



ENEI

Encontro Nacional de Economia Industrial e Inovação

FACE-UFMG

Inovação, Sustentabilidade e Pandemia

10 a 14 de maio de 2021

O papel das TIC nas relações intersetoriais entre indústria e serviços

Amanda Alves (Doutoranda em Economia –
FCLAr/UNESP);

Dr. Rogério Gomes (Professor do Departamento de
Economia – FCLAr/UNESP);

Dr. Celso Neris Jr. (Pesquisador de Pós-Doutorado em
Economia – FCLA/UNESP)

resumo:

Há décadas as Tecnologias de Informação e Comunicação vêm dando suporte ou sendo incorporadas em inovações e promovendo profundas transformações na economia mundial. Nenhum futuro próximo é relevante para reafirmar através de novas tecnologias emergentes (big data, nuvem, etc). Este trabalho analisa as relações intersetoriais entre atividades industriais, TIC e serviços nas principais economias do mundo para os anos de 2000, 2007 e 2014, procurando compreender o papel que as TIC desempenham na economia, a relação entre empresas, bem como as mudanças ocorridas no período. Nesse caso, adota-se uma metodologia de avaliação aplicada em dois indicadores: (i) valor adicionado - análise descritiva para dimensionar as atividades e; (ii) densidade dos elos - para avaliar os encadeamentos. Os resultados mostram que nas economias mais avançadas os indicadores entre TIC e outras atividades são mais densos e estão diretamente relacionados ao desenvolvimento de serviços mais sofisticados, situados nas etapas das cadeias de valor que geram parcela diferenciada do valor adicionado.

palavras-chave:

Tecnologias de informação e comunicação; indústria; serviços; relações intersetoriais

Código JEL:

D57; L63; L80

Área Temática:

1.1 - Dinâmicas industriais setoriais e dos sistemas de produção

1. Introdução

A formatação dos parágrafos de conteúdo são: fonte Times New Roman, corpo 11, justificado, espaçamento simples, com recuo de parágrafo de 1,2cm, exceto no primeiro parágrafo após qualquer título, que deve ser sem recuo algum (como nesse exemplo).

As tecnologias da informação e comunicação (TIC) são reconhecidas por proporcionarem grandes transformações na economia. Elas foram fundamentais para o surgimento das cadeias globais de valor no século XX e continuam a influenciar a dinâmica e o funcionamento dessas cadeias, por meio de novos desenvolvimentos tecnológicos como big data, internet das coisas, nuvem, dentre outros (NORDAS e KIM, 2013; WTO, 2019). Para a OCDE (2017), a indústria de TIC é a espinha dorsal da sociedade atual e do que hoje se considera como economia digital. Além de ser considerada pré-requisito para ingressar na maioria das cadeias de valor (WTO, 2019). Isto suscita alguns questionamentos a respeito da indústria, quais sejam, como é a dinâmica dessa indústria e suas principais características; como ela tem influenciado a dinâmica das cadeias globais de valor; como ela influencia o desenvolvimento dos países e as estruturas produtivas e; de que forma os países podem se beneficiar delas para atuarem em etapas mais sofisticadas das cadeias de valor.

O objetivo deste trabalho é analisar e quantificar os encadeamentos entre atividades industriais e de serviços para a indústria de TIC. Para isso, o estudo analisa as relações intersetoriais entre as duas atividades nas principais economias do mundo para os anos de 2000, 2007 e 2014, procurando identificar os principais elos entre elas. Essa análise permitirá compreender o papel que as duas atividades desempenham na economia e a relação entre ambas, bem como as mudanças estruturais no período. Para isso, adotamos o pressuposto levantado por Szapiro (2012) quanto a relevância do setor de TIC para o desenvolvimento econômico das estruturas nacionais: quanto mais avançada a estrutura econômica de um país, mais fortes serão seus encadeamentos com o setor. E, além disso, consideramos que as TIC impulsionam o desenvolvimento de serviços mais sofisticados e que estes, por sua vez, implicam em etapas das cadeias de valor que geram maior parcela de valor adicionado na produção de um bem (CASTELLACCI, 2008; BALDWIN, 2013).

Este trabalho está dividido em cinco seções, além desta introdução. O item 2 busca caracterizar o complexo TIC, apresentando as diferentes atividades, as diferenças em termos e valor adicionado e habilidades demandadas. O item seguinte detalha os procedimentos metodológicos e as métricas empregadas. O item 4 avalia o valor adicionado dos países e atividades selecionadas. O item 5 faz a avaliação do indicador de densidade da rede. Por último, são feitas as considerações finais aos resultados obtidos.

2. O papel dos serviços nas CGV: a importância das TIC

Este trabalho está dividido em cinco seções, além desta introdução. O item 2 busca caracterizar o complexo TIC, apresentando as diferentes atividades, as diferenças em termos e valor adicionado e habilidades demandadas. O item seguinte detalha os procedimentos metodológicos e as métricas empregadas. O item 4 avalia o valor adicionado dos países e atividades selecionadas. O item 5 faz a avaliação do indicador de densidade da rede. Por último, são feitas as considerações finais aos resultados obtidos.

É bastante difundido na literatura que o período a partir da segunda metade do século XX veio acompanhado de fortes mudanças na estrutura produtiva global (a difusão das TIC e o processo de globalização) e com impactos em âmbito social e econômico. Porém, é a partir das décadas de 1970 e 1980 que essas mudanças foram se tornando mais evidentes por estarem, em parte, relacionadas ao desenvolvimento dos países e, por sua vez, na nova relação que se estabeleceu entre indústria e serviços e em como este último se tornou o setor mais relevante na maioria das economias mundiais em termos de valor adicionado e emprego, segundo CNI (2014).

Embora, de um lado, os serviços representem em muitos países desenvolvidos aproximadamente dois terços do PIB e menos de um quarto do total do comércio de bens, de outro eles contribuem com

mais de 50% na formação de valor adicionado de muitos desses países (OCDE, 2013). Isso mostra como os serviços contribuem de forma significativa no processo produtivo de todos os bens manufaturados (OCDE, 2013).

Entretanto, antes mesmo do avanço tecnológico gerado pela difusão das tecnologias de informação e comunicação (TIC), os serviços já vinham se tornando os principais responsáveis pelos níveis de produto e emprego em economias avançadas, como no caso dos Estados Unidos e Inglaterra (SINGELMANN, 1978; GREENHALGH e GREGORY, 2001).

Nesse sentido, muitos trabalhos têm buscado entender o papel das atividades de serviço na economia. Dentre os mais influentes destaca-se o que ficou conhecido como modelo dos três setores de Fisher (1935) e Clark (1940), conforme Singelmann (1978). Tal modelo visa compreender o desenvolvimento das economias através da evolução dos setores primário (agricultura, pesca, silvicultura, mineração), secundário (indústria manufatureira) e terciário (serviços). Os autores argumentam que o aumento da renda per capita gerado pela agricultura leva a transferência do emprego para o setor secundário. O mesmo processo de aumento da renda per capita como consequência das atividades industriais levará, posteriormente, a movimentação do emprego para o setor terciário, ou seja, para os serviços (SINGELMANN, 1978).

O modelo dos três setores implica que um alto nível de emprego no setor terciário requer alto nível de renda per capita e que a participação crescente dos serviços na economia ocorre consequentemente da mudança na composição da demanda. A partir do momento em que os serviços passam a ser o setor dominante da economia, a taxa de crescimento econômico tende a desacelerar, devido a menor produtividade do setor se comparado ao setor manufatureiro (SINGELMANN, 1978).

O modelo da doença do custo (*cost disease*) desenvolvido por Baumol (1967) segue na mesma direção do modelo de Fisher (1935) e Clark (1940) no que se refere a produtividade do setor de serviços. O modelo de Baumol (1967) argumenta que o aumento da produtividade na manufatura leva ao aumento da absorção da força de trabalho pelo setor de serviços. Contudo, os custos atrelados a esse setor são crescentes, não permitindo aumentos significativos de produtividade, levando a desaceleração da taxa de crescimento econômico.

Greenhalgh e Gregory (2001) apontam que a visão dos modelos apresentados defende o setor de serviços como aquele que gerava taxas de produtividade consistentemente mais baixas do que as da manufatura. A mudança para uma economia de serviços e o amplo reconhecimento da queda da manufatura em países industrializados eram tidos como uma ameaça permanente para a taxa de crescimento econômico.

No entanto, as mudanças ocorridas nas últimas décadas mostram que essas visões isoladas não são suficientes para explicar o avanço e especialização que os serviços vêm apresentando, uma vez que, esse setor já se tornou o principal determinante dos níveis de emprego e produto em muitas economias (GREENHALGH e GREGORY, 2001; CASTELLACCI, 2008). Logo, tais abordagens não explicam a mudança estrutural que se pode observar a partir dos anos 1970 e 1980 no sistema produtivo e, principalmente, a transformação que se deu no papel dos serviços na economia.

Segundo Greenhalgh e Gregory (2001), a dimensão mais significativa da mudança tem sido o aumento crescente da demanda por serviços que são utilizados como bens intermediários por outros setores, em particular, a indústria, refletido na mudança da organização das empresas em relação ao processo de terceirização e no aumento do conteúdo de serviços incorporados aos produtos.

A revolução das TIC que marca esse período mostra como os desenvolvimentos originários do setor de eletrônicos tornaram-se o agente de mudança em uma frente muito mais ampla, fortemente através de aplicações dentro dos serviços e fornecido para outros setores. A crescente especialização dentro da economia e no setor de serviços, em particular, representaram o componente dominante da mudança estrutural. Os serviços passaram a se tornar fonte de ganhos de produtividade e como um canal para a difusão da inovação e melhoria da qualidade de produto e processos através da transmissão dos resultados de P&D empreendidos em outros setores (GREENHALGH e GREGORY, 2001, p. 645).

Greenhalgh e Gregory (2001) mostram que o processo de evolução dos serviços acarretou mudanças muito significativas também no emprego, onde se observou uma alteração na absorção de mão-de-obra da indústria pelo setor de serviços. Além de uma tendência acentuada na demanda por

trabalho cada vez mais qualificado, indicando como o papel do conhecimento e do aprendizado tem ganhado relevância no processo inovativo das empresas para a elaboração de bens e serviços de maior qualidade.

Para Kon (2007), dentre as principais transformações que ocorreram a partir das últimas décadas do século XX tem-se: o aumento da internacionalização das atividades econômicas; reorganização das firmas dominantes; crescente integração entre indústria e serviços; crescente uso da microeletrônica; aumento da demanda por trabalho qualificado, porém com destruição de postos de trabalho não-qualificado; aumento na complexidade do consumo e; mudanças no papel do Estado. Nesse processo, o papel assumido pelos serviços ganhou peso considerável na alavancagem do desenvolvimento, tornando necessário a renovação da classificação dessas atividades.

Kon (2007) observa que a partir dos anos 1970 o sistema de produção se tornou mais flexível, passando por um crescente processo de terceirização (outsourcing) de atividades produtivas. Na maior parte das vezes essas atividades eram serviços que não constituíam o foco de produção central da firma e estabeleceram novos sistemas de conexão inter e intra-firma, fazendo surgir uma rede de pequenas e médias empresas especializadas no fornecimento de serviços ao produtor como limpeza, alimentação, segurança, dentre outras, que atuavam como atividades de apoio a central produtiva. Adicionalmente, houve a realização de processos de *offshoring* com a transferência de plantas produtivas para países com mão-de-obra menos qualificada e renda per capita mais baixa (FORNARI, GOMES e HIRATUKA, 2017).

Nesse período uma série de inovações radicais foram sendo progressivamente introduzidas na economia, inicialmente com a indústria de semicondutores e, posteriormente, com setor de softwares e telecomunicações que se difundiram rapidamente a partir dos anos 90. Com isso surgiram novos serviços inteiramente baseados nas tecnologias de informação e comunicação e, também, avanços nos serviços já existentes (CASTELLACCI, 2008).

Influenciado por estes acontecimentos, Castellacci (2008) destaca que o setor de serviços tem experimentado rápido crescimento, sendo responsável atualmente pela maior parcela do valor adicionado, emprego e comércio na maioria dos países. Essa nova dinâmica do setor, propiciada por algumas atividades de serviços mais avançados em decorrência ao surgimento e difusão das TIC, mostra que diferentemente das antigas visões apresentadas que pregam os serviços como “inimigos” do crescimento econômico, tem havido uma crescente interdependência e uma troca maior de conhecimento entre indústria e serviço.

Essa integração em serviços e indústria é apontada por Low (2013) com uma característica das cadeias de valor, no sentido de que serviços e indústria são interdependentes no processo que ocorre da concepção do produto até o suporte ao consumidor final.

Nesse contexto, os serviços têm sido muitas vezes considerados como a “cola” que une as cadeias de valor e assegura que elas funcionem de maneira fluida. Além disso, os serviços são parte de muitos processos produtivos que os tornam um insumo comercializável (LOW, 2013).

Dessa forma, o processo de globalização e a evolução das TIC a partir da década de 70 e, principalmente 80, redefiniram e deram um novo significado ao setor de serviços que passou a ser fundamental e ao mesmo tempo complementar para a indústria. Uma vez que os serviços têm se tornado um setor altamente dinâmico e sofisticado, influenciado não só por mudanças nas preferências na demanda final, mas também, por alterações na organização interna à firma, às mudanças estruturais nos padrões do comércio internacional e ao avanço tecnológico (FORNARI, GOMES e HIRATUKA, 2017; CASTELLACCI, 2008; KON, 2007; GREENHALGH e GREGORY, 2001).

A OCDE (2017) ressalta que os principais avanços e inovações tecnológicas estiveram sempre acompanhados por transformações extensivas no mercado de trabalho, no sentido de que a difusão de tecnologias digitais aumenta a demanda por emprego com “tarefas não-rotineiras” (normalmente relacionadas a atividades complexas realizadas por mão de obra qualificada), às custas do emprego com “tarefas rotineiras” (tarefas menos complexas, de fácil padronização, normalmente realizadas por mão de obra menos qualificada).

Em meio a essas mudanças, os serviços passaram a ter um caráter ainda mais heterogêneo e diversificado como parece ser consenso na literatura econômica. Dada essa característica, algumas

propostas de taxonomias foram desenvolvidas para que se pudesse classificar de forma adequada os vários tipos de serviços existentes. Entre os vários aspectos que essas tipologias incorporam, este estudo tem especial interesse na: capacidade dos serviços em absorver e criar inovação; sua relação com demais setores da economia, em particular, como se integram com a indústria e sua relevância para as CGV. Em suma, a relevância da atividade no sistema econômico.

A classificação proposta por Castellacci (2008) divide os serviços em três grupos: o primeiro são serviços intensivos em conhecimento (ou de alto conteúdo tecnológico), representam o suporte à base de conhecimento ao qual as atividades inovadoras de todos os outros setores são construídas. Eles são os fornecedores de conhecimento especializado e soluções técnicas como software, P&D, engenharia e consultoria. O segundo grupo são os serviços de infraestrutura de suporte que, representam os serviços de infraestrutura física como transporte e distribuição e serviços de infraestrutura de rede como finanças e telecomunicações. No terceiro grupo se encontram os serviços pessoais que são serviços de baixo conteúdo tecnológico que adquirem tecnologia e conhecimento de outros setores.

Segundo o autor, os serviços intensivos em conhecimento e os serviços de infraestrutura de rede são mais dinâmicos que os demais por estarem mais próximos do paradigma das TIC.

Já CNI (2014) divide o setor de serviços em duas categorias: serviços relacionados a custos e serviços de agregação de valor. Na primeira se enquadram funções que afetam custos de produção como logística e transportes, armazenagem, reparos e manutenção, crédito e serviços financeiros, viagens, acomodação, alimentação, distribuição, dentre outros. Na segunda categoria, se encontram as funções que contribuem para agregar valor, diferenciar e customizar produtos (design, engenharia, consultorias, softwares, serviços técnicos especializados, serviços sofisticados de TI, marketing, dentre outros) e, por conseguinte, elevar o seu preço de mercado e aumentar a produtividade do trabalho e a remuneração do capital.

A classificação da CNI (2014) traz, também, uma organização hierárquica da produção global: os países desenvolvidos (PD) estão associados aos serviços de agregação de valor, onde se encontram áreas intensivas em conhecimento e inovação e; os países em desenvolvimento (PED) estão associados aos serviços relacionados a custos, que se referem a setores de menos sofisticação tecnológica e menos inovadores.

Dentre os vários tipos de serviços que existem, como é possível notar acima, determinadas categorias contribuem positivamente para a competitividade da indústria e para uma melhor atuação nas CGV. Serviços mais avançados ou mais sofisticados são aqueles com maior incorporação de conhecimento. Essa categoria de serviços é, portanto, aquela em que se encontra a maior parte do valor adicionado gerado na cadeia de valor (CASTELLACCI, 2008; BALDWIN, 2013; CNI, 2014).

A integração crescente entre serviços e indústria é uma característica que foi favorecida pelo processo de globalização e avanço das TIC. Segundo Castellacci (2008), essa integração acontece na medida em que a evolução da indústria impulsiona o desenvolvimento de serviços avançados e estes, por sua vez, contribuem para o crescimento da indústria. Essa relação favorece a competitividade industrial local e internacional da firma, afetando positivamente sua atuação nas cadeias globais de valor. Esse fenômeno tem alterado as formas como as empresas ingressam e se mantêm nas cadeias globais de valor, uma vez que, serviços mais avançados são essenciais à medida que contribuem para o aumento da produtividade industrial (CNI, 2014).

Nesse contexto, a OCDE (2017) ressalta a relevância dos serviços de TIC para o comércio internacional num mundo crescentemente digital, juntamente com serviços financeiros e serviços logísticos e de distribuição, pois ajudam a aumentar a produtividade, o comércio e a competitividade em toda a economia, tanto na manufatura quanto no próprio setor serviços.

Diegues e Roselino (2019) destacam papel central dos serviços de TIC para o desenvolvimento de economias nacionais e empresas, principalmente, nesta nova era da Indústria 4.0. A terceira revolução industrial trouxe consigo a evolução do setor serviços em que surgiram atividades intensivas em tecnologia, uma vez que muitos destes serviços estão relacionados às TIC. Dentre esses serviços, os de informação e telecomunicação ganham destaque pelos autores, pois, argumentam que esses serviços são a infraestrutura essencial para o desenvolvimento das economias neste novo paradigma.

O principal fator dessas transformações foi o processo de digitalização que ocorreu ao longo do

tempo. A digitalização levou a um processo de convergência tecnológica a partir dos anos 90, fenômeno este que vem alterando os limites de cada segmento das TIC, possibilitando a integração de diversos mercados e setores. Esse processo ocorre quando mudanças estruturais combinam mercados anteriormente distintos. No que se refere às TIC, essas mudanças implicaram na convergência entre as indústrias de semicondutores, a fabricação de equipamentos eletrônicos, serviços de telecomunicações, desenvolvimento de software e produção de conteúdo (ARAUJO e SOUZA, 2014; OLIVEIRA, 2016).

Nesse sentido, para Fransman (2010), as TIC se tornaram um “ecossistema” formado por equipamentos configurados em redes que fornecem plataformas nas quais provedores de internet utilizam para fornecer conteúdos e aplicativos. De acordo com autor, trata-se de uma indústria dinâmica que fornece o mecanismo essencial para o desenvolvimento econômico e social, tanto a nível nacional quanto global.

Szapiro (2012) também argumenta nessa mesma direção, destacando que as TIC são responsáveis por fornecer a infraestrutura de informação e comunicação sem a qual as economias não podem se desenvolver. Logo, quanto maior o grau de desenvolvimento desta indústria (ou ecossistema) num determinado país, maior será seu desenvolvimento econômico e social potencial.

O processo dinâmico e evolutivo das TIC está intrinsecamente relacionado com as atividades industriais e de serviços do próprio setor e tem se distribuído pelo mundo, influenciando as mudanças estruturais em direção a uma indústria cada vez mais especializada no desenvolvimento de serviços, principalmente, serviços de alto conteúdo tecnológico (SZAPIRO, 2012).

Assim, Araújo e Souza (2014, p. 9) chamam atenção para o fato de que os efeitos das TIC na economia e na sociedade decorrem não somente do volume expressivo de investimentos em P&D, mas, principalmente, dos efeitos transversais sobre a produtividade de outras atividades econômicas.

Dessa forma, mais do que ferramentas facilitadoras de processos e de redução de custos de transação, as TIC levam a integração de tecnologias e organizações, estruturas e processos internos das firmas e suporte ao aprendizado que, conseqüentemente, leva à criação de conhecimento (reforçando o papel importante da informação). Dessa forma, as TIC se tornam também a atividade que induz e auxilia na inovação em processos de produção, formas de organização de negócios internos ou externos nas mais diversas áreas da atividade econômica (TIGRE e PINHEIRO, 2019).

A partir desta revisão, fica claro os efeitos transversais que as TIC podem ter em uma economia. A seguir, iremos destacar os procedimentos metodológicos para avaliar as relações intersetoriais que ela possui nas estruturas econômicas analisadas.

3. Procedimentos metodológicos

A metodologia deste estudo para a análise das relações intersetoriais entre as atividades industriais, de serviços e das TIC está baseada em dois indicadores: *valor adicionado* e *densidade de rede*. Os dados utilizados são das matrizes insumo-produto da *World Input-Output Database* (WIOD, 2016), informações que contemplam 43 países e 56 setores classificados conforme a *International Standard Industrial Classification*, revisão 4 (ISIC rev. 4). Utilizamos as matrizes dos anos de 2000, 2007 e 2014 (parte da série mais recente e com estatísticas compatíveis). Para evitar excesso de informações, foram selecionados três anos entre os disponibilizados: o mais antigo, o intermediário (antes da crise de 2008) e o mais recente, respectivamente. Os valores monetários foram deflacionados pelo Índice de Preço ao Produtor da OCDE referentes ao ano de 2010.

Em adequação ao âmbito deste trabalho, a análise das relações intersetoriais é aplicada para as economias mais relevantes em TIC, selecionadas segundo o valor adicionado das matrizes de insumo-produto da WIOD (2016) - maior parcela do valor adicionado em relação ao valor adicionado mundial. De acordo com este critério, foram selecionados: Alemanha, China, Coreia do Sul, Estados Unidos, França, Grã-Bretanha, Índia, Japão e Taiwan. Juntos, esses países foram responsáveis por aproximadamente 68% do valor adicionado das TIC em 2014. Além dos países mencionados, este estudo inclui o Brasil na amostra em avaliação – de acordo com o critério adotado, o Brasil aparece no 12º lugar.

Dentre os setores (56) definidos pela WIOD foram considerados seis agregados; a saber: (1) TIC consideradas em três segmentos, sendo: i) TIC-indústria, ii) TIC-telecomunicações e iii) TIC-serviços;

(2) indústria sem TIC-indústria; (3) serviços (i) de baixa intensidade tecnológica e (ii) de média/alta intensidade tecnológica. Assim, a agregação dos serviços conforme conteúdo tecnológico segue uma tentativa de combinação entre as classificações propostas por Castellacci (2008) e pela CNI (2014).

A avaliação realizada neste estudo (sobre os países selecionados, com base na agregação setorial e anos selecionados) é realizada em duas etapas. Na primeira etapa, é feita análise descritiva do valor adicionado (tomado como *proxy* das estruturas produtivas). Na segunda etapa, calcula-se o indicador de *Densidade Total e Parcial* pelo método de Análise de Redes. Esse indicador permite analisar e comparar as estruturas internas e de diferentes economias a partir das relações intersetoriais. Tal método permite ressaltar as diferenças nas estruturas produtivas, seja pela indicação de diversificação/especialização em determinadas atividades (valor adicionado), seja por meio das densidades dessas atividades, destacando, portanto, os elos mais relevantes entre os setores (FORNARI, GOMES e HIRATURA, 2017)¹. Para a aplicação deste método optou-se por limitar o número de relações intersetoriais, considerando apenas fluxos intermediários a partir de US\$ 100 milhões, eliminando fluxos pouco relevantes e facilitando a análise dos resultados. Esse filtro representa menos de 1% dos fluxos intermediários nos casos EUA e China, por exemplo.

A *densidade* é medida pela razão $m/(n(n-1))$, onde n é o número de nós (setores) e m o número de elos existentes entre os nós da rede (GOYAL, 2007). O valor da densidade de uma rede varia no intervalo $[0, 1]$ e, quanto mais próxima de 1 for a densidade, maior é o número de ligações entre os setores da economia. A *Densidade Total*, relativa aos elos de uma rede, pode ser entendida também como a contribuição (somatório do número de elos) de cada nó de uma rede, ou seja, como a soma das densidades “parciais”, cada uma delas tomadas em proporção dos elos possíveis da rede.

Devido ao interesse deste trabalho nas relações entre atividades industriais, de serviços e os segmentos TIC, calculamos a *densidade parcial* para cada par de agregados (k, j) - com $k \neq j = i$ (indústria sem TIC-indústria), sb (serviços de baixa tecnologia), sa (serviços de média/alta tecnologia), TIC_i (TIC-indústria), TIC_t (TIC-telecomunicações) e TIC_s (TIC-serviços) - por meio do somatório das densidades de todos os setores nele incluído. Nessas condições, a Densidade Total pode ser descrita por:

$$\text{Densidade total} = \frac{M(\text{TIC}_i, i)}{n(n-1)} + \frac{M(\text{TIC}_i, sb)}{n(n-1)} + \frac{M(\text{TIC}_i, sa)}{n(n-1)} + \frac{M(\text{TIC}_t, i)}{n(n-1)} + \frac{M(\text{TIC}_t, sb)}{n(n-1)} + \frac{M(\text{TIC}_t, sa)}{n(n-1)} + \frac{M(\text{TIC}_s, i)}{n(n-1)} + \frac{M(\text{TIC}_s, sb)}{n(n-1)} + \frac{M(\text{TIC}_s, sa)}{n(n-1)}$$

Onde:

n : número de agregados/setores;

$\frac{M(k,j)}{n(n-1)}$: Densidade parcial para o agregado (k, j) , como definidos acima.

4. As TIC e as estruturas nacionais

A Tabela 1 mostra as participações relativas e absolutas em milhões de dólares no valor adicionado (VA) dos principais países em TIC e Brasil, segundo os seis agregados adotados nos procedimentos metodológicos.

4.1 Indústria e indústria de TIC

De acordo com a Tabela 1, na indústria (I), que agrega todos ramos da manufatura presentes na WIOD (2016), exceto a manufatura de TIC (TIC-I), algumas mudanças se evidenciam no período analisado. O principal a ser destacado é a evolução e consolidação da China como principal indústria mundial. Nos anos 2000 a China já era o quarto país dentre os selecionados com a maior parcela (7%) do valor adicionado, industrial. Em 2007 a parcela chinesa quase dobra (12,7%), alcançando o país o segundo principal país nessa atividade. Em 2014, o desempenho industrial chinês se mantém, ultrapassando os EUA, para se tornar o país líder com 25,2% do valor adicionado da indústria mundial. Por outro lado, as tradicionais economias indústrias permaneceram nas posições de liderança. Afora a

¹¹ Os resultados apresentados a seguir decorrem de procedimentos similares a metodologia proposta por estes autores (FORNARI, GOMES e HIRATUKA, 2017, p. 174-175).

entrada da China no cenário industrial, os norte-americanos, japoneses, alemães mantiveram alta importância na manufatura. No conjunto, os quatro países foram responsáveis por mais de 50% do valor adicionado industrial desde 2000 (57%, 50% e 55% em 2000, 2007 e 2014, respectivamente).

Além da China, a Coreia do Sul e a Índia ampliaram suas parcelas no valor adicionado industrial, ambas ultrapassando, em 2014, países como França e Grã-Bretanha, quinta e sexta economia industrial. Porém, o *gap* que as separa dos quatro principais países (China, EUA, Japão e Alemanha) é considerável. No caso do Brasil, assim como Taiwan, o país permanece com parcelas similares do valor adicionado industrial nos últimos anos, aproximando-se de países mais desenvolvidos que “perderam” relevância (França e Grã-Bretanha) no cenário mundial.

Essa análise evidencia o já conhecido avanço dos países asiáticos, especialmente a China, em direção ao fortalecimento das atividades industriais e em consequência da transferência dessas atividades dos demais países, principalmente EUA e Japão, para essa região. No entanto, não são observadas grandes alterações na ordem mundial.

Paralelamente, a Tabela 1 (vide TIC-Indústria) mostra que a Indústria de TIC, que se refere a manufatura de produtos computacionais, eletrônicos e ópticos, se desloca com força para a região asiática ao longo do período analisado. Crescem a participação da China, Coreia do Sul, Taiwan, mas em proporções menores que as dos demais setores da manufatura. Ademais, a China, Japão, Coreia do Sul e Taiwan representam cerca de 50% do VA de toda a indústria de TIC em 2014.

Tabela 1 - Participação absoluta e relativa do valor adicionado dos países selecionados por agregado: 2000, 2007 e 2014*

País	Indústria (I)						Serviços (SB + SA)						Serviços de baixa tecnologia (SB)						Serviços de média/alta tecnologia (SA)					
	2000		2007		2014		2000		2007		2014		2000		2007		2014		2000		2007		2014	
	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%
Alemanha	279.503	7,2	610.465	8,0	804.168	6,5	392.821	5,1	866.691	5,4	1.105.372	4,3	234.185	4,9	531.545	5,3	680.178	4,2	158.635	5,7	335.146	5,6	425.193	4,5
Brasil	66.212	1,7	160.094	2,1	260.664	2,1	123.430	1,6	350.021	2,2	696.978	2,7	80.864	1,7	220.458	2,2	444.535	2,8	42.566	1,5	129.563	2,2	252.443	2,6
China	272.213	7,0	973.060	12,7	3.096.054	25,2	213.417	2,8	794.980	5,0	3.017.628	11,8	157.224	3,3	545.631	5,5	1.903.198	11,9	56.193	2,0	249.349	4,2	1.114.429	11,7
Coreia do Sul	87.897	2,3	208.056	2,7	337.173	2,7	104.369	1,4	262.037	1,6	397.452	1,6	64.246	1,3	142.168	1,4	217.110	1,4	40.122	1,4	119.868	2,0	180.342	1,9
EUA	1.010.444	25,9	1.510.128	19,7	2.036.714	16,6	2.640.901	34,6	4.409.037	27,6	6.313.067	24,7	1.452.216	30,1	2.326.307	23,3	3.302.934	20,6	1.188.685	42,4	2.082.731	34,8	3.010.133	31,5
França	124.040	3,2	241.333	3,1	266.349	2,2	283.097	3,7	665.757	4,2	877.723	3,4	181.215	3,8	409.671	4,1	525.857	3,3	101.882	3,6	256.087	4,3	351.866	3,7
Grã-Bretanha	144.466	3,7	240.901	3,1	283.068	2,3	348.747	4,6	878.063	5,5	1.028.710	4,0	211.798	4,4	457.530	4,6	539.751	3,4	136.949	4,9	420.533	7,0	488.959	5,1
Índia	50.932	1,3	161.259	2,1	304.657	2,5	94.118	1,2	313.474	2,0	733.573	2,9	73.530	1,5	245.013	2,5	572.157	3,6	20.588	0,7	68.461	1,1	161.416	1,7
Japão	649.913	16,7	731.297	9,5	830.638	6,8	1.134.255	14,9	1.292.510	8,1	1.490.794	5,8	752.789	15,6	811.532	8,1	975.383	6,1	381.466	13,6	480.978	8,0	515.411	5,4
Taiwan	42.514	1,1	58.653	0,8	85.094	0,7	87.155	1,1	122.195	0,8	183.399	0,7	60.522	1,3	85.582	0,9	130.101	0,8	26.633	1,0	36.614	0,6	53.298	0,6
Mundo*	3.899.241	100,0	7.664.135	100,0	12.301.834	100,0	7.630.190	100,0	15.963.768	100,0	25.558.843	100,0	4.826.751	100,0	9.971.203	100,0	16.014.156	100,0	2.803.439	100,0	5.992.564	100,0	9.544.687	100,0

País	TIC (I+T+S)						TIC Indústria (ICT-I)						Telecomunicações (TIC-T)						TIC Serviços (TIC-S)					
	2000		2007		2014		2000		2007		2014		2000		2007		2014		2000		2007		2014	
	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%	USD	%
Alemanha	64.435	5,1	150.032	5,9	190.186	4,7	21.558	4,6	47.130	6,1	50.541	4,1	21.866	4,7	44.106	4,4	38.485	2,6	21.011	6,5	58.796	7,8	101.160	7,6
Brasil	15.816	1,3	41.271	1,6	74.529	1,9	2.137	0,5	4.877	0,6	8.648	0,7	7.881	1,7	20.865	2,1	31.707	2,2	5.798	1,8	15.529	2,0	34.174	2,6
China	37.912	3,0	186.129	7,3	593.539	14,7	20.977	4,5	94.325	12,2	291.450	23,5	14.794	3,2	78.555	7,8	232.642	16,0	2.141	0,7	13.249	1,7	69.447	5,2
Coreia do Sul	31.513	2,5	75.007	3,0	114.455	2,8	23.200	5,0	57.267	7,4	96.786	7,8	3.421	0,7	7.300	0,7	7.271	0,5	4.892	1,5	10.440	1,4	10.399	0,8
EUA	454.246	36,2	707.798	27,9	1.037.060	25,8	171.674	36,8	210.913	27,2	298.273	24,0	178.041	38,4	281.804	28,1	362.706	24,9	104.531	32,3	215.080	28,4	376.080	28,4
França	46.794	3,7	106.496	4,2	117.387	2,9	10.845	2,3	16.409	2,1	15.261	1,2	14.587	3,1	38.942	3,9	35.300	2,4	21.362	6,6	51.145	6,7	66.827	5,0
Grã-Bretanha	59.989	4,8	129.892	5,1	158.485	3,9	13.114	2,8	14.677	1,9	20.854	1,7	22.509	4,9	45.899	4,6	51.215	3,5	24.365	7,5	69.316	9,1	86.416	6,5
Índia	11.654	0,9	47.898	1,9	115.181	2,9	909	0,2	3.507	0,5	5.678	0,5	5.151	1,1	14.857	1,5	25.773	1,8	5.594	1,7	29.535	3,9	83.730	6,3
Japão	222.328	17,7	238.253	9,4	305.872	7,6	99.399	21,3	98.713	12,7	104.678	8,4	62.999	13,6	66.637	6,6	103.757	7,1	59.930	18,5	72.902	9,6	97.438	7,4
Taiwan	27.473	2,2	55.093	2,2	98.097	2,4	20.261	4,3	45.332	5,8	84.993	6,8	5.505	1,2	6.402	0,6	8.028	0,6	1.707	0,5	3.358	0,4	5.077	0,4
Mundo*	1.254.618	100,0	2.535.796	100,0	4.024.433	100,0	466.809	100,0	775.210	100,0	1.242.429	100,0	464.079	100,0	1.002.447	100,0	1.456.354	100,0	323.730	100,0	758.139	100,0	1.325.649	100,0

Fonte: Elaboração própria a partir de WIOD (2016)

Nota: *Valores em bilhões de dólares, deflacionados pelo PPI da OCDE, ano base 2010. **Total mundial considera a soma dos 43 países que constam na base da WIOD.

Cabe destacar que nos anos 2000 essa indústria se concentrava basicamente em apenas dois países, Estados Unidos e Japão, que representavam conjuntamente quase 60% do valor adicionado mundial. Em 2014, a indústria de TIC ainda continua bastante concentrada, porém, ao invés de Estados Unidos e Japão, tem-se Estados Unidos e China, cada um com aproximadamente 1/4 do valor adicionado do setor.

Em relação aos demais países, a Alemanha é o país europeu com a maior parcela do valor adicionado para tal região, enquanto França e Grã-Bretanha, assim, como Brasil e a Índia compõem os países com as menores parcelas do valor adicionado da indústria de TIC em todo o período. Exceto a Índia, todos estes países têm participação no valor adicionado da TIC-I mundial inferior à dos demais setores industriais.

Alguns pontos merecem destaque. Os EUA são a principal liderança quando se observam os segmentos das TIC como um todo, sem exceção. Além disso, os Estados Unidos tenham perdido boa parte da participação no valor adicionado da Indústria (I) e da indústria de TIC (TIC_I) – cerca de -35% entre 2000 e 2013 –, ele ainda preserva parte substantiva dessas manufaturas. A China, no entanto, aumentou sua participação em ambos segmentos industriais, fazendo jus ao seu título de “fábrica do mundo”. Tal qual como na indústria em geral, a economia chinesa possui quase 1/4 da indústria de TIC e tem se posicionado cada vez mais próxima da liderança dos EUA.

Já a Alemanha, mesmo com o crescimento acentuado da região asiática, tem mantido a participação do valor adicionado (pequena redução) e entre as principais economias do mundo em ambos segmentos industriais. Isso, parece ser um indício da capacidade de adaptação da estrutura produtiva nacional.

O Japão, embora tenha perdido parcela do valor adicionado em todos os agregados analisados, é na indústria de TIC que ele mantém sua maior participação em 2014 (8,4%), assim como nas demais subcategorias de TIC. Esse fato denota o potencial estratégico das TIC nesse país, visto que ele conta com grandes empresas como a *Canon* e *Ricoh* na área *hardware*, equipamentos e componentes (indústria de TIC), a *NTT Docomo* e *KDDI* na área de telecomunicações e a *Softbank Corporation* que inicialmente começou como uma empresa distribuidora de software e atualmente é uma *holding* multinacional no ramo da tecnologia, dentre muitas outras. A maioria dessas empresas possuem como foco maior o mercado japonês e asiático, estando todas entre as líderes globais de TIC e entre as que mais investem em P&D².

4.2 Serviços de baixa tecnologia e de alta tecnologia

Os serviços de baixa tecnologia (SB) contemplam, de maneira geral, alguns serviços não-transacionáveis e aqueles que podem ser considerados como de apoios às atividades produtivas, como reparo e manutenção de máquinas e equipamentos, venda no atacado e varejo, serviços de transportes (terrestre) e correios, por exemplo. Esses serviços representam as estruturas domésticas em relação a renda, ou seja, estão mais relacionados com as condições da demanda doméstica. O crescimento da renda interna induz o aumento do consumo desses serviços, principalmente nas economias em desenvolvimento e menos nas economias desenvolvidas, onde a renda geralmente é alta. Essa percepção ajuda a explicar o crescimento significativo desses serviços na China e Índia e, em menor proporção, no Brasil.

No conjunto, mesmo que os serviços de baixa tecnologia demandem menores habilidades para a sua realização, em virtude da sua diversidade reúnem valores monetários importantes. Por exemplo, em 2014 eles superaram em 70% os serviços de alta tecnologia e em 20% toda a indústria somada.

No entanto, China e EUA concentram 1/3 do valor adicionado mundial nesses serviços, mas, excetuando a China, são as economias desenvolvidas (EUA, Japão, Alemanha, França e Grã-Bretanha) que mantêm parcela superior valor adicionado em todos os anos. Isso sugere que esses serviços estão mais consolidados nesses países - vide Tabela 1 (SB) – e, nesse caso, podem demandar ou reforçar outras atividades.

A Tabela 1 apresenta, também, os serviços de média/alta tecnologia (SA), que envolvem serviços como pesquisa e desenvolvimento, publicidade e pesquisa de mercado, atividades de engenharia e arquitetura, serviços financeiros, atividades jurídicas e contábeis, de consultoria e gestão,

² Para mais informações vide <https://iri.jrc.ec.europa.eu/scoreboard/2018-eu-industrial-rd-investment-scoreboard>

dentre outros. Esses serviços estão muito relacionados com a indústria, demandando bens para ofertar serviços, e podem espelhar o poder tecnológico dos países. Conforme antecipado pela seção 1, esses serviços estão atrelados as etapas das cadeias de valor que auferem as parcelas diferenciadas de valor adicionado por serem atividades de maior conteúdo tecnológico, isto é, incorporam e/ou requerem habilidades distintas quando comparadas às demais etapas das cadeias.

São nessas atividades que diferenciam (participações significativas no valor adicionado) os países desenvolvidos como EUA, Japão, Alemanha, Grã-Bretanha e França, apesar dessas participações terem diminuído ao longo do tempo, e revelam algumas fragilidades de outros (Coreia, Taiwan e Índia), mesmo que as porcentagens relativas tenham um pequeno crescimento no período. Até mesmo a China, que aumentou consideravelmente sua parcela do valor adicionado - de aproximadamente 2%, nos anos 2000, para cerca de 11% em 2014 - ainda não conseguiu se equiparar aos EUA (31% em 2014) com o fez nas atividades discutidas acima - vide Tabela 1 (SA).

Entre as economias em desenvolvimento, a Índia (de 0,7% para 1,7%), Brasil (de 1,5% para 2,6%) e Coreia (de 1,4% para 1,7%) apresentaram crescimento expressivo no período na participação do valor adicionado mundial. Todavia, essas participações ainda permanecem reduzidas se comparados aos demais países. Dessa forma, considerando também que o valor total foi quase quadruplicado no período, os dados sugerem que uma certa especialização das economias avançadas em serviços de alta sofisticação tecnológica e um melhor posicionamento desses países em suas atuações nas CGV.

Uma característica distintiva das economias desenvolvidas é que, em geral (exceto Japão), elas apresentam maiores parcelas no valor adicionado de serviços de média/alta tecnologia que nos de baixa tecnologia, ao contrário das outras nações (exceto Coreia). Isso parece ser uma confirmação das diferenças estruturais resultantes das transformações vêm ocorrendo, subdividindo a terceira fase das etapas do desenvolvimento (item 1): a prevalência da indústria é seguida pela ascensão dos serviços de baixa intensidade tecnológica e, posteriormente dos serviços de alta tecnologia.

4.3 Telecomunicações e serviços de TIC

As telecomunicações, por sua vez, representam a infraestrutura de rede necessária para a realização e utilização dos mais diversos serviços de TIC. Esses serviços são, em sua maioria, oferecidos de maneira regional, ou seja, as maiores empresas do ramo se concentram em diferentes continentes, atuando principalmente nas regiões em que estão inseridas. Exemplos como a *AT&T* na América, a *Deutsch Telekom* a *Vodafone* na Europa, a *Orange* (atende parte da Europa e da África) e a *NTT Docomo* e a *China Telecom* na Ásia.

Nesse sentido, os dados da Tabela 1 (TIC-Telecomunicações) sugerem que países/regiões que possuem uma infraestrutura de rede mais consolidada detêm maiores parcelas do valor adicionado em telecomunicações. Assim, países como EUA, Japão, os países europeus (conjuntamente) e, no período mais recente, a China se destacam nessa área, reforçando esse argumento – a China quadruplicou a sua participação no setor entre 2000 e 2014, um crescimento significativo de sua infraestrutura de rede local que parece ter apoiado os desempenhos das TIC-indústria (mais do que quadruplicado), TIC-serviços (multiplicado por sete) e de serviços de alta tecnologia (cerca de cinco vezes maior).

Observando ainda a Tabela 1 (TIC-Serviços) - serviços de programação de computadores, consultoria e serviços de informação, considerados serviços baseado em conhecimento e, portanto, de alto rigor tecnológico -, pode-se notar uma diferença entre países desenvolvidos e demais a partir da participação no valor adicionado do setor. Entre 2000 e 2007, os países desenvolvidos detinham a maior parcela do valor adicionado, uma diferença se atenua em 2014 com o crescimento da participação da Índia e, também, da China, ultrapassando a participação francesa. Ainda assim, EUA, Alemanha, Japão e Grã-Bretanha continuam como principais países na atividade.

Ressalta-se que são nos serviços de TIC que as economias desenvolvidas possuem suas maiores participações dentre as demais categorias que compõem as TIC - também superiores aos percentuais dos serviços de alta tecnologia (exceto EUA - 28% e 31%, respectivamente) e de baixa tecnologia. Sendo assim, é possível notar que os países desenvolvidos têm buscado se especializar nessas atividades em detrimento das industriais (indústria de TIC), manifestando, por um lado, a tendência das TIC em se tornarem cada vez mais intensivas em serviços e, por outro, a relevância dessas atividades como fornecedoras de tecnologias de base e habilitadoras para os atuais processos de inovação das demais atividades da economia global.

4.4 Análise das TIC

Observando as TIC em conjunto na Tabela 1 (TIC I+T+S), percebe-se que EUA, Japão, Alemanha, Grã-Bretanha (proporção menor que os demais do grupo devido, em grande parte, as perdas significativas na TIC-I) e China (desempenho amortecido pelo pequeno aumento na TIC-S) atuam mais intensamente no setor, enquanto França Índia, Coreia do Sul Taiwan e Brasil têm participação menor. O avanço chinês se mostra como uma das principais mudanças da atividade ao longo do tempo. Esse resultado decorre, principalmente, do crescente domínio chinês do valor adicionado da indústria de TIC (equiparando-se aos EUA) e da sua consolidação como produtor e exportador de bens de TIC no mundo (SZAPIRO, 2012; OCDE, 2017), conquistada em detrimento das parcelas dos países avançados.

Embora a China tenha mais que triplicado sua parcela no valor adicionado na indústria, essas participações nos segmentos das TIC mais que quintuplicaram. O “pior” desempenho de participação do valor adicionado foi de serviços de TIC (5,2% do total de 2014), alçado por meio de crescimento de sete vezes sobre o percentual de 2000 – participação inferior aos EUA, Alemanha, Japão, Grã-Bretanha e Índia. Esse resultado parece explicitar, por um lado, o esforço impressionante chinês e, por outro, que o país ainda não alcançou algumas das competências dos concorrentes em atividades intensivas em conhecimento, mesmo quando os EUA são retirados da amostra. No entanto, deve-se reconhecer que a China tem dirigido a sua estratégia de especialização na direção de uma estrutura produtiva mais diversificada e avançada em termos tecnológicos.

Embora, os Estados Unidos tenham apresentado queda em sua participação no valor adicionado no setor (de cerca de 1/3 para 1/4), ele permanece como líder nas TIC, mantendo nesse complexo tanto uma base industrial (similar a chinesa em valor adicionado), quanto de telecomunicações (mais de 50% superior a chinesa) e, principalmente, de serviços (5 vezes maior). Nesse sentido, o reconhecimento que os EUA mantiveram a primazia tanto na área industrial como nos serviços TIC (assim como nos serviços de médio/alto conteúdo tecnológico – vide acima), pode ser resultado revelador da sua estratégia compatível com as (aqui denominadas por “novas”) etapas do desenvolvimento econômico pautado em competências de serviços diferenciados pelas competências demandadas. Em síntese, os EUA não apenas avançaram nos serviços TIC e de alto valor adicionado, mas também não “desistiram” da indústria TIC.

Por outro lado, a evolução relativa do valor adicionado dos países em desenvolvimento merece dois destaques. O Brasil, apesar da pouca representatividade em todos os agregados analisados, alcançou os principais desempenhos (valor adicionado) nos serviços de baixo (SB – mais importante com 2,8% do total mundial em 2014), de médio/alto (SA; 2,6%) conteúdo tecnológico e serviços de TIC (TIC-S; 2,6%), todos superiores a indústria (2,1%). A indústria de TIC (TIC-I; 0,7%) moveu-se na direção inversa, refletindo a quase inexistência desse setor no Brasil, cuja demanda interna é suprida por importação de bens finais e intermediários. Nestes termos, o país parece ser um caso paradoxal. Todavia, se a Índia for tomada como contraponto, essa feição parece se desfazer. Considerando que este país asiático têm uma população gigantesca e problemas estruturais de grande magnitude, ainda assim ela, na maioria das atividades analisadas (exceto em serviços de média-alta tecnologias - no período teve aumento nessa participação de mais de duas vezes contra 70% do Brasil), conseguiu resultados melhores que os brasileiros. Se a Índia estava em pior situação que a brasileira em 2000, passou, em geral, em 2014, para uma posição melhor. Em resumo, aparentemente o Brasil deixou escapar oportunidades.

Dentre os países desenvolvidos, destacamos o Japão. O país tem desempenho semelhante ao dos EUA, com perdas generalizada nas parcelas de valor adicionado global nos diferentes agregados, porém com mais intensidade (redução em cerca de 60%) e em qualquer dos períodos considerados. No entanto, sempre antecedido pela China e EUA, o país reteve parte de todos os agregados avaliados. Ainda assim, esse país continua entre os líderes globais quando comparado aos demais países em todos os agregados observados.

O caso japonês poder ser, com algumas poucas considerações adicionais, aplicado aos demais países avançados. As perdas nas participações do valor adicionado global, total ou para cada agregado em particular, são explicadas principalmente pela emergência chinesa. Em outras palavras, o mundo mudou pelo “efeito China”.

5. Análise das relações intersetoriais

O indicador de *densidade* apresenta as atividades que possuem maior número de elos com outros agregados. Como já mencionado, se a densidade de um agregado - que varia no intervalo [0, 1] - está mais próxima do limite superior, maior é número de relações com os demais. Assim, esse indicador possibilita tanto identificar e ressaltar (hierarquizar) os agregados mais relevantes³, como permite comparar as diferentes estruturas nacionais (se o agregado está estruturalmente mais ou menos enraizado no país).

5.1 Análise por país

A Tabela 2 mostra que os países com densidade acima da média (negrito) nas atividades de TIC são Alemanha, China, Estados Unidos, França (exceto 2014), Grã-Bretanha e Japão em todo o período observado. Isso implica que as TIC desses países são mais conectadas e integradas com a estrutura de produtiva nacional que nos demais. Esse primeiro resultado confirma uma observação anterior: o seletivo grupo de países desenvolvidos ganharam a companhia da China entre os atores relevantes das TIC.

Ressalta-se a evolução diferenciada da densidade chinesa (70%) quando comparada com os outros países - nula (EUA, Japão e França) ou menor (Alemanha, 20%; Grã-Bretanha, 30%). A China (0,102 em 2014) adensou as relações entre as TIC e outras atividades alcançando patamar similar ao do Japão (0,102) e inferior apenas ao dos EUA (0,129). Esse feito chinês é melhor explicado pela forte conexão (cerca de 50%) entre a indústria de TIC com a indústria no geral (TIC, I) e, em menor proporção (cerca 30%), com os serviços de baixa intensidade tecnológica (TIC, SB). Assim, as densidades desses dois agregados representam cerca de 80% da densidade total do país – como veremos, isso a diferencia dos EUA.

Embora a densidade do Japão tenha passado por leve queda (diminuição de elos entre as atividades), ele possui uma estrutura produtiva comparativamente integrada com as TIC e similar a chinesa, ou seja, fortes conexões das TIC com as atividades industriais (TIC-I) e com serviços de baixa intensidade tecnológica (TIS-SB). No entanto, ele se diferencia da China pelas relações mais intensas entre as TIC e os serviços de médio-alto conteúdo tecnológico (TIC-SA).

Em síntese, se a China avançou a ponto de alcançar estrutura TIC similar a japonesa (imutável desde 2000), ainda não desenvolveu de forma proporcional as relações com serviços de maior valor adicionado (SA). Por outro lado, apesar da concorrência da China nas TIC, em especial, na indústria, o Japão parece ter preservado as relações da sua estrutura – em particular, TIC-I, mas também TIC-SA.

A apesar de não apresentar densidade total tão expressivas quanto os três países anteriores, Alemanha (0,088 em 2014) e a Grã-Bretanha (0,086) tiveram crescimento considerável dos elos das TIC que espelham formas pouco distintas de (re)estruturação. A Alemanha preservou as relações da TIC com a indústria (TIC-I) e com os serviços de baixo e, em especial, de média-alta tecnologias (acima da média da amostra). A Grã-Bretanha, não difere em termos agregados que sustentam as mudanças, mas na intensidade como eles foram afetados. O país ampliou as densidades tanto das TIC com a indústria – TIC, I - (apesar da baixa conexão da indústria TIC com a indústria em geral - TIC-I, I-, menor que a dos alemães), e preservou em níveis elevados (maiores que os alemães) os vínculos das TIC com os serviços. A França parece ser uma versão potencializada deste último caso.

Os Estados Unidos é o país com maior densidade nas TIC nos três períodos analisados. Possivelmente, por se tratar de um nível elevado, a densidade apresenta modesto crescimento ao longo do período. É possível distinguir as estruturas TIC dos EUA, China e Coreia, especialmente pelas diferenças na densidade com os elos industriais. No entanto, essa distinção se torna uma tarefa mais árdua quando se compara os EUA com a Alemanha, por exemplo. Em outras palavras, se as estruturas TIC dos países mais avançados da amostra são mais similares, como explicar os EUA?

³ É suposto que uma atividade é mais relevante se maior for o número de vínculos que ela mantém com o restante da economia, seja “para frente” (ofertando bens, vendas), seja “para trás” (demandando insumos, compras). Assim, o valor da densidade pode ser utilizado também para hierarquizar as atividades ou agregados.

Tabela 2 – Densidade Total e participação (%) dos agregados na densidade total segundo dos países selecionados: 2000, 2007 e 2014

Países	Densidade total			TIC-I, I			TIC, I			TIC, SB			TIC, S A		
	2000	2007	2014	2000	2007	2014	2000	2007	2014	2000	2007	2014	2000	2007	2014
	Densidade [0,1]			Participação (%)											
Alemanha	0,073	0,099	0,088	18,3	16,0	15,2	39,2	45,4	41,4	30,8	29,4	32,4	30,0	25,2	26,2
Brasil	0,028	0,051	0,051	8,7	15,5	12,0	26,1	43,0	39,5	34,8	29,9	33,5	39,2	26,3	26,3
China	0,060	0,087	0,102	29,5	23,1	20,3	58,9	54,7	53,2	29,5	28,0	30,5	12,2	16,8	16,7
Coreia do Sul	0,038	0,070	0,066	24,1	27,9	28,6	41,7	39,2	37,0	28,9	27,9	30,5	30,5	33,1	33,3
EUA	0,127	0,128	0,129	16,3	16,2	15,6	47,1	47,2	47,3	26,9	27,2	26,9	25,9	25,7	25,5
França	0,062	0,081	0,063	12,8	7,5	4,8	30,5	32,4	28,1	31,5	33,9	35,8	37,4	30,9	36,8
Grã-Bretanha	0,066	0,077	0,086	10,2	7,9	10,6	27,8	33,1	39,0	39,8	37,0	32,6	32,4	29,9	28,4
Índia	0,017	0,032	0,049	28,6	24,5	21,0	60,7	52,8	55,6	25,0	30,2	27,2	14,3	17,0	17,3
Japão	0,104	0,102	0,102	18,2	18,5	18,0	48,2	48,2	46,7	32,4	31,5	32,9	19,4	20,2	20,4
Taiwan	0,018	0,023	0,023	37,9	32,4	32,4	37,9	32,4	32,4	37,9	43,2	43,2	24,1	18,9	24,3
Média	<i>0,059</i>	<i>0,075</i>	<i>0,076</i>	<i>20,5</i>	<i>19,0</i>	<i>17,9</i>	<i>41,8</i>	<i>42,8</i>	<i>42,0</i>	<i>31,7</i>	<i>31,8</i>	<i>32,6</i>	<i>26,5</i>	<i>24,4</i>	<i>25,5</i>

Fonte: Elaboração própria a partir de WIOD (2016)

Nota: As marcações (negrito) ressaltam valores acima da média. A soma dos percentuais das três últimas colunas totaliza 100%. TIC é a soma de TIC-I, TIC-S, TIC-T.

Sabemos que a estrutura de uma economia é mais densa, ou menos esgarçada, se há maior número de elos entre as atividades ou agregados analisados. Todavia, suponha uma economia está muito baseada em uma única atividade e que esta atividade tenha densidade parcial alta e as demais baixas. Assim, a densidade total sofre influência desta atividade, mas fraca contribuição dos demais agregados, ou seja, há um “desequilíbrio” entre as atividades (densidades parciais). Em outras palavras, a estrutura dessa economia ainda não está “completa”. É neste contexto que as densidades parciais dos EUA devem ser analisadas.

Os EUA se diferem das demais economias analisadas porque apresentam parte significativa das densidades parciais em níveis similares, ou seja, há um maior equilíbrio entre a contribuição dos diferentes agregados, e, concomitante há um maior número de agregados contribuindo para densidade total. Por exemplo, as relações (TIC-I, I), (TIC-T, I), (TIC-S, I) contribuem para a densidade total com percentual próximo aos 15% cada uma⁴. Note-se que estes exemplos mostram elos de diferentes segmentos das TIC com a indústria, contemplando pouco menos da metade dos vínculos das TIC. A outra metade dos vínculos (densidade) está associada, de forma também homogênea, aos dois agregados de serviços.

5.2 Mudanças estruturais e hierarquias

Vários países analisados mostram uma alteração na proporção em que cada agregado contribui para a densidade total. Em particular, os elos das TIC com a indústria (TIC-I) parece estar diminuindo em benefício dos elos com as atividades de serviços, tanto na direção de serviços de baixa tecnologia, como também para os de média/alta tecnologia. Essa transição, embora não seja generalizada, é influenciada em grande medida pelo aumento dos elos dos serviços de TIC com as demais atividades da economia.

Esse resultado sugere que os países desenvolvidos, em especial os europeus (Grã-Bretanha, França e Alemanha), tem se especializado em atividades de serviços, em particular, serviços de média/alta tecnologia. A Coreia do Sul também parece caminhar nessa direção, mas sem abrir mão da indústria, especialmente a indústria da TIC (TIC-I), diferentemente dos europeus.

A Tabela 3 sumariza os resultados da densidade total (Tabela 2) e hierarquiza os países por meio dos elos entre as TIC e demais atividades. Essa classificação se mostra compatível com a classificação

⁴ Por razão de espaço, nem todos os resultados são apresentados neste texto. Os autores podem disponibilizá-los aos interessados.

obtida através do valor adicionado mostrado na seção anterior (Tabela 1). Ademais, ficam destacados o (i) reposicionamento da China, (ii) a hegemonia dos EUA e (iii) o aumento da densidade total na maioria dos países.

Os países avançados se destacam pelo valor adicionado mais elevado (item anterior) e pelas relações mais densas entre os agregados e as TIC. A discrepância da densidade dos EUA para com os demais países analisados, ressaltando a liderança do país no setor de TIC, é um outro elemento do cenário que permaneceu sem mudanças. Apesar dos esforços dos países em desenvolvimento da amostra, a Índia (um dos maiores exportadores de serviços de TIC mundialmente), Brasil e Taiwan permanecem entre os países com as menores densidades das TIC na estrutura produtiva nacional.

Tabela 3 -Densidades totais nas TIC - 2000, 2007 e 2014

Ranking	País	Densidade total	País	Densidade total	País	Densidade total
2000			2007		2014	
1	EUA	0,127	EUA	0,128	EUA	0,129
2	Japão	0,104	Japão	0,102	China	0,102
3	Alemanha	0,073	Alemanha	0,099	Japão	0,102
4	Grã-Bretanha	0,066	China	0,087	Alemanha	0,088
5	França	0,062	França	0,081	Grã-Bretanha	0,086
6	China	0,060	Grã-Bretanha	0,077	Coreia do Sul	0,066
7	Coreia do Sul	0,038	Coreia do Sul	0,070	França	0,063
8	Brasil	0,028	Brasil	0,051	Brasil	0,051
9	Taiwan	0,018	Índia	0,032	Índia	0,049
10	Índia	0,017	Taiwan	0,023	Taiwan	0,023

Fonte: Elaboração própria a partir de WIOD (2016)

6. Conclusões

Nas últimas décadas as TIC concentraram algumas das mais importantes inovações da economia mundial. As previsões é que este *status* se prolongue com a emergência das novas tecnologias associadas com a manufatura avançada. No intuito de compreender as transformações nas relações dessa indústria na economia atual, este estudo analisou as relações entre atividades industriais e de serviços e as TIC.

A avaliação das relações intersetoriais nas TIC nas principais economias nacionais nessa indústria permitiu compreender como as TIC interagem com as estruturas nacionais dos diferentes países, comparando-as e identificando em quais atividades cada país busca ou tem se especializado.

Os métodos de análise, valor adicionado e densidade de rede, buscaram compreender o papel desempenhado pelas TIC a partir do ano 2000. As contribuições de cada método possibilitaram mostrar como as TIC estão estruturadas em cada país da amostra e as respectivas especializações, as mudanças que aconteceram no período e como as TIC interagem com as diferentes estruturas produtivas nacionais.

Ambos os indicadores empregados mostram que a principal mudança ocorrida nas TIC foi a emergência da China como um dos países mais relevantes nessa indústria, juntamente com Estados Unidos, Japão e Alemanha. Se este resultado parece indicar que as mudanças no período (2000 a 2014) se limitaram ao ingresso da China num grupo seletivo, outros produtos deste estudo confirmam tanto a região asiática como polo também da manufatura de TIC, como a especialização dos países desenvolvidos em serviços de média/alta intensidade tecnológica nas TIC – em 2014 os EUA detinham 1/3 do valor adicionado destes serviços.

Outra mudança que ocorreu no período foi o aumento das relações das telecomunicações e dos serviços de TIC com atividades industriais e de serviços, visto que na maioria dos países as relações entre a indústria de TIC e a estrutura de produção já eram mais fortes. O aumento das relações na área de telecomunicações e serviços de TIC se intensificou sem que tenha ocorrido queda nas relações da indústria de TIC na maioria dos casos. Esse resultado retrata mudança estrutural ocorrida em todo o sistema econômico e não apenas nos países individualmente.

Os EUA têm a estrutura produtiva mais integrada com as TIC, tanto em atividades industriais

quanto em atividades de serviços, fato evidente desde o ano 2000. Essas características explicitam a hegemonia mundial ao longo dos anos. Assim como na análise do valor adicionado, também pelo indicador de densidade total, é possível perceber a evolução da China como a mudança mais notável observada no período. A evolução chinesa foi em grande medida impulsionada pelo crescimento da densidade (criação de elos) das relações da indústria de TIC com a indústria.

Os resultados do indicador de densidade total mostram, ainda, que as economias desenvolvidas possuem estruturas produtivas nacionais mais integradas com as TIC quando comparadas as economias em desenvolvimento. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de que já nos anos 2000 os países desenvolvidos já tinham elos significativos com a indústria de TIC e passaram a fortalecer cada vez mais seus elos com as atividades de telecomunicações e serviços de TIC. Os países em desenvolvimento, por outro lado, desde o início do período observado as TIC são menos integradas com as demais atividades.

Vale destacar, por fim, que a mudança no foco das TIC da indústria para o serviço não é o mesmo que afirmar que a indústria tem se tornado menos importante. Pelo contrário, a indústria é fundamental para o funcionamento do ecossistema de TIC, pois é a partir dela que se origina a infraestrutura necessária ao desenvolvimento de serviços sofisticados que são disseminados para toda a economia – os resultados deste estudo mostram ser uma falácia afirmar que os EUA “desistiram” ou “terceirizaram” a indústria. A indústria de TIC supre ao próprio ecossistema com as tecnologias necessárias para o fornecimento dos serviços de telecomunicações e de informação. Isso justifica o fato dessa indústria ser extremamente forte em gastos com pesquisa e desenvolvimento.

Pode-se dizer, ainda, que a oferta de serviços avançados, apoiados por uma infraestrutura física eficiente e de qualidade, juntamente com os serviços de telecomunicação, são a principal maneira de como as TIC são absorvidas pelas demais atividades do sistema econômico na atualidade. É através dessa relação que ocorrem os aumentos de produtividade no próprio setor e no restante da economia. Em outras palavras, as inovações frutos dos avanços nas TIC se dissipam na economia através da diversidade de serviços que compõem o setor, reforçando os de alto conteúdo tecnológico.

The role of ICTs in inter-sectoral relations between industry and services

Abstract: For decades, Information and Communication Technologies have been supporting or being incorporated into innovations and promoting great transformations in the world economy. No near future is relevant to reaffirm through new emerging technologies (big data, cloud, etc). This work analyzes the intersectoral relations between industrial activities, ICT and services in the main economies of the world for the years 2000, 2007 and 2014, seeking to understand the role that ICTs play in the economy and the relationship between companies, as well as the changes that occurred in the period. In this case, an evaluation methodology applied to two indicators is adopted: (i) value added - descriptive analysis to scale activities and; (ii) link density - to assess the linkages. The results show that in the most advanced economies, the indicators between ICT and other activities are denser and are directly related to the development of more sophisticated services, located in the stages of the value chains that generate a different portion of the value added.

Keywords: information and communication technologies; industry; services; intersectoral relations

Referências bibliográficas

ALBUQUERQUE, E. Dinâmica das Revoluções Tecnológicas Mudança técnica, dinâmica industrial e transformações do capitalismo. *In*: RAPINI, M. S. *et al.* (org). Economia da Ciência, Tecnologia e Inovação: Fundamentos teóricos e a economia global. Curitiba: Editora Prisma, 1º ed., 2017. p. 39-64.

ARAÚJO, B. C. e DE SOUZA, R. A. F. Liderança de Mercado no setor de TICs brasileiro: estudos de caso de TOTVS e Positivo Informática SA. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA. Texto

para Discussão, 2014. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=21096

BALDWIN, R. Global Supply Chains: why they emerged, why they matter, and where they are going. *In*: Global value chains in a changing world. Switzerland: Fung Global Institute (FGI), Nanyang Technological University (NTU), and World Trade Organization (WTO), 2013. Disponível em: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/aid4tradeglobalvalue13_part1_e.pdf

BAUMOL, W. J. Macroeconomics of Unbalanced Growth: The Anatomy of Urban Crisis. American Economic Association: The American Economic Review, v. 57, n. 3, jun. 1967. p. 415-426. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/1812111>. Acesso em: 04 mar. 2019.

CASTELLACCI, F. Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. *Research Policy*, v. 37, n. 6, p. 978-994, 2008.

CNI. Serviços e competitividade industrial no Brasil. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2014. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2014/12/servicos-e-competitividade-industrial-no-brasil/#servicos-e-competitividade-industrial-no-brasil>

DE BACKER, K.; MIROUDOT, S. Mapping Global Value Chains. *In*: Global value chains and world trade: Prospects and challenges for Latin America. Santiago: Economic Commission for Latin America and the Caribbean. ECLAC Books, No. 127 (LC/G.2617-P). 2014. Disponível em: <https://www.cepal.org/en/publications/37041-global-value-chains-and-world-trade-prospects-and-challenges-latin-america>

DIEGUES, A. C.; ROSELINO, J. E. Indústria 4.0 e as redes globais de produção e inovação em serviços intensivos em tecnologia: uma tipologia e apontamentos de política industrial e tecnológica. Campinas: Unicamp, IE. Texto para Discussão. n. 356, jul. 2019. Disponível em: <https://www.eco.unicamp.br/index.php/textos-para-discussao/1992-industria-4-0-e-as-redes-globais-de-producao-e-inovacao-em-servicos-intensivos-em-tecnologia-uma-tipologia-e-apontamentos-de-politica-industrial-e-tecnologica>

DOSI, G. Mudança Técnica e Transformação Industrial: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Campinas: Editora Unicamp, 2006. (Coleção Clássicos da Inovação).

FORNARI, V. C. B.; GOMES, R.; HIRATUKA, C. Mudanças recentes nas Relações Intersetoriais: um exame das atividades de serviços e industriais. *Revista Brasileira de Inovação*, Campinas (SP), 16 (1), p. 157-188, jan/jun. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.20396/rbi.v16i1.8649143>

FRANSMAN, M. The New ICT Ecosystem – Implications for Policy and Regulation. New York: Cambridge University Press, 2010. *E-book*.

FREEMAN, C. The ICT paradigm. *In*: FREEMAN, C. Systems of Innovation: Selected Essays in Evolutionary Economics. Cheltenham: Edward Elgar, 2008. p. 205-226.

FREEMAN, C.; SOETE, L. A eletrônica e os computadores. *In*: FREEMAN, C.; SOETE, L. A Economia da Inovação Industrial. Campinas: Editora da Unicamp, 2008. p. 277-331

FUEL of the future; The data economy. *The Economist*, v. 423, n. 9039, 6 mai. 2017. p. 22. Disponível em: <http://link.galegroup.com/apps/doc/A491106364/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=1840069a>. Acesso em 12 ago. 2019.

GOYAL, S. Connections: An Introduction to the Economics of Networks, Princeton University Press, Princeton and Oxford. 2007.

GREENHALGH, C.; GREGORY, M. Structural change and the emergence of the new service economy. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, v. 63, n. s1, p. 629-646, 2001.

GUILHOTO, J. J. M. Input-Output Analysis: Theory and Foundations. MPRA Paper No. 32566, 2011. Disponível em: <http://mpa.ub.uni-muenchen.de/32566/>

HIRATUKA, C.; SARTI, F. Transformações na estrutura produtiva global, desindustrialização e desenvolvimento industrial no Brasil: uma contribuição ao debate. Campinas: Unicamp, IE. Texto para discussão, nº 255, p. 1-22, jun. 2015. Disponível em: <http://www3.eco.unicamp.br/publicacoes>.

- KON, A. Atividades de serviços como indutoras do desenvolvimento. *Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política*, São Paulo, n. 34, p. 57-87, fev. 2013.
- KON, A. Sobre a Economia Política do desenvolvimento e a Contribuição dos Serviços. *Revista de Economia Política*, v. 27, n. 1 (105), p. 130-146, jan. 2007.
- LOW, P. The role of services in global value chains. *In: Global value chains in a changing world*. Switzerland: Fung Global Institute (FGI), Nanyang Technological University (NTU), and World Trade Organization (WTO). 2013. Disponível em: https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/aid4tradeglobalvalue13_part1_e.pdf
- MORCEIRO, P. C. A indústria brasileira no limiar do século XXI: uma análise da evolução estrutural, comercial e tecnológica. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2018
- NORDAS, H.; KIM, Y. The Role of Services for Competitiveness in Manufacturing. Paris: OECD Trade Policy Papers, No. 148, OECD Publishing, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1787/5k484xb7cx6b-en>
- OCDE. Interconnected Economies: Benefiting from global value chains. Synthesis Report, OECD Publishing, 2013. Disponível em: <http://oe.cd/gvc>
- OCDE. OECD Digital Economy Outlook 2017. Paris: OECD Publishing, 2017. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1787/9789264276284-en>
- OLIVEIRA, J. M. A infraestrutura tecnológica do setor de tecnologias da informação e comunicação no Brasil. *In: DE NEGRI, F.; SQUEFF, F. H. S. (org.). Sistemas Setoriais de Inovação e Infraestrutura de Pesquisa no Brasil*. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2016. p. 271-314. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_sistemas_setoriais.pdf
- OLSEN, K. B. Productivity Impacts of Offshoring and Outsourcing: A Review. Paris: OECD Publishing, STI Working Paper 2006/1. 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/685237388034>
- PEREZ, C. Technological Revolutions and Financial Capital: The dynamics of bubbles and golden ages. Northampton: Edward Elgar, 2002.
- SCHWAB, K. The Fourth Industrial Revolution. New York: Crown Business. 1. Ed. 2017.
- SINGELMANN, J. The sectoral transformation of the labor force in seven industrialized countries, 1920-1970. The University of Chicago Press: *American Journal of Sociology*, v. 83, n. 5, p. 1224-1234, mar. 1978.
- SZAPIRO, M. Relatório de Acompanhamento Setorial: Análise Geral das Tendências e evolução das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs). Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI, mai. 2012. Disponível em: <https://abdi.com.br/conhecimento>
- TIGRE, P.; NORONHA, V. Do mainframe à nuvem: inovações, estrutura industrial e modelos de negócios nas tecnologias de informação e da comunicação. *Revista de Administração*, São Paulo, v. 48, n. 1, p. 114-127, jan. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rausp/v48n1/09.pdf>
- TIGRE, P.; PINHEIRO, M. A. (coords.) Inovação em serviços na economia do compartilhamento. São Paulo: Saraiva Educação, 2019.
- World Input-Output Database (WIOD), 2016. Disponível em: <http://www.wiod.org/>
- WTO. Global Value Chain Development Report 2019: Technological Innovation, Supply Chain Trade, and Workers in a Globalized World. WTO, Geneva; IDE-JETRO; OECD, Paris Cedex 16; Research Center of Global Value Chains, University of International Business and Economics, Beijing; World Bank Group; China Development Research Foundation, Beijing. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.30875/6b9727ab-en>