



ENEI

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

FACE-UFMG

Inovação, Sustentabilidade e Pandemia

10 a 14 de maio de 2021

Tecnologias de informação e comunicação no Brasil: uma análise da sua difusão e as possibilidades industriais ainda disponíveis

Marcelo Castellano Lopes (UFPR);

Walter Tadahiro Shima (UFPR);

Resumo: Este artigo analisa a dinâmica da indústria nacional de tecnologias de informação e comunicação (TIC). As tendências crescentes de digitalização afetam as sociedades e novos desafios e oportunidades precisam ser aproveitados pela política industrial. Para discutir a difusão de infraestrutura e tecnologias, foi utilizado o ICT Development Index (IDI), da International Telecommunication Union (ITU). Além disso, dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), com base na Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0), subsidiaram a definição do "setor" de TIC. Por fim, os dados de desempenho competitivo do mercado global foram obtidos por meio do portal Sistemas de Comércio Exterior (Siscomex). O resultado indica que o Brasil tem uma indústria nacional de TIC baseada em serviços com algum grau de competitividade e qualificação crescente, enquanto a indústria de hardware de TIC diminui continuamente. Até certo ponto, ainda há uma chance de empreender a indústria de TIC nos termos atuais da competição global.

Palavras-chave: Indústria nacional; tecnologias de informação e comunicação (TICS); ICT Development Index (IDI).

Código JEL: L63 - Microelectronics; Computers; Communications Equipment; L86 - Information and Internet Services; Computer Software.

Área Temática: 1.1 Dinâmicas industriais setoriais e dos sistemas de produção.

1. Introdução

A crescente tendência geral à digitalização reforça a necessidade de uma estratégia nacional que vise desenvolver as atividades de produção de equipamentos e softwares, pertencentes ao setor de tecnologias de informação e comunicação (TICS). Por efeito, o crescimento da atenção ao setor possibilita que externalidades positivas sejam difundidas por inúmeras outras atividades, partindo do princípio de que estas tecnologias possuem uma característica perversa. Deste modo, o objetivo central deste trabalho é analisar a dinâmica da indústria nacional deste setor a fim de fornecer insumos que possam ser utilizados durante as etapas de elaboração e aplicação de políticas industriais.

É bastante conhecido pela literatura o crescente processo de desindustrialização do Brasil e o crescente reconhecimento da necessidade da retomada da política industrial como instituição instrumental capaz de planejar o novo desenvolvimento econômico. A individualização do setor de TICS enaltece a importância deste para a sustentabilidade da transição entre uma estrutura produtiva estática para uma dinâmica, onde se configura uma organização produtiva baseada na informação e comunicação, enalticida pelo conceito de Indústria 4.0. Para isso, se reascende a defesa de elaborações de políticas industriais que visem facilitar e motivar essa reestruturação, tanto para países marginais, que vêm passando por um período de baixo crescimento, como para países desenvolvidos, que têm perdido participação industrial e empregabilidade frente aos competidores asiáticos (AIGINGER e RODRIK, 2020).

A estrutura produtiva global descentralizada, onde são formadas redes de colaboração e fornecimentos independentes de distâncias físicas, estabelece um terreno com oportunidades para a inserção da indústria nacional em diferentes posições destes relacionamentos. O estabelecimento de firmas nacionais nas cadeias globais de valor, independentemente da posição assumida, tem a capacidade de gerar frutos para a atividade industrial brasileira mediante as ligações estabelecidas com fornecedores nacionais, o que contribui com a retenção de conhecimento complexo, gerando externalidades positivas sobre todos os setores afetados direta e indiretamente (ANDREONI e TREGENNA, 2020). Além disso, a participação nestas redes permite ao país ter voz ativa frente às discussões nos diferentes fóruns internacionais sobre a definição de padrões tecnológicos que ditam as atividades produtivas atuais e futuras deste e de outros setores. Entretanto, do mesmo modo em que as oportunidades são variadas, os competidores internacionais também crescem em mesma ou maior proporção, impondo que as políticas nacionais sejam assertivas e contínuas a fim de desenvolver e equiparar a produção nacional aos padrões desejados pelos agentes líderes em cada nicho de mercado.

A fim de contribuir com a temática de elaboração de uma estratégia nacional de desenvolvimento do setor, este trabalho busca mapear a sua configuração atual, permitindo a identificação da infraestrutura digital disponível frente aos padrões internacionais, o crescimento da produção interna e a competitividade externa. O reconhecimento desses itens é um recurso necessário para o planejamento estratégico de uma política industrial assertiva que vise afetar o setor em questões específicas, visando a construção de capacidades básicas necessárias para a difusão e desenvolvimento das TICS pela sociedade e indústria. Com isso, se enfrenta as debilidades ressaltadas a partir dos países latino-americanos que alarmam a capacidade de adaptação às estruturas produtivas compatíveis com o conceito da Indústria 4.0 (BRIXNER et al., 2020). Por fim, se reforça que o sucesso de uma política industrial, baseada nesses elementos e princípios, permite capacitar os diversos atores inseridos na produção nacional em estabelecer um sistema de inovação compatível com o mercado internacional.

O primeiro ponto abordado é o posicionamento do desempenho brasileiro frente a países semelhantes e referenciais sobre a capacidade de difusão das TICS entre a sociedade. O elemento social é tido como crítico visto a respectiva relação com a existência de externalidades de rede, a qual incrementa os benefícios adquiridos pela sociedade e fomenta o mercado interno, atraindo novos competidores nacionais e criando um ciclo virtuoso de colaboração e competição. A comparação com países similares objetiva situar o desempenho nacional frente à países que também buscam se inserir dentro desse quadro de competição internacional. No caso da comparação com países referência de conectividade, idealiza-se o entendimento de qual é a ociosidade estrutural ainda presente no país.

Os elementos atrelados a esta análise da dinâmica do setor de TICS dizem respeito ao crescimento das atividades produtivas em termos do número de estabelecimentos, vínculos ativos e qualificação profissional. Os dados relacionados ao número de firmas também são trabalhados de modo a comparar o crescimento atrelado às atividades de transformação e prestação de serviços, permitindo a identificação de tendências de especialização que vêm sendo consolidadas diante da produção nacional. Adicionalmente, o quadro de qualificação profissional destaca a demanda das firmas sobre os diferentes níveis de escolaridade, indicando o comportamento associado à intensificação de capital humano e expõe as debilidades e robustez deste quesito.

Por fim, o trabalho utiliza-se das conclusões atreladas às tendências e configurações observadas e contrasta com o desempenho competitivo no mercado internacional. Busca-se reconhecer onde o país está situado em termos de dependência de equipamentos estrangeiro. Além disso, é analisada a competitividade das atividades de transformação e serviços para diferentes grupos de países, a fim de visualizar indícios da competitividade internacional.

2. A relevância das TICS para o desenvolvimento

Inicialmente, como é sabido, o uso da informática ocorreu para fins militares no período Pós Segunda Guerra. Porém, ao longo do tempo, as funcionalidades e o reconhecimento das suas aplicações foram difundidos pela sociedade, gerando incrementos de produtividade nas economias desenvolvidas que anteciparam o processo de adoção. O fato dessas tecnologias terem atuado de maneira pervasiva nos países ricos gerou como efeito a emergência de um debate acerca de qual seria o fluxo que explicaria assertivamente a correlação entre a adoção das TICS e desenvolvimento econômico. Sendo assim, a pergunta a qual buscava-se uma resposta era: estariam essas tecnologias promovendo o enriquecimento interno ou a adoção estava condicionada por esse processo?

Gómez-Barroso & Marbán-Flores (2020) entendem que a literatura acerca das tecnologias de telecomunicações ultrapassou esse questionamento e reconheceu que foi a adoção das TICS que promoveu o processo de desenvolvimento econômico e social nos países. Reforçando a conclusão identificada pelos autores, Roller & Waverman (2001), em estudo baseado em uma amostra de países pertencentes à OCDE, argumentam que a tecnologia de banda larga gerou efeitos positivos sobre a produtividade, externalidades de rede e identificaram uma ligação entre investimentos em infraestrutura e penetração da tecnologia. Na mesma direção, porém, com uma amostra composta por países latino americanos e caribenhos, Zaballos & López-Rivas (2012) substanciam os impactos da banda larga sobre a produtividade e acrescentam os benefícios gerados sobre o produto interno e o nível geral de empregos da economia.

Wang (1999) condiciona o desenvolvimento de Taiwan à existência de uma infraestrutura nacional de informação somada à existência de capital humano qualificado. Na mesma linha, Narayana (2011) avalia o impacto destas tecnologias no desenvolvimento da Índia, onde identificou-se que fatores como nível de renda, educação e ocupação profissional eram elementos que determinavam a adoção destas tecnologias, colocando o componente social como uma variável importante para que os benefícios atrelados às TICS sejam aproveitados em plenitude.

Um dos precursores e defensores enfáticos das oportunidades de desenvolvimento promovidas pela adoção das TICS é Steinmueller (2001). O autor afirma que existem elementos sociais que contribuem para a aceitação e utilização destas tecnologias. Ou seja, embora o processo de *catching-up* seja possível, este estaria condicionado pela pré-existência de uma infraestrutura física e social na qual a sociedade, os trabalhadores e as firmas estivessem aptos a usufruir dos benefícios e, como consequência, tendo a emergência de uma rede de usuários capaz de potencializar a penetração destas tecnologias. A existência de elementos básicos, como a infraestrutura digital e aptidão da população quanto à utilização das TICS, são condicionantes da capacidade de um país tirar proveito das novas oportunidades que emergem da revolução promovida pela Indústria 4.0. Desta forma, Brixner et al. (2020) destacam, a partir de países latino-americanos, que há uma necessidade de países em desenvolvimento e emergentes cumprir com o objetivo de difundir essa infraestrutura de tal modo que os distanciamentos conectivos e produtivos não sejam agravados diante de um novo paradigma técnico-organizacional. Além disso, o próprio conceito da Indústria 4.0 acrescenta e reforça o papel de atores variados na dinâmica produtiva, as quais se relacionam com o ambiente de produção mediante a utilização destas tecnologias que viabilizam a transferência de informações e processamento de dados (WAIBEL et al., 2017; PEREIRA et al. 2017).

Fransman (2010) argumenta que o setor pode ser visualizado a partir da interconexão entre quatro camadas relacionadas ao núcleo tecnológico que formam uma rede colaborativa que externalizam efeitos sobre o processo inovativo. Para o autor, estas camadas podem ser classificadas como: fornecedores de equipamentos, operadores de rede, desenvolvedores de aplicações e conteúdo e usuários. O que vêm acontecendo na organização do setor é um fluxo de transferência do protagonismo relacionado ao desenvolvimento de inovações, passando dos agentes produtores de equipamentos e operadores de rede para os desenvolvedores de conteúdo, os quais enfrentam um mercado competitivo mais dinâmico e interativo com os usuários. Essa dinâmica de protagonismo no dispêndio de recursos para a inovação é abordada por Castro & Galina (2014), onde em estudo relacionado aos dados da PINTEC de 2001 a 2011 as autoras observaram um predomínio dos investimentos movidos pelas atividades de serviço, onde a P&D interna destaca-se como sendo o principal instrumento.

Kenney & Zysman (2016) avaliam o protagonismo destes serviços mediante a constatação de uma economia de plataforma onde os agentes principais são caracterizados pela baixa necessidade de capital

físico e acesso a mercados distintos, atuando muitas vezes apenas como o intermediário de uma relação entre consumidor e fornecedor. Os impactos inerentes desta configuração significam um dinamismo produtivo que ameaça a forma como as políticas industriais vêm sendo elaboradas e implementadas até o momento. Roselino & Diegues (2020) ressaltam esse período de ruptura diante da existência de uma estrutura produtiva fluída, em contraste com uma estrutura estanque que sustentou o arcabouço teórico de políticas industriais aplicadas no Brasil anteriormente. Stiglitz (2017) destaca o papel do Estado na atuação diante desse novo contexto produtivo, principalmente por conta da incapacidade de o mercado lidar com transformações estruturais. Além disso, impactos desafiadores são esperados a partir dessa conjuntura, visto que as tecnologias emergentes podem ameaçar as relações trabalhistas, demandando novamente atuação pública no enfrentamento dessas questões (BOLWIJN et al., 2018). Por fim, as tecnologias emergentes, que se baseiam na arquitetura promovida pelas TICS, reascendem o debate acerca do estabelecimento de políticas industriais visando a recuperação da produção nacional, da empregabilidade e da superação de obstáculos ao crescimento econômico, tanto em países desenvolvidos, como emergentes e subdesenvolvidos (AINGINGER & RODRIK, 2020; ANDREONI & TREGENNA, 2020; DIEGUES & ROSELINO, 2020).

Diante desse contexto, novas estratégias nacionais de desenvolvimento do setor devem ser elaboradas de modo que os recursos e aptidões internos sejam utilizados a favor da construção de uma estrutura produtiva capaz de ser inserida em uma cadeia global de geração de valor. Políticas passadas, focadas nos segmentos de informática e telecomunicações, as quais tiveram sucesso em determinados objetivos estratégicos, poderão ser tomadas como base de reflexão para reforçar a existência de capacidades internas voltadas ao desenvolvimento de inovações, contudo, deverão ser adaptadas a um novo contexto produtivo cada vez mais interligado e com novos desafios emergentes.

Em síntese, a literatura destacada demonstra a relevância das TICS para o desenvolvimento e a consequente necessidade de uma política industrial estratégica, permanente e compatível com as demais políticas implementadas. O entendimento de que essas tecnologias podem ser responsáveis por liderar um processo de *catching-up* fez que com as contribuições buscassem visualizar as relações entre difusão e desenvolvimento econômico. A constante evolução das tecnologias resulta em desafios políticos que devem ser considerados e abordados por agentes públicos, visto que a emergência de plataformas digitais afeta a própria estrutura das relações trabalhistas e reorganiza o ambiente de colaboração e competição. Por fim, essa estrutura produtiva afetada pelo desenvolvimento do setor estabelece um novo marco no qual os objetivos políticos devem ser voltados à inserção da produção nacional em cadeias globais de geração de valor.

3. Metodologia

Esse trabalho foi construído com base em uma análise de dados referentes à indústria de TICS nacional, com ênfase nas atividades de transformação e serviços. Adicionalmente, a fim de propor uma visão sobre o quadro de difusão destas tecnologias, índices adicionais foram consultados e explorados de modo a situar o acesso e a utilização destas tecnologias frente a diferentes países.

3.1 Índice de desenvolvimento de TICS

O primeiro indicador explorado no decorrer do trabalho é o *ICT Development Index* (IDI), elaborado e divulgado pela *International Telecommunication Union* - ITU (ITU, 2017). O IDI é baseado em uma média ponderada de indicadores relacionados à capacidade de acesso, uso e habilidades na utilização destas tecnologias, sendo calculado para todos os países membros da União. A TABELA 1 apresenta os sub-índices que compõem a ponderação do IDI¹. O objetivo da utilização deste indicador é evidenciar o posicionamento do país em termos de conectividade sobre uma perspectiva global. O IDI varia de 0 a 10 e quanto mais próximo deste melhor o desenvolvimento e difusão das TICS no país.

Para fins comparativos do desempenho brasileiro, dois grupos foram selecionados com objetivos distintos. O grupo dos “Mais Conectados” tem o propósito de habilitar uma comparação do Brasil com países que tiveram um desempenho exemplar na última classificação do IDI em 2017. Desta forma, o grupo é constituído por Islândia, Hong Kong, Coreia do Sul, Suíça, Dinamarca e Luxemburgo, os quais estiveram presentes nas primeiras colocações e possuíam dados disponíveis de investimento em telecomunicações para análise. No caso do grupo dos BRICS, este foi selecionado devido ao compartilhamento de semelhanças econômicas, sociais e geográficas, sendo composto por Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. Contudo, evitando o enviesamento dos dados e permitindo a comparação

¹ O cálculo do índice geralmente é anual e está disponível em <https://www.itu.int/pub/D-IND-ICTOI>. Apesar disso, não há dados para os períodos entre 2003 a 2006 e para os anos de 2009 e 2014.

com o Brasil, os dados destes foram removidos das médias do grupo, ou seja, o grupo dos BRICS é tratado apenas como RICS. A fim de viabilizar as análises propostas, alguns dados ausentes tiveram que ser tratados. Este trabalho optou pelo método de interpolação linear sobre os investimentos em serviços de telecomunicação, sendo aplicado para o África do Sul (2004 a 2006), Brasil (2013 e 2014), China (2013), Dinamarca (2018), Hong Kong (2015 e 2018), Índia (2002 a 2006), Rússia (2003 a 2006).

Também foram propostos quatro agrupamentos de países que sustentaram as análises de comércio exterior, sendo esses formados com base nos quartis dos 176 países que tiveram o respectivo IDI elaborado e organizados com o índice em formato decrescente. Os grupos foram divididos em diferentes níveis de conectividade: alta, média alta, média baixa e baixa.²

TABELA 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: *Internacional Telecommunication Union* (2017)

3.2 Delimitação do setor de TICS

O recorte a fim de segmentar o setor de TICS não é tarefa trivial, visto a dinâmica de transversalidade destas tecnologias, na qual sua aplicabilidade pode ser evidenciada em setores de maior ou menor intensidade tecnológica. Contudo, de modo a viabilizar a extração de dados relacionados, a Classificação Nacional das Atividades Econômicas (CNAE 2.0) foi utilizada, conforme destacado pelo QUADRO 1.

² Os países são agrupados da seguinte forma: **Alta**: Islândia, Coreia do Sul, Suíça, Dinamarca, Reino Unido, Hong Kong, Países Baixos (Holanda), Noruega, Luxemburgo, Japão, Suécia, Alemanha, Nova Zelândia, Austrália, França, Estados Unidos, Estônia, Cingapura, Mônaco, Irlanda, Áustria, Finlândia, Israel, Malta, Bélgica, Macau, Espanha, Chipre, Canadá, Andorra, Barein, Belarus, Eslovênia, Barbados, Letônia, Croácia, São Cristóvão e Névis, Grécia, Catar, Emirados Árabes Unidos, Lituânia, Uruguai, República Tcheca e Portugal. **Média-alta**: Rússia, Eslováquia, Itália, Hungria, Polônia, Bulgária, Argentina, Cazaquistão, Brunei, Arábia Saudita, Sérvia, Chile, Bahamas, Romênia, Moldávia, Costa Rica, Montenegro, Omã, Malásia, Líbano, Azerbaijão, **Brasil**, Turquia, Trindade e Tobago, Macedônia, Jordânia, Kuwait, Maurício, Granada, Geórgia, Armênia, Antígua e Barbuda, Dominica, Tailândia, Ucrânia, **China**, Irã, São Vicente e Granadinas, Bósnia-Herzegovina, Colômbia, Maldivas, Venezuela, México e Suriname. **Média-baixa**: Albânia, Seicheles, Mongólia, **África do Sul**, Cabo Verde, Panamá, Uzbequistão, Peru, Equador, Jamaica, Tunísia, Marrocos, Filipinas, Argélia, Egito, Santa Lúcia, Botsuana, República Dominicana, Fiji, Vietnã, Quirguistão, Tonga, Indonésia, Bolívia, Paraguai, Gabão, Líbia, Gana, Sri Lanka, Namíbia, El Salvador, Belize, Butão, Timor Leste, Palestina, Guiana, Guatemala, Síria, Samoa, Camboja, Honduras, Nicarágua, Costa do Marfim, São Tomé e Príncipe. **Baixa**: Lesoto, **Índia**, Mianmar, Zimbábue, Cuba, Quênia, Laos, Nepal, Vanuatu, Senegal, Nigéria, Gâmbia, Sudão, Zâmbia, Bangladesh, Paquistão, Camarões, Moçambique, Maurítania, Uganda, Ruanda, Kiribati, Mali, Togo, Ilhas Salomão, Djibuti, Afeganistão, Angola, Benin, Burkina Faso, Guiné Equatorial, Comores, Tanzânia, Guiné, Malavi, Haiti, Madagascar, Etiópia, República Democrática do Congo, Burundi, Guiné-Bissau, Chade, República Centro-Africana e Eritreia.

QUADRO 1 - 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
Serviços	J	60	Atividades de Rádio e de televisão
		61	Telecomunicações
		62	Atividades de serviços de tecnologia da informação
		63	Atividades de prestação de serviços de informação

FONTE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021)

Com base na delimitação do setor, os dados de estabelecimentos, vínculos e qualificação profissional foram extraídos do portal da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS). Para os dados a respeito do nível de qualificação dos funcionários ativos, considera-se os indicadores de escolaridade completa e incompleta. Entretanto, nos dados relacionados à qualificação de pós-graduação (mestrado e doutorado), são considerados apenas aqueles com titulação completa.

A delimitação do setor, com base na CNAE, também foi utilizada durante a extração de dados relacionados ao comércio exterior. Contudo, ao invés de serem adquiridos diretamente, se fez necessário obter uma relação de correspondência³ entre a CNAE 2.0 com a quarta revisão da *International Standard Industrial Classification* (ISIC). Utilizando-se da classificação correspondente, o acesso aos dados de comércio obtidos se deu a partir do portal de Sistemas de Comércio Exterior (Siscomex), por intermédio da ferramenta Comex Stat, sendo expostos em milhões de dólares e tratados pelos termos de troca tendo 2006 como base 100 e adquiridos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

3.3 Análise da competitividade da indústria nacional de TICS

Adicionalmente aos indicadores de importação e exportação de TICS, que destacam o comércio com todos os países presentes nos dados disponibilizados pelo portal acessado, o trabalho fez proveito da classificação de conectividade exposta na primeira seção e construiu uma tabela de competitividade, onde há uma proporção entre a exportação e importação para países agrupados por níveis de conectividade. O denominado índice de competitividade é calculado da seguinte forma:

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

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 nas quais o Brasil é mais competitivo são representadas por um valor de $ICit > 1$, ou seja, quando o valor das exportações é maior que o total importado do mesmo país.

4. Resultados

O objetivo desta seção é a análise dos dados relacionados ao setor de TICS no que tange à difusão da tecnologia, a evolução da estrutura produtiva, a qualificação dos trabalhadores e a competitividade externa.

4.1 Posicionamento nacional frente à difusão de TICS

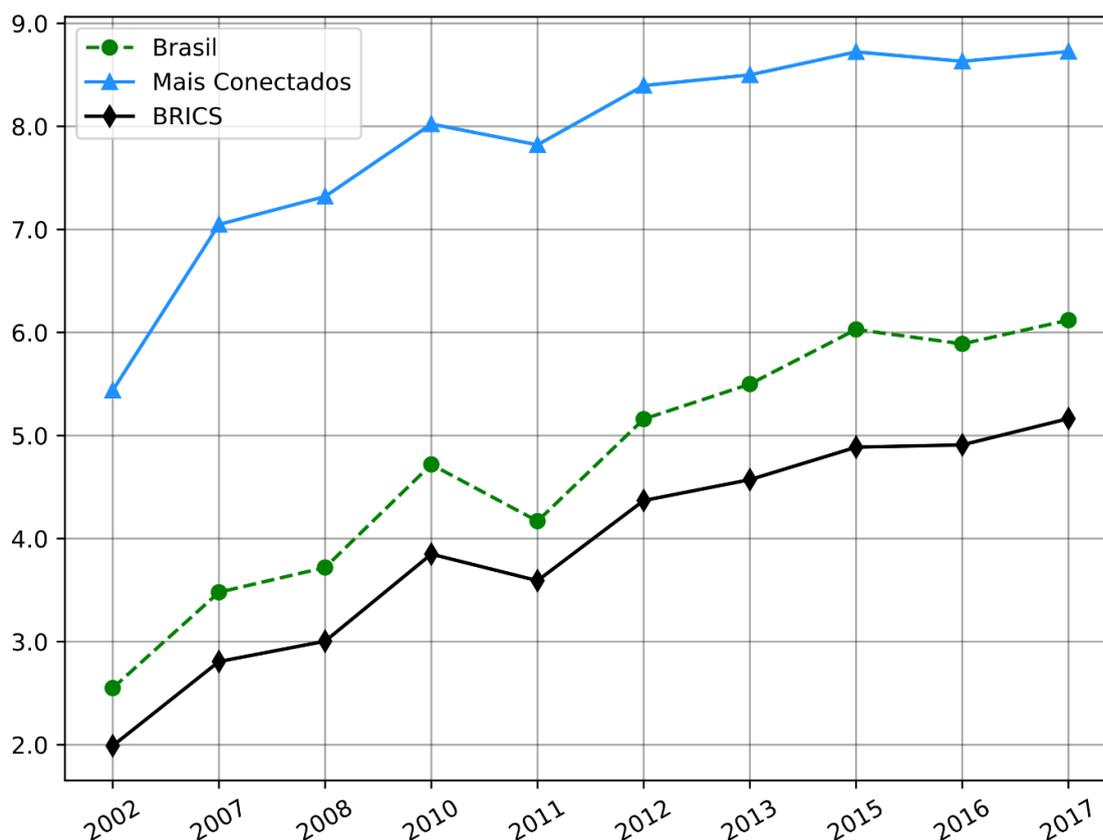
Um dos principais benefícios atrelados ao uso das TICS é aquele relacionado à externalidade de redes. Desta forma, um passo fundamental é a análise de como essa tecnologia está atualmente difundida entre a sociedade. Dito isso, o entendimento, pela população e empresários, de como as TICS podem afetar o desenvolvimento econômico e social, é uma etapa condicionante de uma política industrial eficaz em potencializar o acesso aos recursos disponíveis.

A fim de permitir a análise da difusão tecnológica dentro da população brasileira, o IDI é utilizado como um parâmetro capaz de ilustrar o distanciamento nacional frente à países com semelhanças estruturais (como aqueles pertencentes ao grupo dos BRICS) e com aqueles considerados como referência

³ A tabela de correspondência da CNAE 2.0 x ISIC Rev. 4 pode ser acessada pelo seguinte endereço: <https://bit.ly/3iwZFTj>. Acesso em 01/2021.

neste quesito. De acordo com o GRÁFICO 1 verifica-se óbvia melhoria no desempenho no indicador para os três grupos em função da clara tendência de difusão das TICS e do aprendizado associado ao respectivo uso da tecnologia. Esse resultado vai ao encontro das expectativas de difusão da tecnologia e projeta um otimismo em relação ao estabelecimento de uma arquitetura interativa na qual os agentes produtivos podem almejar iniciativas inovadoras visando incrementar as atividades comunicativas com fornecedores e consumidores. Além disso, a partir da ótica de políticas públicas, uma sociedade mais conectada permite que serviços públicos sejam mais acessíveis, compatíveis e eficientes em combater determinadas questões como transporte, energia, saneamento, etc.

GRÁFICO 1 - DESEMPENHO NA CLASSIFICAÇÃO DO ICT DEVELOPMENT INDEX – 2002-2017



FONTE: *International Telecommunication Union* (2017)

De acordo com a TABELA 2 o Brasil possui uma CAGR⁴ inferior ao observado para a maioria dos países, sendo superior apenas ao da África do Sul, o que ressalta o atraso crescente do Brasil. Posteriormente, essa conclusão a respeito da desaceleração de crescimento é reforçada com base nos investimentos médios per capita e em relação ao PIB para a comparação entre Brasil e BRICS.

TABELA 2 - IDI PARA OS PAÍSES PERTENCENTES AO BRICS – 2002-2017

País	2002	2007	2008	2010	2011	2012	2013	2015	2016	2017	CAGR
Brasil	2,6	3,5	3,7	4,7	4,2	5,2	5,5	6,0	5,9	6,1	6,0%
Rússia	2,7	3,8	4,4	6,0	5,6	6,5	6,7	6,9	6,9	7,1	6,6%
Índia	1,2	1,6	1,7	2,1	2,0	2,4	2,5	2,7	2,7	3,0	6,4%
China	2,0	3,1	3,2	3,9	3,6	4,4	4,6	5,1	5,2	5,6	7,3%
África do Sul	2,1	2,7	2,7	3,4	3,2	4,2	4,4	4,9	4,9	5,0	5,9%

FONTE: *International Telecommunication Union* (2017)

Pelas CAGR na TABELA 3 é óbvia a tendência ao *catching-up*. Enquanto a CAGR do Brasil é de 6,0%, os “Mais Conectados” apresentam um crescimento médio próximo de 3 a 4%. Isso se explica pelo

⁴ Compound Annual Growth Rate – CAGR = $\left(\frac{V_f}{V_i}\right)^{\frac{1}{n}} - 1$, onde V_f = valor final; V_i = valor inicial; n = número de períodos.

avançado estado de difusão das TICS nestes países. Essa tendência ao *catching-up* é observada posteriormente a respeito dos esforços atrelados ao investimento em serviços de telecomunicação, os quais ressaltam o encurtamento da distância promovido pelo processo de maturação tecnológica presente nos “Mais Conectados”.

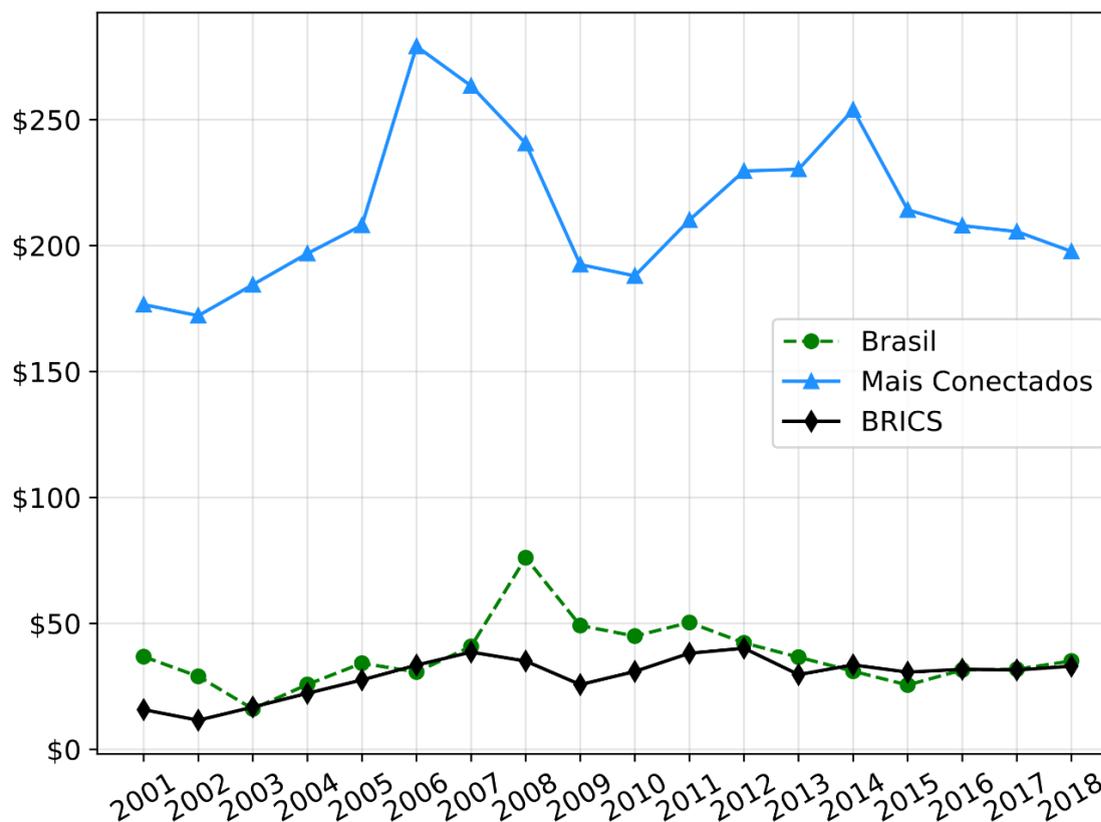
TABELA 3 - IDI PARA OS PAÍSES PERTENCENTES AO GRUPO DOS “MAIS CONECTADOS” – 2002-2017

País	2002	2007	2008	2010	2011	2012	2013	2015	2016	2017	CAGR
Brasil	2,6	3,5	3,7	4,7	4,2	5,2	5,5	6,0	5,9	6,1	6,0%
Islândia	5,9	7,1	7,1	8,2	8,0	8,6	8,6	8,9	8,8	9,0	2,9%
Coréia do Sul	5,8	7,3	7,8	8,6	8,5	8,8	8,9	8,9	8,8	8,9	2,8%
Suíça	5,4	6,9	7,1	7,7	7,5	7,9	8,1	8,6	8,7	8,7	3,2%
Dinamarca	5,8	7,2	7,5	8,3	8,0	8,8	8,9	8,9	8,7	8,7	2,8%
Hong Kong	5,1	6,7	7,1	7,7	7,4	8,1	8,3	8,5	8,5	8,6	3,6%
Luxemburgo	4,6	7,0	7,3	7,8	7,6	8,2	8,3	8,6	8,4	8,5	4,1%

FONTE: *International Telecommunication Union* (2017)

De modo a substanciar a análise relacionada à evolução do desempenho dos países sobre o IDI, o GRÁFICO 2 explicita uma diferença considerável a respeito dos investimentos/capita em serviços de telecomunicação. Apesar da tendência ao *catching-up* apontando nos dados anteriores, é dramática a diferença no volume de investimentos entre os “Mais Conectados” e Brasil e BRICS, juntos. Tudo isso destaca a ampla necessidade de intensificar políticas na busca de ampliar a infraestrutura de TICS no país.

GRÁFICO 2 - INVESTIMENTO/CAPITA EM SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÃO – US\$ - 2001-2018

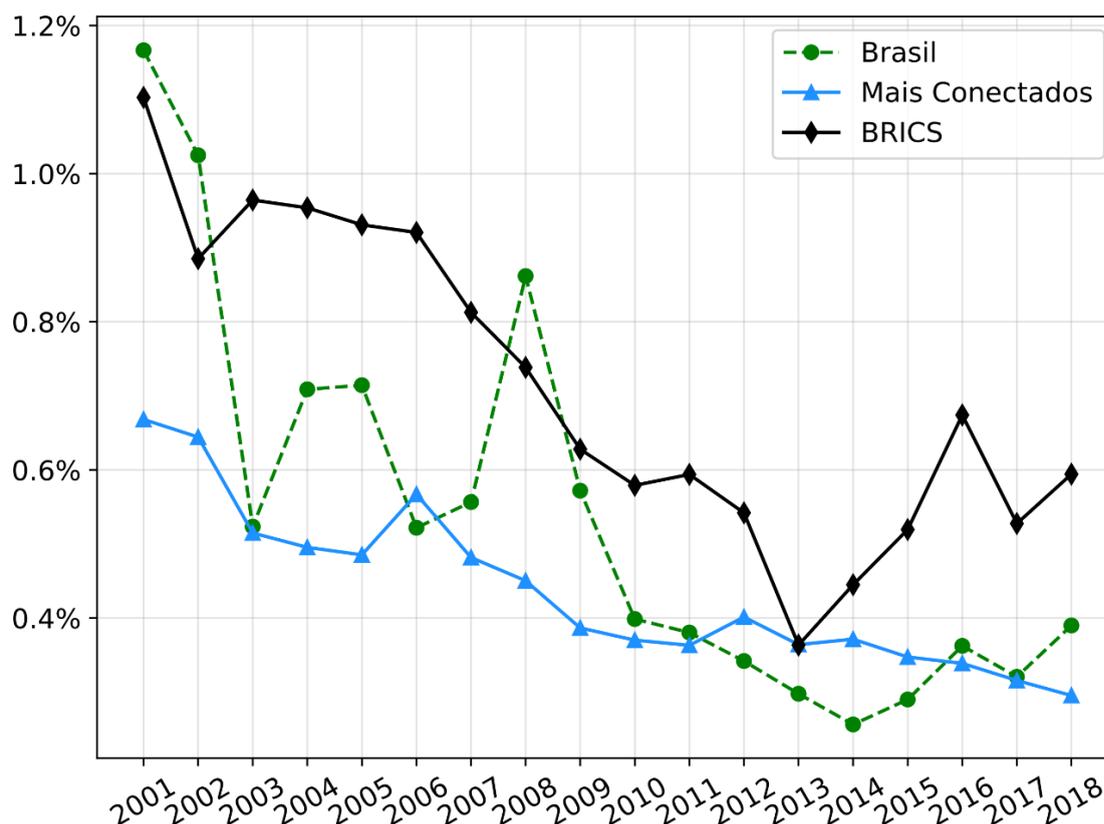


FONTE: *International Telecommunication Union* (2021) e Banco Mundial (2021)

Além dos indicadores de investimento per capita, outro relevante é a relação investimento em serviços de telecomunicação/PIB, que mede a prioridade na pauta de investimentos totais. O GRÁFICO 3 indica uma queda generalizada ao longo da série. No caso dos “Mais Conectados” essa relação já se inicia bem baixa em comparação ao Brasil e BRICS, que pode ser explicada pela já ampla difusão das TICS na economia, de tal forma que, o investimento não precisa acompanhar a mesma dinâmica da expansão do PIB. Por outro lado, essa queda no Brasil e BRICS é preocupante, considerando o que já foi mencionado

anteriormente, que é a necessidade de aumentar os investimentos em busca do *catching-up*. A evolução desta proporção no Brasil situa-se bem abaixo do BRICS, com exceção de 2008, o que corrobora com a menor CAGR da evolução do IDI do Brasil em relação ao BRICS. Conforme destacado em Brixner et al. (2020), países emergentes devem dar maior atenção aos objetivos de difundir a tecnologia digital em função da eminente revolução promovida pela Indústria 4.0, onde um mercado consumidor disponível internamente pode ser um elemento crítico a fim de estimular a produção e inserir o respectivo país em uma posição de destaque no cenário de competitividade internacional.

GRÁFICO 3 - RELAÇÃO INVESTIMENTO EM SERVIÇOS DE TELECOMUNICAÇÃO/PIB – 2001-2018



FONTE: *International Telecommunication Union* (2021) e Banco Mundial (2021)

Em síntese, diante dos resultados atrelados ao desempenho estrutural e da difusão tecnológica, o Brasil tende, em alguma medida, ao *catching-up* e segue a dinâmica do BRICS. Por outro lado, os indicadores do investimento indicam uma deterioração da capacidade brasileira em alcançar os “Mais Conectados”, o que expõe a necessidade de mais políticas industriais para superar o atraso da produção e difusão das TICS no país. Observa-se uma oportunidade atrelada à ociosidade digital existente para os BRICS, visto que, conforme Biryukova & Matiukhina (2019), o grupo ainda peca em não ter elaborado uma política explícita de cooperação nas trocas comerciais de serviços de TICS, o que pode auxiliar tanto no desempenho competitivo como na difusão tecnológica entre a população.

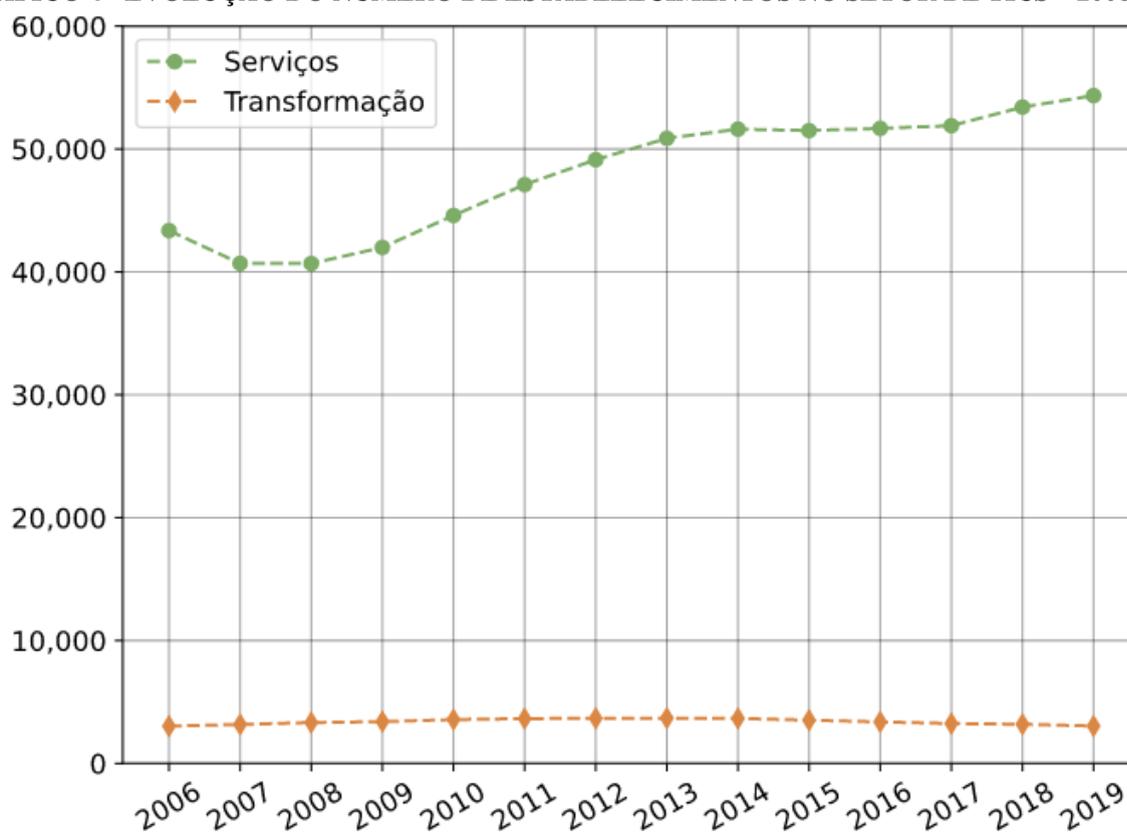
4.2 Estrutura produtiva nacional do setor de TICS

Na sequência, se analisa a evolução do número de firmas, vínculos e tendências observadas. Estes dados permitem identificar os pontos que podem ser incentivados ou fortalecidos pelos formuladores de políticas.

4.2.1 Evolução do número de estabelecimento em TICS

A evolução do número de estabelecimentos no setor, exposto pelo GRÁFICO 4, permite a realização de inferências sobre a confiança do empreendedor e também sobre as tendências observadas. Verifica-se no período de 2008 a 2014 um forte crescimento na confiança do empreendedor, uma vez que aumenta o número de estabelecimentos em mais de 10.000 unidades, principalmente impulsionado pelas atividades de serviços. De acordo com a TABELA 4 constata-se que a CAGR do segmento de serviços para o número de firmas é de 1,8% ao ano e o mesmo indicador para as atividades de transformação se manteve em zero.

GRÁFICO 4 - EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE ESTABELECIMENTOS NO SETOR DE TICS – 2006-2019



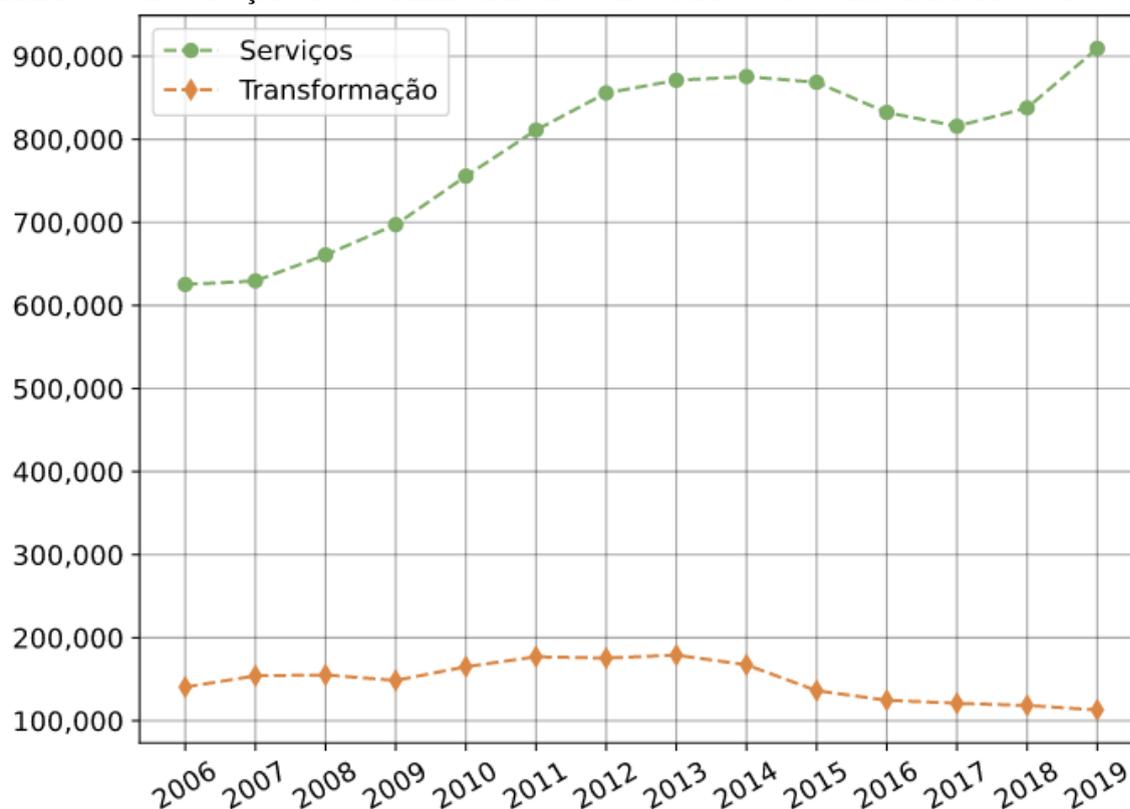
FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2021)

4.2.2 Quadro de vínculos ativos: evolução e qualificação

Com mesmo grau de importância que a evolução do número de estabelecimentos, o quadro de vínculos ativos é uma informação que permite inferências a respeito da capacidade do setor de gerar empregos e, conseqüentemente, elevar o nível de renda da população, tendo em vista que ambos os segmentos se tratam de atividades com elevado grau de complexidade. Além disso, a comparação de ambos resultados permite conclusões a respeito da intensificação do trabalho em capital físico ou humano.

Da mesma forma como no gráfico anterior, o GRÁFICO 5 apresenta a evolução do número de vínculos ativos no setor que segue o mesmo formato dos indicadores relacionados às firmas, mas com pequenas elevações das atividades de transformação que permaneceram relativamente constantes durante todo o período analisado anteriormente.

GRÁFICO 5 - EVOLUÇÃO DO NÚMERO DE VÍNCULOS ATIVOS NO SETOR DE TICS – 2006-2019



FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2021)

A TABELA 4 compara a CAGR da evolução do número de estabelecimentos e vínculos ativos. Objetiva-se nessa análise a realização de inferências a respeito da tendência de intensificação das atividades em capital físico e humano. Verifica-se que crescem o número de firmas e de vínculos para Serviços e estabilidade e decréscimo para Transformação, indicando a maior relevância das atividades de maior intensidade em conhecimento ou maior intangibilidade. Ao mesmo tempo, os vínculos crescem mais do que o número de firmas, o que corrobora ainda mais a relevância do conhecimento nesta atividade tecnológica.

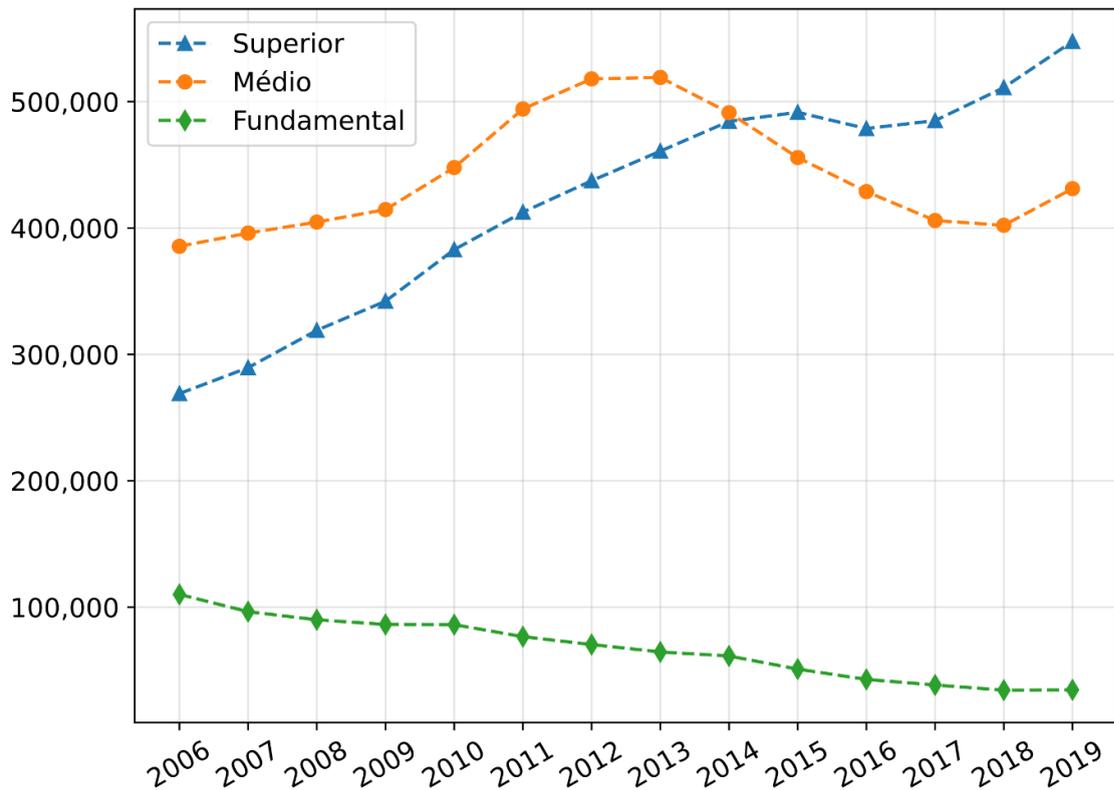
TABELA 4 – CAGR DO NÚMERO DE ESTABELECEMENTOS E VÍNCULOS ATIVOS – 2006-2019

Indicador	Serviços	Transformação
Estabelecimentos	1,8%	0,0%
Vínculos	2,9%	-1,7%

FONTE: Relação Anual de Informações Sociais

A intensificação do crescimento do emprego enfatiza a necessidade de analisar a estrutura da qualificação, tendo em vista as contribuições que possam afetar diretamente a capacidade competitiva promovida por invenções e inovações, visto que, conforme Teixeira et al. (2021), há uma relação positiva entre o número de funcionários delegados às atividades de P&D e a capacidade de gerar inovações de produto em serviços intensivos em conhecimento. É a respeito destas questões que os GRÁFICO 6 e GRÁFICO 7 elucidam a evolução do número de vínculos ativos de acordo com a qualificação observada. A partir de 2013 cai abruptamente o emprego de nível médio, enquanto o de nível fundamental já vinha em queda desde muito antes. Por outro lado, o emprego de nível superior cresce permanentemente. Essa evolução reafirma a natureza do crescimento do setor que é a necessidade de qualificação por conta da produção de conteúdo “inteligentes” ou a necessidade de maior criatividade, que é inerente à produção de bens intangíveis.

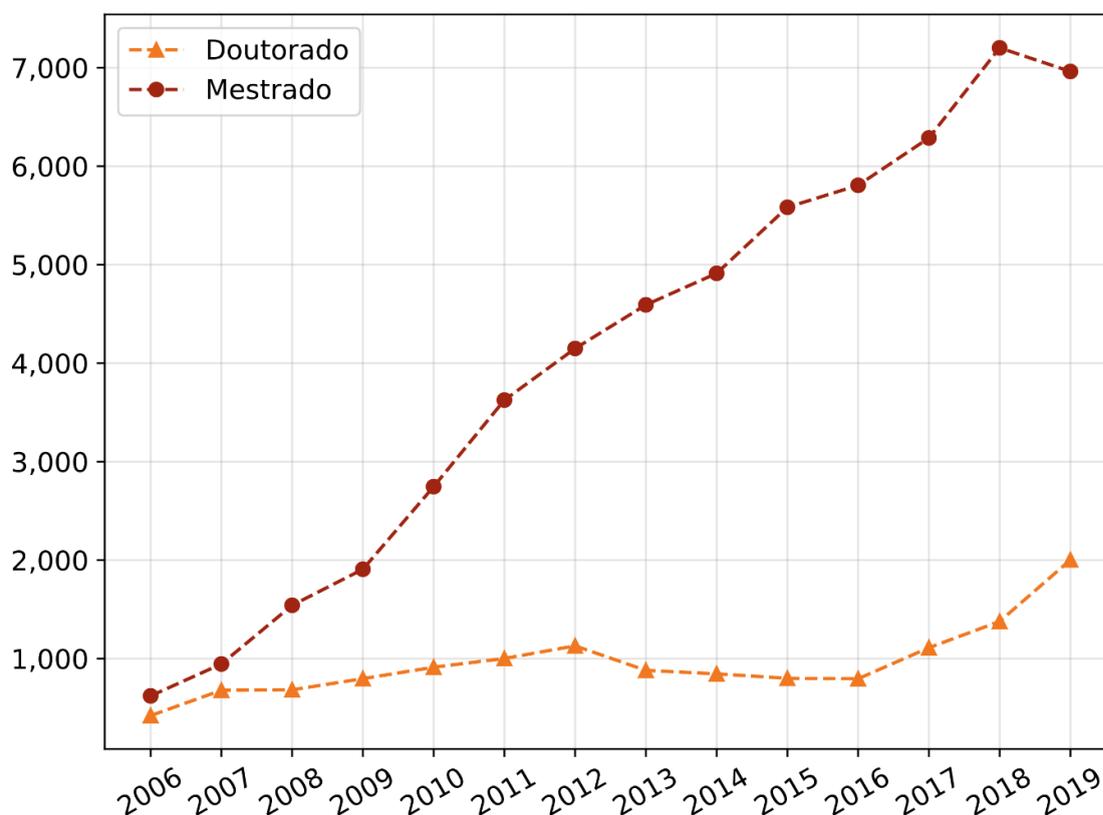
GRÁFICO 6 - QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL DOS TRABALHADORES INSERIDOS NO SETOR DE TICS – 2006-2019



FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2021)

Indo além da qualificação de ensino superior, profissionais com mestrado e doutorado podem servir de parâmetro para analisar a procura das empresas por profissionais que estariam diretamente relacionados com atividades de P&D, as quais se destacam por terem sido a principal fonte de inovações ao menos para as atividades de serviço segundo Castro & Galina (2014) e Teixeira et al. (2021). Da mesma forma que a qualificação de nível superior, cresce o emprego de nível mestrado de forma expressiva e o de nível doutorado se eleva levemente a partir de 2016, apenas. Esse indicador pode indicar a existência de um esforço proveniente das firmas em se adequar a um ambiente competitivo onde a capacidade de inovar é uma competência fundamental para viabilizar a sustentabilidade em um mercado dinâmico. Por outro lado, o fato de o doutorado ainda não ser uma necessidade fundamental indica que a produção de conhecimento novo não assume elevado grau de complexidade ou ineditismo e que P&D ou inovação seja ainda apenas adaptativa e/ou incremental, que pode ser basicamente resolvida com níveis de qualificação menores (nível superior/mestrado). De acordo com Castro & Galina (2014) o direcionamento das inovações acaba sendo voltadas ao ambiente interno e organizacional da firma, ou seja, esse ineditismo, por muitas vezes, acaba não chegando ao mercado consumidor e sociedade.

GRÁFICO 7 – NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS COM PÓS-GRADUAÇÃO NO SETOR DE TICS – 2006-2019



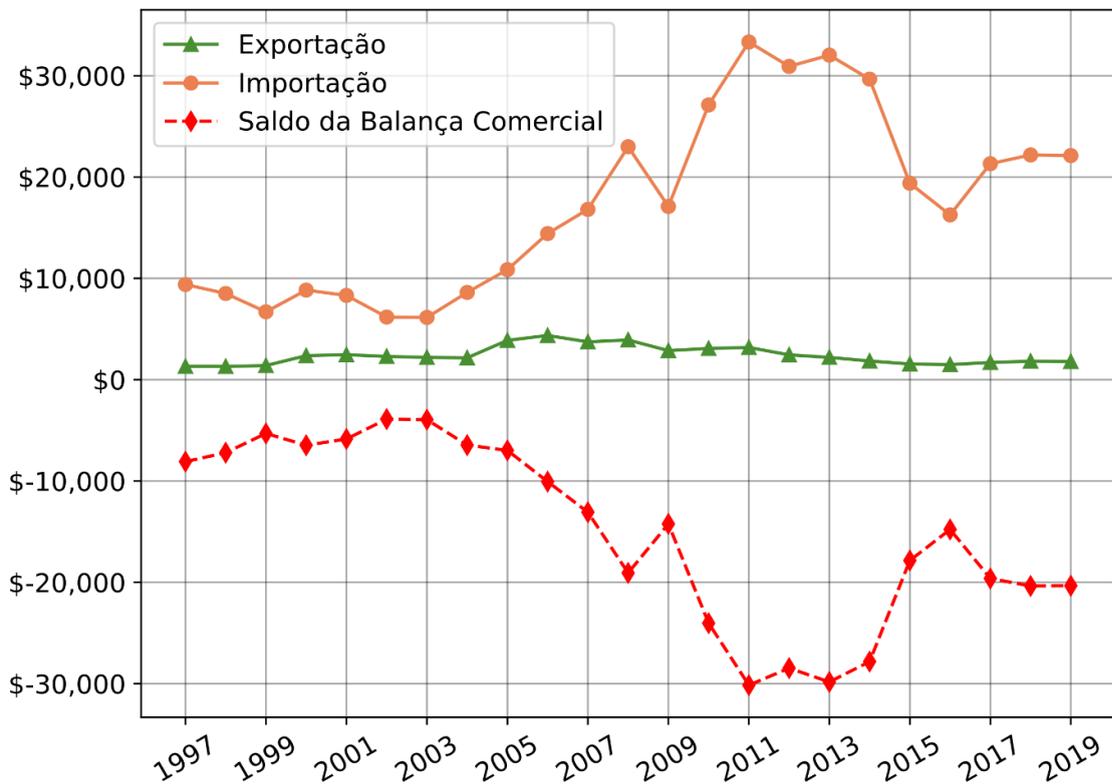
FONTE: Relação Anual de Informações Sociais (2021)

Em síntese, a estrutura produtiva nacional do setor de TICS demonstra estar se especializando no segmento de serviços, com destaque para a intensificação das atividades em capital humano. A transformação, em contraste, caminha por uma trajetória voltada à intensificação em capital físico, possivelmente a partir de uma estratégia de competição voltada à redução de custos e especialização em nichos específicos do mercado. A qualificação profissional dos trabalhadores é um dos indicadores melhor avaliados a partir da estrutura nacional, pois se trata de um fator condicionante do sucesso e sustentabilidade das firmas segundo Pereira et al. (2020). Essa relação também pode ser transposta à dinâmica de P&D interna, a qual assume protagonismo para o setor segundo Castro & Galina (2014). Contudo, segundo as autoras, o enfoque dado às inovações restritas ao ambiente interno da firma é um elemento que acaba limitando os avanços que atingem a sociedade.

4.2.3 Análise da balança comercial e capacidade competitiva do país no setor

Sobre as atividades de prestação de serviços relacionados às tecnologias de informação e telecomunicações, o país demonstra crescimento do número de firmas e emprego, que por sua vez, evolui em direção à construção de uma rede profissional formada por graduandos e pesquisadores com titulações de mestres e doutores. Esses resultados expõem um contexto no qual a expectativa resultante é de fortalecimento da estrutura produtiva nacional, podendo ser confirmada diante do desempenho no comércio exterior. Baseado nesse quesito, o GRÁFICO 8 busca evidenciar o comportamento das importações e exportações de TICS a fim de identificar relações de dependência do mercado externo e, de maneira complementar, apresentar as evoluções que incorreram sobre esses indicadores. O quadro do comércio exterior brasileiro no setor de TICS mostra uma deterioração da competitividade em função do crescente déficit da balança comercial. Enquanto as exportações se mantiveram estáveis durante todo o período analisado, as importações cresceram expressivamente a partir do ano de 2003 até 2011. Na sequência, estas reduziram supostamente por conta da depreciação cambial. A dependência de insumos estrangeiros pode ser considerada como uma oportunidade perdida pelo país, visto que o mercado interno é um dos maiores do mundo e, conforme evidenciado na seção a respeito da difusão destas tecnologias, o país avança em direção à construção de uma sociedade mais conectada. Deste modo, os recursos e debilidades nacionais poderiam ter sido abordados estrategicamente a fim de estabelecer um plano de desenvolvimento destas tecnologias, reduzindo a dependência estrangeira, evoluindo a capacidade inovativa e, por consequência, a competitividade das firmas nacionais.

GRÁFICO 8 - EVOLUÇÃO DA BALANÇA COMERCIAL PARA O SETOR DE TICS EM MILHÕES EM DÓLARES – 1997-2019



FONTE: Sistemas de Comércio Exterior (2021)

Apesar do crescente déficit da balança comercial é importante avaliar a competitividade de forma desagregada para cada tipo de atividade. Utilizando-se da aplicabilidade e reconhecimento das funcionalidades das TICS, o mercado externo acaba sendo capaz de estabelecer diferentes nichos que podem ser objetos de inserção internacional da produção realizada em território brasileiro. Deste modo, a TABELA 5 e GRÁFICOS 9 e 10 evidenciam a evolução do índice de competitividade por tipo de atividade do setor para cada nível de conectividade. Para os períodos onde o índice é superior a uma unidade o Brasil demonstrou maior inserção comercial no respectivo mercado para aquela categoria de atuação.

TABELA 5 - ÍNDICE DE COMPETITIVIDADE PARA O SETOR DE TICS POR GRUPO DE CONECTIVIDADE – 1997-2019

ANOS	Transformação				Serviços			
	Alta	M. Alta	M. Baixa	Baixa	Alta	M. Alta	M. Baixa	Baixa
1997	0,10	0,35	1,15	0,59	0,06	0,07	1,61	22,09
1998	0,10	0,46	1,46	0,91	0,09	0,08	1,92	4,04
1999	0,12	0,76	1,62	1,69	0,15	0,10	3,75	13,93
2000	0,16	0,91	1,04	2,52	0,13	0,13	0,65	8,32
2001	0,24	0,64	0,89	3,46	0,13	0,18	0,31	9,48
2002	0,38	0,42	0,64	2,13	0,19	0,37	0,27	64,75
2003	0,36	0,42	0,42	0,94	0,39	0,45	0,75	31,14
2004	0,18	0,42	0,65	4,16	0,50	0,48	5,54	45,38
2005	0,24	0,61	0,76	3,20	0,40	0,62	5,42	84,10
2006	0,15	0,53	0,84	5,37	0,35	0,67	4,98	18,74
2007	0,11	0,35	0,81	1,19	0,28	0,60	2,57	14,06
2008	0,09	0,24	0,80	0,73	0,20	0,48	6,93	37,29
2009	0,10	0,23	0,64	0,96	0,17	0,34	2,40	8,82
2010	0,08	0,13	0,66	0,54	0,15	0,31	6,91	3,44
2011	0,08	0,09	0,70	0,59	0,13	0,28	1,91	1,73
2012	0,07	0,07	0,47	0,53	0,12	0,28	2,73	3,41
2013	0,07	0,06	0,32	0,67	0,09	0,11	2,64	1,68
2014	0,06	0,05	0,25	0,92	0,09	0,17	4,12	1,85
2015	0,09	0,06	0,17	1,40	0,14	0,20	4,85	1,90
2016	0,11	0,07	0,12	0,88	0,20	0,42	7,81	2,10
2017	0,12	0,05	0,10	0,78	0,13	0,45	7,32	0,43
2018	0,13	0,05	0,11	0,66	0,15	0,55	10,82	0,55
2019	0,15	0,04	0,08	0,45	0,15	0,51	15,03	0,93

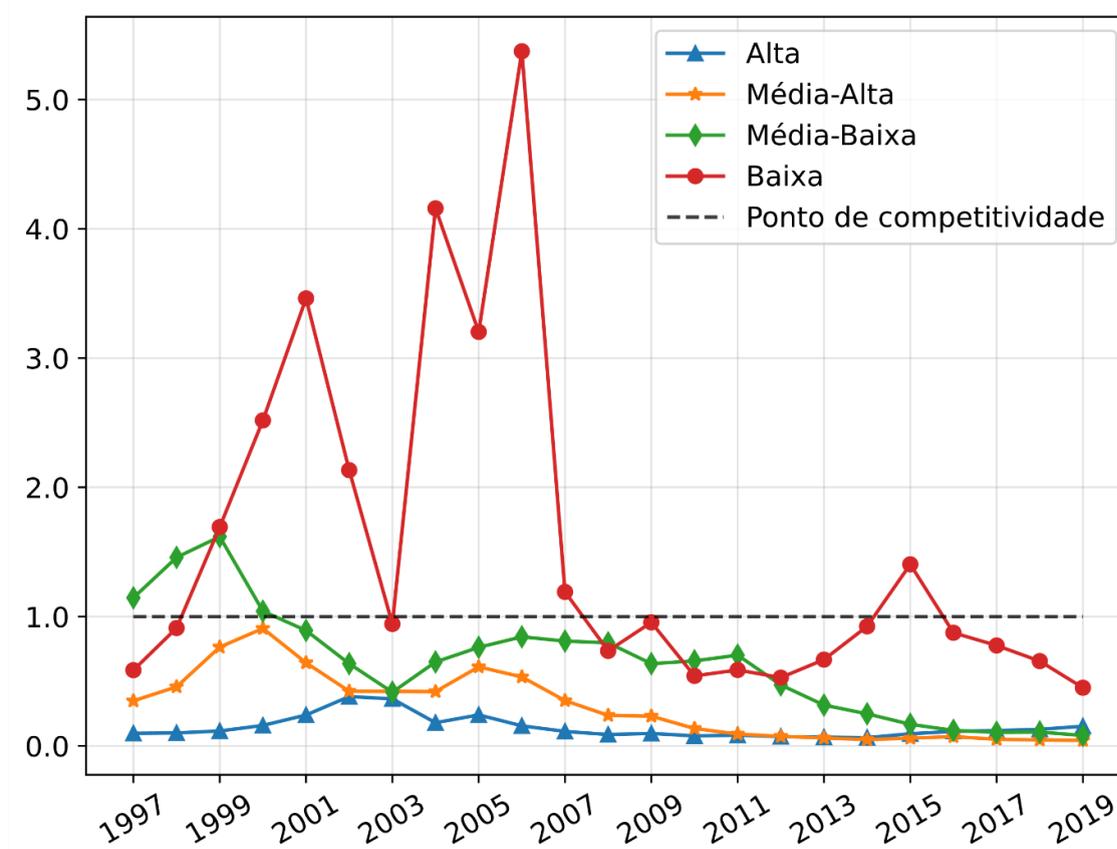
FONTE: Sistemas de Comércio Exterior (2021) e *International Telecommunication Union* (2017)

O comportamento desta tabela fica melhor evidenciado nos GRÁFICOS 9 e 10, que apresentam a dinâmica de evolução dos índices.

O

GRÁFICO 9 demonstra a fragilidade da indústria nacional de equipamentos frente à competitividade estrangeira, em que apresentava competitividade até 2007 somente para os países de baixa conectividade. A partir de 2008, até para estes países há perda de competitividade (com exceção de 2015). Importante ressaltar que a relação com este grupo foi estimulada durante o final do século XX e os anos iniciais do século XXI, chegando a patamares de exportação cinco vezes superiores aos valores importados. Ainda mais o país apresentou alguma competitividade com os países de média-baixa conectividade no início da série até o ano de 2000. Para os demais níveis de conectividade a indústria nacional de equipamentos de TICS nunca foi competitiva durante a série analisada. Os resultados observados para o segmento de transformação são compatíveis com o esperado diante dos resultados apresentados de estagnação do número de estabelecimentos e intensificação da produção em ativos físicos.

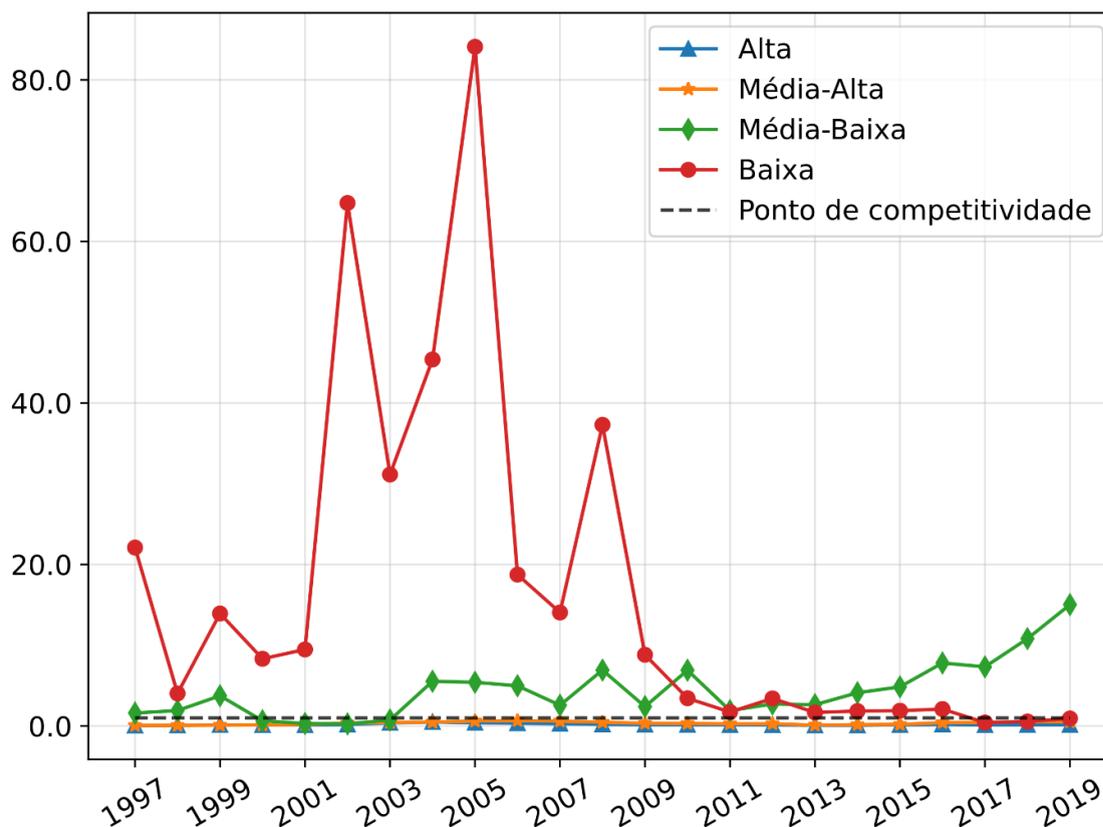
GRÁFICO 9 - EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE COMPETITIVIDADE PARA A ATIVIDADE DE TRANSFORMAÇÃO FRENTE A PAÍSES AGREGADOS EM TERMOS DE CONECTIVIDADE - 1997-2019



FONTE: Sistemas de Comércio Exterior (2021) e *International Telecommunication Union* (2017)

Por outro lado, conforme GRÁFICO 10, as atividades de serviços de TIC apresentam uma competitividade superior para todos os níveis de conectividade dos países. Não se julga propriamente competitivo para os países de alta e média-alta conectividade, mas há uma certa proximidade à igualdade, o que não ocorre minimamente com a situação da indústria de transformação acima. Essa evolução relativamente positiva tem sentido, na medida em que, conforme apontado anteriormente, cresce significativamente o emprego nesta atividade.

GRÁFICO 10 - EVOLUÇÃO DO ÍNDICE DE COMPETITIVIDADE PARA A ATIVIDADE DE SERVIÇO FRENTE A PAÍSES AGREGADOS EM TERMOS DE CONECTIVIDADE - 1997-2019



FONTE: Sistemas de Comércio Exterior (2021) e *International Telecommunication Union* (2017)

Em síntese, a balança comercial brasileira demonstra uma alta dependência de produtos estrangeiros, fundamentalmente de equipamentos por países de alta, média-alta e média-baixa conectividade, que acabam sendo constituídos por grandes parceiros comerciais como os Estados Unidos e China. Entretanto, desempenhos promissores são evidenciados sobre as atividades de prestação de serviços a respeito das relações com países de média-baixa conectividade, que podem servir de desafios iniciais a fim de desenvolver a capacidade competitiva nacional. Contudo, embora a crescente participação comercial neste mercado exponha resultados que possam gerar certo otimismo, a deficiência atrelada à dependência de equipamentos estrangeiros e a decrescente participação nos demais mercados de serviço demonstram a fragilidade associada ao setor de TICS instalado no país. Deste modo, as tendências de crescimento de firmas, vínculos e qualificação dos trabalhadores devem estar acompanhadas de políticas que estimulem a criação de ligações entre produtores e fornecedores, universidades e centros de pesquisa e, por fim, parcerias internacionais estratégicas que possam fomentar a capacidade nacional de desenvolver soluções inovadoras para a crescente demanda internacional.

5. Considerações finais

O objetivo central deste trabalho foi analisar a dinâmica da indústria nacional de TICS sobre três dimensões: desempenho atrelado à difusão destas tecnologias, categorização da estrutura produtiva e desempenho competitivo em mercado internacional.

Conforme os critérios estabelecidos para a análise, é bastante óbvia a evolução positiva do IDI no Brasil, nos países “Mais Conectados” e BRICS. Dentre os BRICS, o Brasil manteve uma CAGR em torno do padrão “médio” do grupo que foi de 6 a 7%. Porém, situou-se numa condição inferior a todos os componentes do grupo com exceção da África do Sul. Ou seja, há uma clara tendência ao atraso do Brasil. Comparativamente aos “Mais Conectados”, a CAGR do Brasil é expressivamente superior. Porém, estes países já se encontram em níveis mais próximos ao máximo de 10 do IDI. Portanto, a difusão não cresce na mesma velocidade. Ao mesmo tempo, os indicadores de investimentos em serviços de telecomunicação per capital e proporcional ao PIB, de forma geral, indicam uma deterioração no Brasil mais acentuada em relação aos BRICS e “Mais Conectados”. Essa deficiência da infraestrutura digital disponível implica desafios em frente a um novo paradigma técnico-organizacional promovido pela Indústria 4.0, no qual os efeitos podem ser de perpetuação da liderança competitiva que está atualmente atribuída aos países mais

conectados (BRIXNER et al., 2020). Deste modo, espera-se que países emergentes busquem de imediato cumprir o objetivo de difusão da infraestrutura digital pela sociedade e, adicionalmente, estabeleçam parcerias a fim de estimular um processo de catching-up conjunto por meio de trocas comerciais que auxiliem na implementação das tecnologias e incremento das capacidades competitivas, conforme observado para o grupo dos BRICS (BIRYUKOVA & MATIUKHINA, 2019).

Para o segundo ponto abordado, a configuração da indústria nacional de TICS parece estar voltada para o desenvolvimento de aplicações e conteúdo. Esse resultado vai ao encontro das tendências de evolução do setor, onde essas atividades assumem o protagonismo em relação às inovações geradas. Adicionalmente, a baixa dependência de capital físico, destacada pela existência de plataformas digitais, impõe um terreno no qual se enfatiza mais a capacidade de identificação de problemas e oferta de soluções simples, do que a necessidade de altos investimentos iniciais e incidência de sunk costs. Deste modo, MALAQUIAS et al. (2017) contribuem com a dinâmica na qual o governo é capaz estimular a adoção de serviços públicos ofertados digitalmente que afetam a promoção do desenvolvimento econômico, social e humano.

Por fim, diante do objetivo de avaliar o nível de dependência da produção externa e capacidade competitiva, o Brasil demonstra um alto nível de importação de produtos e serviços provenientes de países de alta e média-alta conectividade. No caso das atividades de serviço, que indicam estar melhor situadas na estrutura produtiva nacional, o desempenho competitivo é promissor nas relações comerciais com países pertencentes ao nível de média-baixa conectividade. Contudo, é nítida a fragilidade de inserção nacional em mercados de maior complexidade, o que demanda um esforço de planejamento estratégico visando acalorar as relações entre instituições que visem promover a capacidade nacional de desenvolver inovações estratégicas para uma conjuntura de demanda crescente por produtos e serviços provindos do setor. A debilidade competitiva também é explorada pelo relatório de Competitividade Brasil 2019/2020 elaborado pela CNI (2020), onde o país é posicionado em penúltimo colocado em uma classificação composta por 18 países, liderada pela Coreia do Sul. Dentre os fatores mais preocupantes destacam-se o acesso à financiamento, elevada carga tributária, ambiente macroeconômico hostil e disseminação da educação em termos insatisfatórios. Na mesma linha de auxílio ao empreendimento e inovação, o relatório intitulado de Global Innovation Index 2020 reforça a situação precária do país em termos de competitividade colocando-o na 62ª posição em uma classificação composta por 131 países, tendo a sofisticação do mercado nacional como o ponto mais crítico (DUTTA et al., 2020).

Em síntese, é possível afirmar que o Brasil possui uma indústria nacional de TICS numa condição de destruição crescente na parte de Transformação, mas com um esforço de qualificação da força de trabalho e especialização em atividades de desenvolvimento de softwares, aplicativos e conteúdo. Deste modo, diante de um objetivo central de posicionar esses agentes em uma perspectiva de competição internacional, se assume algumas questões que merecem atenção da política industrial. Ainda é preciso intensificar o investimento em serviços de telecomunicação, os quais demonstraram ser incompatíveis com a infraestrutura instalada atualmente, o que limita os benefícios provenientes das externalidades de redes. No caso das atividades produtivas, medidas devem ser tomadas de modo a fomentar a criação de redes colaborativas entre as empresas de serviço, tirando proveito desses recursos para modernizar as relações públicas com a sociedade intermediada pelos aparatos digitais.

Information and communication technologies in Brazil: an analysis of their diffusion and the industrial possibilities still available

Abstract: This paper analyses the national information and communication technologies (ICT) industry dynamics. The growing digitalization trends affect societies and new challenges and opportunities need to be taken by industrial policy. In order to discuss the infrastructure and technologies diffusion, the ICT Development Index (IDI), from the International Telecommunication Union (ITU) was used. In addition, data from the Annual List of Social Information (RAIS), based on the National Classification of Economic Activities (CNAE 2.0) supported the definition of ICT "sector". Finally, data for the global market competitive performance were obtained through the Foreign Trade Systems portal (Siscomex). The outcome indicates that Brazil has a service-based ICT national industry with some degree of competitiveness and increasing qualification, while the ICT hardware industry steadily declines. To some extent, there is still a chance to undertake the ICT industry in the current terms from the global competition.

Keywords: National industry; information and telecommunication technologies (ICT); ICT Development Index (IDI)

6. Referências bibliográficas

- AIGINGER, K.; RODRIK, D. Rebirth of Industrial Policy and an Agenda for the Twenty-First Century. **Journal of Industry, Competition and Trade**, v. 20, n. 2, p. 189–207, 2020. Journal of Industry, Competition and Trade.
- ANDREONI, A.; TREGENNA, F. Escaping the middle-income technology trap: A comparative analysis of industrial policies in China, Brazil and South Africa. **Structural Change and Economic Dynamics**, v. 54, p. 324–340, 2020. Elsevier B.V. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.strueco.2020.05.008>>. .
- BIRYUKOVA, O. V.; MATIUKHINA, A. I. ICT Services Trade in the BRICS Countries: Special and Common Features. **Journal of the Knowledge Economy**, v. 10, n. 3, p. 1080–1097, 2019. Journal of the Knowledge Economy.
- BRIXNER, C.; ISAAK, P.; MOCHI, S.; et al. Back to the future. Is industry 4.0 a new tecno-organizational paradigm? Implications for Latin American countries. **Economics of Innovation and New Technology**, v. 29, n. 7, p. 705–719, 2020. Taylor & Francis. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1719642>>. .
- CASTRO, I. T. DE; GALINA, S. V. R. Inovação no setor de tecnologia da informação e comunicação no Brasil - uma análise comparada entre a indústria e serviço no período de 2001 a 2011. **Navus - Revista de Gestão e Tecnologia**, v. 4, n. 2, p. 19–32, 2014. Disponível em: <<http://navus.sc.senac.br/index.php/navus/article/view/174>>. .
- CNI. **Competitividade Brasil 2019-2020**. Brasília, 2020.
- DIEGUES, A. C.; ROSELINO, JOSÉ E. Editorial - Política Industrial e Indústria 4.0: a retomada do debate em um cenário de transformações no paradigma tecnoprodutivo. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 19, n. e0200032, p. 1–18, 2020.
- DUTTA, S.; REYNOSO, R. E.; LANVIN, B.; et al. The global innovation index 2020. In: S. Dutta; B. Lanvin; S. Wunsch-Vicent (Orgs.); **Global Innovation Index 2020: Who will finance innovation?** 13° ed, p.1–40, 2020. Geneva: Cornell University, INSEAD e WIPO.
- FRANSMAN, M. **The New ICT Ecosystem: Implications for Policy and Regulation**. 1° ed. New York: Cambridge University Press, 2010.
- GÓMEZ-BARROSO, J. L.; MARBÁN-FLORES, R. Telecommunications and economic development – The 20th century: The building of an evidence base. **Telecommunications Policy**, v. 44, n. 2, 2020.
- ITU. **Measuring the Information Society Report 2017**. Geneva, 2017.
- KENNEY, M.; ZYSMAN, J. The rise of the platform economy. **Issues in Science and Technology**, v. 32, n. 3, p. 61–69, 2016.

MALAUQUIAS, R. F.; DE OLIVEIRA MALAUQUIAS, F. F.; HWANG, Y. The role of information and communication technology for development in Brazil. **Information Technology for Development**, v. 23, n. 1, p. 179–193, 2017. Taylor & Francis. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/02681102.2016.1233854>>. .

NARAYANA, M. R. Telecommunications services and economic growth: Evidence from India. **Telecommunications Policy**, v. 35, n. 2, p. 115–127, 2011. Elsevier. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.telpol.2010.12.001>>. .

PEREIRA, A. C.; ROMERO, F.; PEREIRA, A. C.; ROMERO, F. A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. **Procedia Manufacturing**, v. 13, p. 1206–1214, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.09.032>>. .

PEREIRA, J. H. D. S.; LOPES, J. E. F.; PORTO, G. S. Evolutionary Stages of the Life Cycle of Information and Communication Technology Companies: Evidence from Brazil. **International Journal of Innovation Management**, v. 2150020, 2020.

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.

ROSELINO, J. E.; DIEGUES, A. C. **Limites do arcabouço tradicional de política industrial para o Brasil: elementos para uma abordagem alternativa em um mundo de estruturas fluidas**. 2020.

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 coming great transformation. **Journal of Policy Modeling**, v. 39, n. 4, p. 625–638, 2017. The Society for Policy Modeling. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jpolmod.2017.05.009>>. .

TEXEIRA, A. L. DA S.; OLIVEIRA, V. C. P. DE; MENDES, P. S.; LOPES, D. P. T.; RAPINI, M. S. Technological and Organizational Innovation for Knowledge-Intensive Business Services in Brazil. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 20, n. e021002, p. 1–29, 2021.

WAIBEL, M. W.; STEENKAMP, L. P.; MOLOKO, N.; OOSTHUIZEN, G. A. Investigating the Effects of Smart Production Systems on Sustainability Elements. **Procedia Manufacturing**, v. 8, n. October 2016, p. 731–737, 2017. The Author(s). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.promfg.2017.02.094>>. .

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 Countries. **Bid**, , n. November, p. 22, 2012. Disponível em: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/5754/Socioeconomic_Impact_of_Broadband_in_Latin_America_and_Caribbean_Countries.pdf?sequence=1>. .