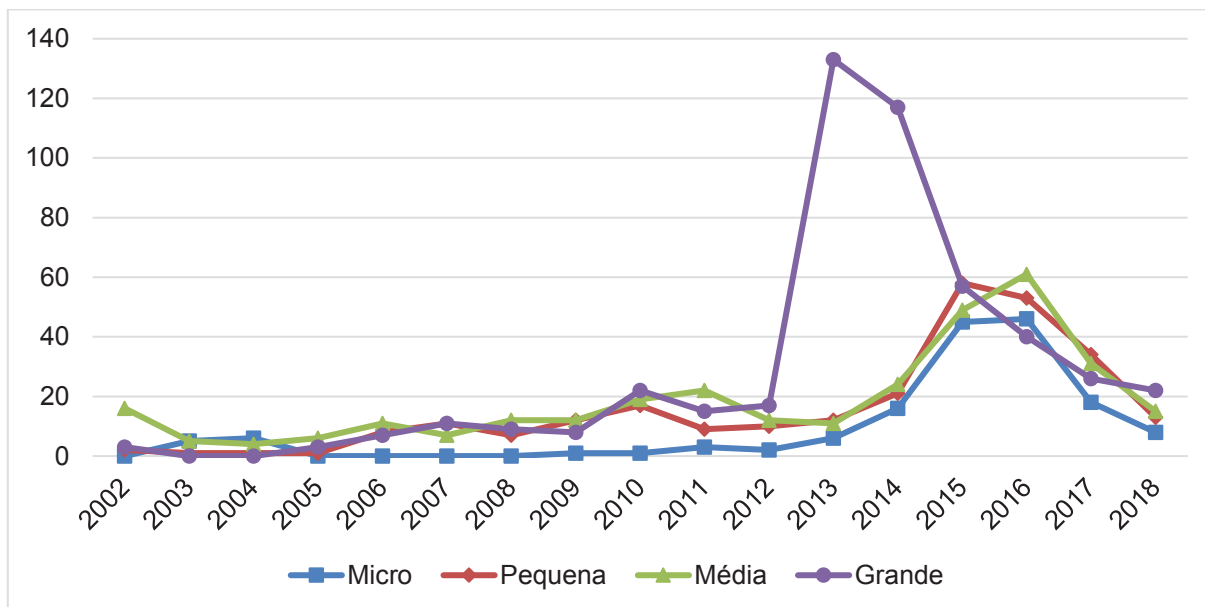


FONTE: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2019).

Sustentando o objetivo desta subseção, o GRÁFICO 47 apresenta uma discussão relevante sobre o prisma de elaboração de políticas industriais voltadas à promoção da inovação no setor das TICs. O primeiro ponto a ser considerado é lembrar que o quadro desenhado sobre o comportamento recente do setor apresenta uma dominância e crescimento expressivo de microempresas. O segundo ponto é a dinâmica apontada pelo GRÁFICO 47 de que ocorre maiores oscilações de participação durante o período onde o ambiente econômico é mais favorável. Desta forma, diante do quadro de retração dos investimentos, se eleva a participação de grandes empresas sobre os desembolsos voltados à inovação, podendo representar que estas firmas possuem maiores garantias a serem disponibilizadas para facilitar o acesso aos financiamentos. Esta dinâmica pode introduzir a ideia de que existem barreiras relevantes ao acesso de financiamentos no setor, o que retrai a capacidade dos agentes econômicos diversos em captar recursos para dar início a projetos voltados para a produção de conteúdos tecnológicos e científicos. Entretanto, é preciso tomar o cuidado de se atentar ao viés implícito neste resultado. Ao considerar a receita operacional bruta como o fator de classificação do porte da empresa, pode-se considerar que esta recorre ao mercado de crédito para captar recursos proporcionais à dimensão de valores usualmente movimentados pela firma. Por isso,

o GRÁFICO 48 apresenta a mesma evolução, contudo, retirando o viés da magnitude financeira ao considerar apenas o número de projetos que captaram recursos.

GRÁFICO 48 – NÚMERO DE PROJETOS FINANCIADOS POR TAMANHO DE EMPRESA



FONTE: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (2019).

O resultado exposto pelo GRÁFICO 48 está relativamente mais equilibrado que o GRÁFICO 47. Desta forma, é possível considerar que os desembolsos ofertados pelo BNDES não possuem uma inclinação nítida em relação ao tamanho dos estabelecimentos. Este é um ponto positivo por permitir a suposição de que as empresas menores possuem uma capacidade de acesso similar às demais.

Em síntese, a dinâmica apresentada sobre os financiamentos voltados à inovação sinaliza questões relevantes para o resultado desta dissertação. Em primeiro lugar, correlacionado com o comportamento de diminuição dos financiamentos sobre o setor das TICs, o financiamento de atividades voltadas à inovação cresce em um patamar expressivo entre 2017 e 2018, passando de 10,31% para 25,62%. Esse resultado serve de alento para uma perspectiva de desenvolvimento voltada para o médio e longo prazo, onde a capacidade inovativa é crucial para o sucesso em termos de competitividade. O segundo ponto é a predominância das atividades de informação e comunicação, cuja participação média sobre os financiamentos de inovação do setor esteve em 61,27%, contra 32,83% da fabricação de equipamentos e 5,91% da

implementação de infraestrutura. Esse indicador é relevante por apoiar os resultados expressos no quarto e quinto capítulo, onde estas atividades demonstraram maior crescimento e adequação ao objetivo de constituir um SI. Por fim, o crescimento destas atividades acaba sendo, por muitos anos, acompanhado pela produção de equipamentos. Esta dinâmica reforça a tendência de convergência entre ambos segmentos, de tal modo que o desempenho de um acaba sendo determinante para o desempenho e comportamento do outro.

Se avaliado sobre a possibilidade de implementar uma política embasada pela temática de SI, o comportamento dos financiamentos destinados ao setor eleva preocupações com relação à instabilidade deste suporte em determinados períodos, mas demonstra que sobre o setor impera uma vulnerabilidade de ser influenciado por instituições políticas, como pelo PGMU. Esta condição vai ao encontro da conclusão de Szapiro (2012) de que este setor necessita de uma articulação política com um objetivo bem definido, transparecendo o ambiente para os atores econômicos, estimulando a criação de laços entre eles e viabilizando a constituição de um SSITICs. A necessidade de um objetivo definido também impera sobre os instrumentos financeiros ofertados pelo BNDES. Os resultados apontam para uma volatilidade no número de produtos ofertados. Esta dinâmica parece refletir de maneira negativa sobre as atividades de inovação, considerando que a instabilidade de suporte financeiro dificulta a definição de projetos por parte da firma. Avaliado o suporte a partir do tamanho dos estabelecimentos, há uma predominância significativa das grandes firmas em acesso aos recursos em termos monetários. Uma possível explicação para este resultado é que estas firmas possuem maiores garantias, além de obter financiamentos em uma magnitude similar ao patrimônio da empresa. Contudo, visualizando sobre o número de projetos financiados, o resultado aparece equilibrado, o que é um indicativo de que sobre o setor impera uma seleção embasada por um critério de potencial do projeto, e não apenas pelo porte da firma.

7.4 CONCLUSÃO

Os objetivos propostos para este capítulo foram introduzir o contexto de apoio à inovação no país e desempenho no patenteamento de TICs, avaliar a participação do BNDES para o desenvolvimento produtivo sobre o prisma da infraestrutura e produção industrial (fabricação de equipamentos e informação e comunicação), e

introduzir as características do envolvimento desta instituição com os desembolsos exclusivos à inovação.

No primeiro caso, na comparação com os países “mais conectados”, Estados Unidos e BRICS, o quadro de apoio à inovação no Brasil não parece estar em um patamar próximo dos países mais competitivos neste setor. Embora a inovação não seja condicionada exclusivamente pelo investimento formal em P&D, este é um indicador importante por institucionalizar um comportamento que pode servir de estímulo para a criação de laços entre os atores do setor. Mais do que estabelecer um vínculo causal entre o investimento em P&D e desempenho inovativo, a constituição de um ambiente atrativo para estas atividades podem tornar as políticas de apoio à inovação mais prováveis de obterem sucesso. De modo a influenciar os investimentos destinados à inovação, o BNDES foi o ator escolhido para incorporar os mecanismos de intervenção pública por meio do mercado de crédito.

Para o segundo objetivo, o apoio do BNDES ao desempenho de infraestrutura e produção sinaliza para maleabilidade desta instituição ao contexto político e econômico a qual ela está inserida. Deste modo, o apoio foi determinante para a instalação da infraestrutura no período pós privatização e durante o ambiente econômico favorável a partir de 2003, quando também houve a institucionalização política do PGMU. Contudo, alguns pontos destes resultados acabam gerando preocupações. Embora a atuação do banco tenha sido vulnerável ao contexto político, se observa que os movimentos de instalação da infraestrutura não foram acompanhados pelas atividades de produção industrial, o que se faz perder a oportunidade de construir vínculos entre os atores do setor. O comportamento recente dos desembolsos permite conclusões bipolares. Por um lado, os desembolsos gerais sofrem decréscimo, o que prejudica na consolidação de um ambiente de apoio ao desenvolvimento do setor. Contudo, se observado exclusivamente sobre as atividades de informação e comunicação, sobre estas há uma evolução dos desembolsos destinados comparativamente ao ano de 1995, o que ressalta a importância deste segmento para o setor, conforme observado nos capítulos anteriores.

Sobre o prisma do envolvimento do BNDES exclusivamente com a inovação, embora no período recente os desembolsos também sejam decrescentes, a participação destes sobre o financiamento total do setor é maior, o que sinaliza para um reconhecimento dos agentes da importância deste processo para a competitividade. Se visualizado de modo desagregado, se observa o protagonismo

horizontal das atividades de informação e comunicação, contudo, também havendo certo acompanhamento do segmento de transformação, o que é positivo para o contexto de convergência entre ambas atividades. Pormenorizando as análises do comportamento dos desembolsos do BNDES, foi identificado o número excessivo de instrumentos de financiamento disponibilizados, contudo, com preferência das firmas pelo Prosoft, o que faz contestar o número excessivo da oferta de produtos, considerando que um ambiente mais estável pode reduzir a incerteza vinculada à concepção de projetos. Por fim, sobre a ótica de disponibilização por tamanho de firmas, as grandes empresas recebem maiores volumes monetários, o que pode ser resultado de maiores garantias disponibilizadas, contudo, observando sobre o número de projetos financiamentos, se identifica uma distribuição equânime entre os tamanhos de firma, o que é positivo para a democratização dos projetos de inovação.

À luz destes resultados, por se tratar de um instrumento de intervenção do Estado, o BNDES possui um papel crítico para a operacionalização de um SSITICs. Em primeiro lugar, esta instituição deve ser utilizada de modo a vincular os desembolsos produtivos visando a construção de laços entre os agentes responsáveis pela instalação da infraestrutura com uma rede de fornecimento local. Em segundo lugar, sobre a ótica da inovação, o apoio deve ser disponibilizado por meio de uma carteira de produtos que forneça às firmas um ambiente estável, visando mitigar as incertezas relacionadas a este processo. Por fim, o apoio às atividades inovativas para as firmas em função dos tamanhos deve continuar sendo realizado sem discriminação, considerando que quanto maior for o número de firmas que têm acesso a estes recursos, maiores são as chances de desenvolvimento de projetos de sucesso.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As tecnologias pertencentes ao setor das TICs são elementares para o desenvolvimento social e econômico de um país. A partir de políticas públicas que incentivem a aquisição, adoção e facilitem a difusão, o uso destas tecnologias pela sociedade estabelece um contexto social que tende à democratização dos recursos informacionais. Por outro lado, estas tecnologias também podem ser objeto de políticas industriais que visam o desenvolvimento por meio da produção nacional. Os benefícios associados à elaboração de uma política deste gênero decorrem do dinamismo, da intensidade inovativa e da promoção da criatividade que são inerentes ao setor. Além disso, a característica pervasiva destas tecnologias possibilitam transbordamentos sobre as mais diversas dimensões econômicas do país em questão.

Diante deste contexto, essa dissertação defende que a abordagem sistêmica da inovação é o instrumental político e analítico mais compatível com a natureza tecnológica e competitiva associada ao setor. Visando diagnosticar a existência e o estado dos atores nacionais, a pergunta central percorre um caminho que busca a identificação do SSITICs no Brasil. A fim de responder essa questão, e se utilizando da maleabilidade inerente ao tema de SI, foram definidos três elementos centrais para avaliar o objeto central da pesquisa: agentes produtivos, científicos e financiadores.

O estágio atual de infraestrutura e capacidade de acesso a estas tecnologias pela população coloca o Brasil ainda distante dos países considerados como referência e aqui denotados como os “mais conectados”. Este é um obstáculo que afeta diretamente a capacidade de desenvolvimento social sustentado por estas tecnologias. Contudo, os avanços promovidos nesta dissertação no sentido de identificar quais são as variáveis que mais prejudicam o desempenho nacional na oferta de infraestrutura, e capacidade de acesso, sustentam a elaboração de políticas que tenham como objetivo ultrapassar essas amarras e promover a difusão destas tecnologias.

O papel exercido por agências reguladoras, associações empresariais e bancos de desenvolvimento devem estar voltados à criação de um ambiente que incentive a retomada dos investimentos pós-privatização visando a difusão destas tecnologias. As tentativas pretéritas, associadas à universalização da banda larga, são casos empíricos que exaltam a capacidade do Estado em intervir no sentido de

coordenar os agentes do mercado em prol da população, tanto por meio de viabilizar o acesso às tecnologias como de outras externalidade provenientes do incentivo à produção nacional.

No capítulo sete, corresponde à atuação do BNDES no desenvolvimento do setor, foi possível visualizar que os períodos de instalação da infraestrutura estiveram desassociados da produção nacional. Com isso, os formuladores de política públicas perderam uma janela de oportunidade para promover o desenvolvimento de firmas nacionais, potencializar o nível de emprego em um setor intensivo em tecnologia e incentivar o entrelaçamento com agentes científicos e tecnológicos que poderiam aumentar o nível de especialização nacional. Caminhando na contramão, o país que possui um mercado interno invejável às grandes potenciais internacionais no setor, teve que recorrer aos produtos e tecnologias estrangeiras sem qualquer tipo de iniciativa visando adquirir conhecimentos externos.

O resultado dessa iniciativa omissa é uma degradação alarmante da capacidade competitiva do país, sem qualquer sinal expressivo de penetração dos produtos nacionais em mercados com altos níveis de conectividade. Diante das constatações de dificuldades quanto à oferta de infraestrutura e baixo nível de competitividade nacional, não é possível identificar um SSITICs no país.

Contudo, buscando traçar um caminho mais otimista, e visualizando oportunidades inerentes à evolução do setor, o Brasil demonstra resultados que sustentam a construção de um projeto de desenvolvimento voltado para a inserção do país na dinâmica concorrencial internacional. Ou seja, se os resultados analisados de forma geral não chegam a um destino que estabeleça a existência de um SSITICs, as características individuais, a compatibilidade entre estas, e a capacidade do Estado em intervir no setor, estabelecem um terreno que sustenta a constituição de um sistema voltado à alavancar a capacidade competitiva dos agentes integrantes à rede por meio de inovações.

As políticas de informática e de telecomunicações foram estabelecidas em um contexto no qual os equipamentos eram produzidos individualmente por uma única empresa. O contexto atual é de especialização em determinados nichos e de grandes conglomerados internacionais que ditam os padrões tecnológicos e que estão em constante transformação. Assim sendo, diversas oportunidades são geradas que permitem o estabelecimento de firmas nacionais nessa rede colaborativa, e esta

acaba sendo a principal contribuição de um SI com um viés setorial: a não delimitação geográfica.

Para ter sucesso nestes objetivos, o país precisa demonstrar que os agentes envolvidos estão acompanhando a evolução e o crescimento do setor, e o resultado brasileiro parece abraçar esse contexto. Sobre o sistema produtivo nacional há um predomínio expressivo das atividades de serviço, justamente o segmento que acaba sendo mais dinâmico e com menores obstáculos à instalação de novas firmas. Como efeito, ao invés de ser necessária a existência de grandes laboratórios de produção e de pesquisa, sobre as atividades de desenvolvimento de aplicativos e conteúdo se estabelece uma base que premia as firmas que acabam sendo mais criativas. Somado ao predomínio das atividades de serviço está o aumento da qualificação profissional, que embora possa ser um resultado não específico ao setor das TICs, interfere diretamente no surgimento de ideias que podem ser desenvolvidas pelas firmas. Diante disso, as políticas para o sistema produtivo podem objetivar o desenvolvimento de soluções digitais para problemas persistentes sobre a dimensão social do país, como educação, acesso à serviços públicos de saúde, segurança e transporte. Desta forma, o Estado assume um papel de consumidor chave que alinha o interesse da sociedade com a promoção da produção nacional.

Um quadro profissional mais qualificado tem maior facilidade em adquirir conhecimentos e colaborar com laboratórios de pesquisa internos e externos à firma. Sobre essa dimensão os agentes científicos são participantes críticos em sustentar e promover a inovação. O predomínio de grupos e linhas de pesquisa associados à atividade de serviços é uma característica compatível com o visualizado no sistema produtivo. Com isso, as iniciativas de soluções digitais também podem ter participação das universidades, tanto por meio da colaboração direta com os profissionais, quanto via estudos de casos para identificação de novos problemas, avanços científicos sobre a linguagem de programação, e o próprio desenvolvimento interno de conteúdos que além de promover o aprendizado, também podem acabar transbordando sobre a sociedade. Neste sentido, as políticas públicas elaboradas para estes agentes devem estar focalizadas em aproximar as atividades científicas das produtivas (mantendo a autonomia de pesquisa), aproximar os desenvolvimentos universitários às necessidades sociais básicas, estabelecer projetos de soluções inteligentes para serem introduzidos aos serviços públicos e incentivar a colaboração dos alunos com firmas estrangeiras visando adquirir conhecimentos.

A visualização das características do BNDES tinha um objeto explícito de realizar uma análise da participação do Estado no desenvolvimento do setor. Como exposto nos resultados desta dissertação, o banco exerceu um papel central em promover a implementação da infraestrutura de telecomunicações, contudo, falhou em visualizar a janela de oportunidade para associar esse desenvolvimento com o sistema produtivo. Em um setor dinâmico, o papel do Estado acaba sendo reforçado para sustentar as atividades inovativas, visto que elas são permeadas pela incerteza, e por conta disto, gerando custos que por vezes podem não ser vencidos pelo capital próprio das empresas. Deste modo, a oferta de produtos de financiamento deve estabelecer um ambiente institucional mais estável e claro para as firmas que busquem auxílio. Prestando este suporte financeiro, o banco também pode estabelecer diretrizes que devem ser seguidas pelas firmas tomadoras de empréstimo, tendo como objetivo a promoção de desenvolvimento com alta capacidade de gerar transbordamentos sobre a economia. Diante de um mercado que está em constante transformação, o papel do Estado em trilhar um caminho de especialização pode ser uma iniciativa que fomente a especialização nacional e a inserção em cadeias globais de valor.

Em síntese, se os benefícios associados à inserção e produção destas tecnologias são extensos, os esforços a serem desempenhados pelos agentes produtivos, científicos e o Estado compartilham a mesma magnitude. Embora a dinamicidade do setor gere inúmeras oportunidades de desenvolvimento, ela traz a consequência de demandar uma atitude coordenada dos participantes do setor para não perder as janelas que se abrem. Se o Brasil ainda não apresenta um SSITICs, a constante evolução destas tecnologias faz com que sistemas maduros, e já consolidados, se sintam ameaçados por potenciais competidores, e é esta visão que os formuladores de políticas deveriam repartir. O país demonstra um compartilhamento de características que o colocam em um caminho voltado às atividades de serviços, que no contexto internacional, acabam sendo as mais instáveis no sentido de domínio econômico e poder de mercado. Diante da eminente revolução 4.0, sustentada pelas plataformas que interligam as máquinas aos ambientes produtivos e sociais, se espera que as oportunidades sejam intensificadas, e para tirar proveito delas, o ideal seria já existir um SSITICs minimamente constituído. Buscando contribuir com essa iniciativa, os resultados desta dissertação estabelecem um

ambiente mais transparente aos formuladores de política quanto aos recursos que o país possui para buscar promover a conectividade e a competitividade nacional.

REFERÊNCIAS

- ARORA, A.; ATHREYE, S. The software industry and India's economic development. **Information Economics and Policy**, v. 14, n. 2, p. 253–273, 2002.
- ASHEIM, B. T.; COENEN, L. Knowledge bases and regional innovation systems: Comparing Nordic clusters. **Research Policy**, v. 34, n. 8, p. 1173–1190, 2005.
- ASHEIM, B. T.; GERTLER, M. S. The Geography of Innovation: Regional Innovation Systems. In: R. R. Nelson; D. C. Mowery; J. Fagerberg (Orgs.); **The Oxford Handbook of Innovation**. p.291–317, 2006. Oxford University Press.
- ASHEIM, B. T.; SMITH, H. L.; OUGHTON, C. Regional Innovation Systems: Theory, empirics and policy. **Regional Studies**, v. 45, n. 7, p. 875–891, 2011.
- BNDES. **Relatório de efetividade 2007-2014: a contribuição do BNDES para o desenvolvimento nacional**. BNDES, 2015. Relatório técnico.
- BNDES. **Os bancos de desenvolvimento e o papel do BNDES**. 2018a.
- BNDES. **O BNDES e o investimento: 2000 a 2016**. 2018b.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. **The second machine age: work, progress, and prosperity in a time of brilliant technologies**. 1o ed. New York: W.W. Norton & Company, 2016.
- CARLSSON, B.; STANKIEWICZ, R. On the nature, function and composition of technological systems. **Journal of Evolutionary Economics**, n. 1, p. 93–118, 1991.
- CASSIOLATO, J. E.; SZAPIRO, M. H. S.; LASTRES, H. M. M. Local system of innovation under strain: the impacts of structural change in the telecommunications cluster of Campinas, Brazil. **International Journal of Technology Management**, v. 25, n. 3/4, p. 1–26, 2002.
- CHINN, M. D.; FAIRLIE, R. W. ICT use in the developing World: An analysis of differences in computer and internet penetration. **Review of International Economics**, v. 18, n. 1, p. 153–167, 2010.
- CNI. **Estudo de sistema produtivo: tecnologias de informação e comunicação - TIC**. Brasília, 2018.
- COHEN, W. M.; WALSH, J. P.; NELSON, R. R. Links and Impacts: The Influence of Public Research on Industrial R&D. **Management Science**, v. 48, n. 1, p. 1–23, 2002.
- COLYVAS, J.; CROW, M.; GELIJNS, A.; et al. How do university inventions get into practice? **Management Science**, v. 48, n. 1, p. 61–72, 2002.
- COMMANDER, S.; HARRISON, R.; MENEZES-FILHO, N. ICT Adoption and Productivity in Developing Countries: New Firm Level Evidence from Brazil and India. **The Review of Economics and Statistics**, v. 93, n. 2, p. 528–541, 2011.
- COOKE, P. Regional Innovations Systems: Competitive Regulation in the New Europe. **Geoforum**, v. 23, n. 3, p. 365–382, 1992.
- COOKE, P.; URANGA, M. G.; ETXEBARRIA, G. Regional innovation systems: institutional and organizational dimensions. **Research Policy**, v. 26, p. 475–491, 1997.
- CZERNICH, N.; FALCK, O.; KRETSCHMER, T.; WOESSMANN, L. Broadband Infrastructure and Economic Growth. **Economic Journal**, v. 121, n. 552, p. 505–532, 2011.
- DOSI, G. The nature of the innovative process. In: G. Dosi; C. Freeman; R. R. Nelson; G. Silverberg; L. Soete (Orgs.); **Technical Change and Economic Theory**. p.221–238, 1988. London: Pinter.

- DOSI, G. Finance, innovation and industrial change. **History and Theory**, v. 13, n. 3, p. 299–319, 1990.
- EDQUIST, C. The fixed Internet and mobile telecommunications sectoral system of innovation: equipment production, access provision and content provision. In: F. Malerba (Org.); **Sectoral Systems of Innovation: Concepts, Issues and Analyses of Six Major Sectors in Europe**. p.155–192, 2004. New York: Cambridge University Press.
- EICHENGREEN, B. B.; GUPTAY, P. The two waves of service-sector growth. **Oxford Economic Papers**, v. 65, n. 1, p. 96–123, 2013.
- ETZKOWITZ, H. **The Triple Helix: University-industry-government innovation in action**. New York: Taylor & Francis e-Library, 2008.
- EVANS, P. B. State, Capital, and the Transformation of Dependence: The Brazilian Computer Case. **World Development**, v. 14, n. 7, p. 791–808, 1986.
- EVANS, P. B.; TIGRE, P. B. Going beyond clones in Brazil and Korea: A comparative analysis of NIC strategies in the computer industry. **World Development**, v. 17, n. 11, p. 1751–1768, 1989.
- FAJNZYLBER, P. **A capacitação tecnológica na indústria brasileira de computadores e periféricos: do suporte governamental à dinâmica do mercado**, 1993. Universidade Estadual de Campinas.
- FERRAZ, J. C. Uncertainty, Investment, and Financing: THE STRATEGIC ROLE OF NATIONAL DEVELOPMENT BANKS. In: A. Noman; J. Stiglitz (Orgs.); **Efficiency, Finance, and Varieties of Industrial Policy**. p.105–130, 2017. New York: Columbia University Press.
- FRANSMAN, M. **The New ICT Ecosystem: Implications for Policy and Regulation**. 1º ed. New York: Cambridge University Press, 2010.
- FREEMAN, C. Japan: a new national system of innovation? In: G. Dosi; C. Freeman; R. R. Nelson; G. Silverberg; L. Soete (Orgs.); **Technical Change and Economic Theory**, 1988. Pisa: LEM Book Series.
- FREEMAN, C. The ‘National System of Innovation’ in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, n. 19, p. 5–24, 1995.
- FREITAS, L. C. DE; FERREIRA, F. F.; SILVA, H. B. P.; MORAIS, L. E. DE. Análise da alocação de recursos públicos para universalização da banda larga no Brasil. **TIC Domicílios: Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros**. p.47–57, 2017. Comitê Gestor da Internet no Brasil.
- GARCIA, R.; ARAÚJO, V.; MASCARINI, S.; DOS SANTOS, E. G.; COSTA, A. R. Interações universidade-empresa e a influência das características dos grupos de pesquisa acadêmicos. **Revista de Economia Contemporânea**, v. 18, n. 1, p. 125–146, 2014.
- HAUSMANN, R.; HWANG, J.; RODRIK, D. **What you export matters**. Cambridge, 2005.
- HERNÁNDEZ, H.; GRASSANO, N.; TUBKE, A.; et al. **The 2019 EU Industrial R&D Investment Scoreboard**. Luxembourg, 2019.
- ITU. **Measuring the Information Society Report 2017**. Geneva, 2017.
- ITU. **Measuring the Information Society Report 2018**. Geneva, 2018.
- LUNDEVALL, B.-A. User-Producer Relationship, national systems of innovation and internationalization. In: B.-A. Lundvall (Org.); **National Systems of Innovation: Toward a Theory of Innovation and Interactive Learning**. 1º ed, p.47–70, 2010. London: Anthem Press.

- LUNDVALL, B.-Å. Product Innovation and User-Producer Interaction. **Aalborg Universitet**, n. 31, p. 00–00, 1985.
- MALERBA, F. Sectoral systems of innovation and production. **Research Policy**, v. 31, n. 2, p. 247–264, 2002.
- MALERBA, F. **Sectoral systems of innovation: Concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe**. 1º ed. New York: Cambridge University Press, 2004.
- MARCONINI, M. Underlying Lessons: Service Exports from Brazil. In: A. G. Goswami; A. Mattoo; S. Sáez (Orgs.); **Exporting Services: A developing country perspective**. 1º ed, p.269–308, 2012. Washington: World Bank.
- MAZZUCATO, M. **O Estado Empreendedor: Desmascarando o mito do setor público vs. setor privado**. 2014.
- MAZZUCATO, M.; PENNA, C. C. R. Beyond market failures: the market creating and shaping roles of state investment banks. **Journal of Economic Policy Reform**, v. 19, n. 4, p. 305–326, 2016. Routledge.
- MCTIC. **Relatório Formict 2017**. Brasília, 2019.
- MELO, L. M. DE. Financiamento à Inovação no Brasil: análise da aplicação dos recursos do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) de 1967 a 2006. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 8, n. 1, p. 87, 2009.
- MITERHOF, M. T.; FERRAZ, J. C.; MARQUES, F. S. BNDES: preenchendo lacunas, corrigindo falhas e induzindo externalidades. In: N. Barbosa; N. Marconi; M. C. Pinheiro; L. Carvalho (Orgs.); **Indústria e Desenvolvimento Produtivo no Brasil**. 1º ed, p.467–484, 2015. Rio de Janeiro: Elsevier.
- MOWERY, D. C.; ROSENBERG, N. **Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no Século XX**. Campinas: Editora da Unicamp, 2005.
- MOWERY, D. C.; SAMPAT, B. N. Universities in national innovation systems. In: J. Fagerberg; D. C. Mowery; R. R. Nelson (Orgs.); **The Oxford Handbook of Innovation**. 1o ed, p.209–239, 2005. Oxford: Oxford University Press.
- NARAYANA, M. R. Telecommunications services and economic growth: Evidence from India. **Telecommunications Policy**, v. 35, n. 2, p. 115–127, 2011. Elsevier.
- DE NEGRI, F.; CAVALCANTE, L. R.; ALVES, P. F. **Relações universidade-empresa no Brasil: o papel da infraestrutura pública de pesquisa**. Brasília, 2013.
- NELSON, R. R. **National Innovation Systems: A Comparative Analysis**. New York: Oxford University Press, 1993.
- NELSON, R. R. **As fontes do crescimento econômico**. Campinas: Editora da Unicamp, 2006a.
- NELSON, R. R. Reflections on “The simple economics of basic scientific research”: Looking back and looking forward. **Industrial and Corporate Change**, p. 1–15, 2006b.
- NIEBEL, T. ICT and economic growth – Comparing developing, emerging and developed countries. **World Development**, v. 104, p. 197–211, 2018. Elsevier Ltd.
- NORTH, D. C. **Institutions, institutional change and economic performance**. 1º ed. New York: Cambridge University Press, 1990.
- OLIVEIRA, J. M. DE. A infraestrutura tecnológica do setor de tecnologias da informação e comunicação no Brasil. In: F. De Negri; F. de H. S. Squeff (Orgs.); **Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil**. 1o ed, p.271–314, 2016. Brasília: IPEA.

- PESSALI, H. F. **Nanoelementos da mesoeconomia: uma economia que não está nos manuais**. Curitiba: Editora UFPR, 2015.
- PINHO, M. A visão das empresas sobre as relações entre universidade e empresa no Brasil: uma análise baseada nas categorias de intensidade tecnológica. **Revista de Economia**, v. 37, n. 1, p. 279–306, 2011.
- RAPINI, M. S. **Interação universidade-empresa no Brasil: evidências do diretório dos grupos de pesquisa do CNPq**, 2005. Belo Horizonte.
- ROLLER, L.-H.; WAVERMAN, L. Telecommunications Infrastructure and Economic Development: A Simultaneous Approach. **The American Economic Review**, v. 91, n. 4, p. 909–923, 2001.
- SCHREMPF, B.; KAPLAN, D.; SCHROEDER, D. **National, Regional, and Sectoral Systems of Innovation – An overview**, 2013.
- SCHUMPETER, J. A. **Teoria do Desenvolvimento Econômico**. São Paulo: Nova Cultura, 1997.
- SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2017.
- SHIMA, W. T. Economia de Redes e Inovação. **Economia da inovação tecnológica**. p.333–362, 2005. São Paulo: Editora Hucitec.
- SHIMA, W. T. O desmonte do sistema setorial de inovação em telecomunicações no Brasil. **Revista de Economía Política de las Tecnologías de la Información y Comunicación**, v. IX, n. 2, p. 1–16, 2007.
- SOETE, L.; VERSPAGEN, B.; WEEL, B. TER. Systems of Innovation. In: K. J. Arrow; M. D. Intriligator (Orgs.); **Handbooks in Economics**. 2º ed, p.1159–1180, 2010. Elsevier.
- STEINMUELLER, W. E. ICTs and the possibilities for leapfrogging by developing countries. **International Labour Review**, v. 140, n. 2, p. 193–210, 2001.
- STIGLITZ, J. E. The role of the state in financial markets. **Proc. World Bank annual conference on development economics 1993**, v. 1, n. 1, p. 19–52, 1994.
- SULLIVAN, M. O. Finance and innovation. In: J. Fagerberg; D. C. Mowery; R. R. Nelson (Orgs.); **The Oxford Handbook of Innovation**. p.240–265, 2006. Oxford: Oxford University Press.
- SUZIGAN, W.; ALBUQUERQUE, E. DA M. The underestimated role of universities for the Brazilian system of innovation. **Revista de Economia Política**, v. 31, n. 1, p. 3–30, 2011.
- SZAPIRO, M. As mudanças recentes do setor de telecomunicações e os desafios impostos ao sistema de inovação brasileiro. **Revista de Economía Política de las Tecnologías de la Información y Comunicación Política de las Tecnologías de la Información y Comunicación**, v. IX, n. 2, p. 1–28, 2007.
- SZAPIRO, M. Capacitações tecnológicas e competitivas da indústria de equipamentos de telecomunicações no Brasil. In: L. C. Kubota; R. A. F. de Sousa; M. W. Almeida; F. De Negri (Orgs.); **Tecnologias da Informação e Comunicação: competição, políticas e tendências**. p.135–182, 2012. Brasília: IPEA.
- SZAPIRO, M.; CASSIOLATO, J. Telecommunications System of Innovation in Brazil: Development and Recent Challenges. The First Globelics Conference Innovation Systems and Development Strategies for the Third Millennium. **Anais**. p.1–18, 2003. Rio de Janeiro.
- SZAPIRO, M.; VARGAS, M.; CASSIOLATO, J. E. Advances and limitations of Brazilian innovation policy over the last decade. 12th Globelics Conference in Addis Ababa, Ethiopia. **Anais**, 2014.

- TAVARES, J. M. H. **O papel do BNDES no financiamento da inovação tecnológica**, 2013. Rio de Janeiro.
- TIGRE, P. B. **Liberalização e capacitação tecnológica: o caso da informática pós-reserva de mercado no Brasil**. Rio de Janeiro, 1993.
- WANG, E. H. H. ICT and economic development in Taiwan: Analysis of the evidence. **Telecommunications Policy**, v. 23, n. 3, p. 235–243, 1999.
- ZABALLOS, A.; LÓPEZ-RIVAS, R. **Socioeconomic Impact of Broadband in Latin American and Caribbean Socioeconomic Impact of Broadband in Latin American and Caribbean Countries**. November, p. 22, 2012.
- ZUCOLOTO, G.; NOGUEIRA, M. O.; PEREIRA, L. DE S. Financing innovation in Brazil: the role of the brazilian development bank. **International Journal of Innovation**, v. 7, n. 1, p. 45–66, 2019.