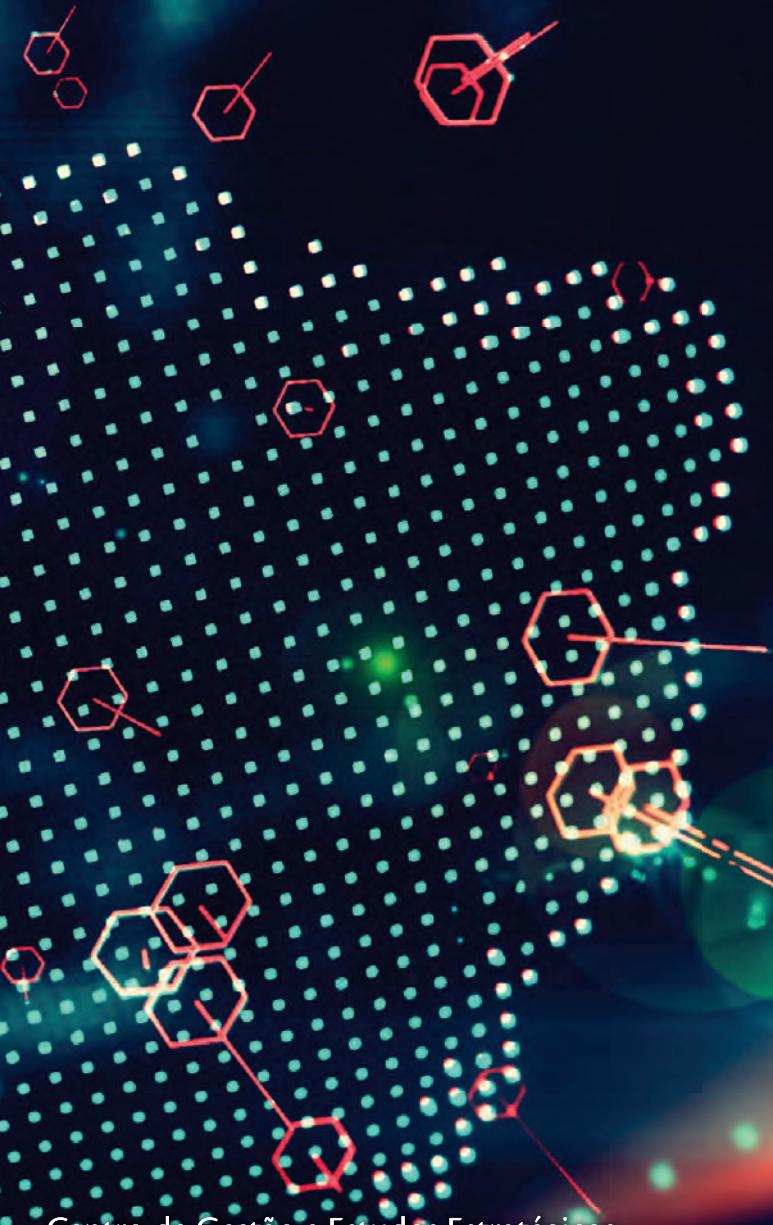




cggee



Lei de Informática:
resultados, desafios e oportunidades
para o setor de TIC no Brasil

**Contribuições ao
aprimoramento da
política para o setor
de TIC no Brasil**

Volume 2

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
Ciência, Tecnologia e Inovação



Lei de Informática:
resultados, desafios e oportunidades
para o setor de TIC no Brasil

**Contribuições ao
aprimoramento da
política para o setor
de TIC no Brasil**

Volume 2



Brasília – DF
2020

© Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI)

Presidente

Marcio de Miranda Santos

Diretores

*Luiz Arnaldo Pereira da Cunha Junior
Regina Maria Silverio*

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI)

Secretaria de Empreendedorismo e Inovação (Semp)

Paulo César Rezende de Carvalho Alvim

Departamento de Ciência, Tecnologia e Inovação Digital (Decti)

José Gustavo Sampaio Gontijo

Chefia de Gabinete da Semp

Thales Marçal Vieira Netto

Edição: Danúzia Queiroz/Contexto Gráfico

Diagramação: Contexto Gráfico

Capa e Infográficos: Contexto Gráfico

Projeto Gráfico: Núcleo de design gráfico do CGEE

Catalogação na fonte

C389I Centro de Gestão e Estudos Estratégicos.

Lei de Informática: resultados, desafios e oportunidades para o setor de TIC no Brasil. Volume 2. Contribuições ao aprimoramento da política para o setor de TIC no Brasil. Brasília, DF: CGEE, 2020.

238 p.; il, 24cm

ISBN 978-65-5775-010-0 (impresso)

ISBN 978-65-5775-011-7 (digital)

1. Lei de Informática. 2. Setor de TIC. 3. Tecnologia da Informação e Comunicação. 4. Brasil. I. CGEE. II. MCTI. III. Título.

CDU 004 (81)

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), SCS, Qd 9, Lote C, Torre C, 4º andar, Salas 401 a 405, Ed. Parque Cidade Corporate, CEP 70.308-200, Brasília-DF, Tel.: (61) 3424 9600, <http://www.cgee.org.br>, [@cgee_oficial](https://twitter.com/cgee_oficial).

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.

Referência bibliográfica:

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Lei de Informática:** resultados, desafios e oportunidades para o setor de TIC no Brasil. Volume 2. Contribuições ao aprimoramento da política para o setor de TIC no Brasil. Brasília, DF: CGEE, 2020. 238 p.

Esta publicação é parte integrante das atividades desenvolvidas pelo CGEE no âmbito do 2º Contrato de Gestão firmado com o MCTI.



Contribuições ao aprimoramento da política para o setor de TIC no Brasil

Volume 2

Supervisão

Regina Maria Silverio

Coordenação

Mayra Juruá G. Oliveira

Equipe técnica do CGEE

Mayra Juruá G. Oliveira

Jean Marcel da Silva Campos

Thiago Silveira Gasser

Equipe do MCTI

Hamilton José Mendes da Silva

Diogo Borges

Rubens Caetano Barbosa de Souza

Scheyla Vasconcelos

Redação dos capítulos

Carlos Frederico Leão Rocha

David Kupfer (*in memoriam*)

Emanoel Querette

Fernando Campos de Arruda Jr.

Francisco Rodrigo P. Cavalcanti

Jarbas A. N. Silveira

Javam C. Machado

Jorge Britto

Julia Ferreira Torraca

Maria Liliane M. Gomes

Maria Jackeline S. Sampaio

Miguel Gustavo Lizárraga

Paulo Bastos Tigre

Rossana M. C. Andrade

Rute N. S. Castro

Sumário

Apresentação	11
--------------	----

Capítulo 1

1. O setor de tecnologias de informação: um panorama a partir de fontes secundárias	15
<i>Jorge Britto</i>	
1.1. Introdução	15
1.2. Caracterização das dimensões do mercado	15
1.3. Estrutura empresarial e emprego	21
1.4. Desempenho produtivo	29
1.5. Esforços inovativos e apoio governamental: evidências de informações da Pintec	41
1.6. Desempenho do comércio exterior	54
1.7. Conclusões	62
1.8. Referências	63

Capítulo 2

2. Onde o Brasil pode ser competitivo? Viabilidade técnica e econômica da produção de TIC	67
<i>Paulo Bastos Tigre</i>	
2.1. Introdução	67
2.2. Viabilidade técnica e econômica na cadeia de valor eletrônica	68
2.3. Viabilidade técnica e econômica das atividades locais de P&D e <i>design</i>	69

2.4. Viabilidade da fabricação local de insumos e componentes	71
2.5. Fabricação de bens intermediários	74
2.6. Fabricação dos bens finais de informática	74
2.7. Equipamentos e serviços de telecomunicações	77
2.8. Novos modelos de negócios	78
2.9. Considerações finais	81
2.10. Referências	82

Capítulo 3

3. A cadeia global de valor de bens de informática: presente e futuro <i>Emanoel Querette</i>	87
3.1. Introdução	87
3.2. Mapa da cadeia global de valor de eletrônicos	89
3.3. Evolução do mercado internacional	96
3.4. O futuro da cadeia global de valor das TICs	105
3.5. Considerações finais	107
3.6. Referências	108

Capítulo 4

4. A experiência da Samsung na estruturação de uma base local de P&D e a construção de interações com a academia e os institutos de P&D <i>Fernando Campos de Arruda Jr. Miguel Gustavo Lizárraga</i>	113
4.1. Estruturação da P&D Samsung	114
4.2. Intereração com a academia e institutos de P&D	117
4.3. Capacitação: criação dos Ocean Centers	122

4.4.	Fomento ao empreendedorismo: Programa de Economia Criativa	123
4.5.	Resultados	123
4.6.	Conclusão	128
4.7.	Referências	129

Capítulo 5

5. Legado e evolução na parceria indústria e academia na UFC: Lei de Informática no fomento à inovação e ao empreendedorismo	133
<i>Rossana M. C. Andrade</i>	
<i>Maria Liliane M. Gomes</i>	
<i>Rute N. S. Castro</i>	
<i>Maria Jackeline S. Sampaio</i>	
<i>Javam C. Machado</i>	
<i>Francisco Rodrigo P. Cavalcanti</i>	
<i>Jarbas A. N. Silveira</i>	
5.1. Introdução	133
5.2. A UFC e os grupos de pesquisa envolvidos na Lei de Informática	135
5.3. A Lei de Informática e a parceria indústria-academia	138
5.4. Lei de Informática: benefícios mensuráveis e não mensuráveis para a UFC	139
5.5. Lições aprendidas	144
5.6. Discussão	146
5.7. Conclusão	147
5.8. Referências	148

Capítulo 6

6. Análise de Processos Produtivos Básicos (PPBs)	153
<i>Jorge Britto</i>	
6.1. Introdução	153
6.2. Arcabouço da legislação vigente até 2019	154
6.3. Impactos da Lei de Informática: análise de estudos acadêmicos e avaliações de caráter <i>policy-oriented</i>	156
6.4. Contestação da OMC a instrumentos da Lei de Informática e propostas de reformulação	163
6.5. Apreciação do modelo de PPB de Pontuação	166
6.6. A título de conclusão: mudanças introduzidas na sistemática de PPBs com reformulação da Lei de Informática (2019)	173
6.7. Referências	174

Capítulo 7

7. Os processos produtivos básicos dos bens de informática incentivados e a <i>smiling curve</i> da cadeia de valor de TIC no Brasil	181
<i>Emanoel Querette</i>	
7.1. Introdução	181
7.2. Participação do Brasil na cadeia global de valor de eletrônicos	182
7.3. Análise dos PPBs segundo os elos da cadeia de valor e a <i>smiling curve</i> do setor	191
7.4. Considerações finais	201
7.5. Referências	202
7.6. Apêndice A - Tabela de referência códigos HS para bens incentivados pela Lei de Informática	203

Capítulo 8

8. Desafios para a construção de uma metodologia de avaliação da Lei de Informática	213
<i>David Kupfer (in memorim)</i>	
<i>Julia Torracca</i>	
<i>Carlos Frederico Leão Rocha</i>	
8.1. Introdução	213
8.2. Indicador de valor de transformação industrial (VTI): conveniência e viabilidade de uso	214
8.3. Estratégia metodológica: proposição de indicadores para a mensuração do apoio conferido pela Lei de Informática	221
8.4. Desafios de pesquisa: problemas metodológicos e possíveis soluções	232
8.5. Possíveis encaminhamentos para os problemas detectados	235
8.6. Referências	235
Homenagem ao professor David Kupfer	237



Apresentação

Em novembro de 2019, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC), por meio da Secretaria de Empreendedorismo e Inovação (Semi) teve a satisfação de promover o seminário *Resultados da PD&I no Setor Brasileiro de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) e Inovação Digital, apoiada pela Lei de Informática*.

Na oportunidade, foram convidados representantes dos diversos atores alcançados pela política de incentivos à PD&I que se desenvolve com respaldo na Lei de Informática (BRASIL, 1991), para que compartilhassem junto a um público mais amplo resultados e casos de sucesso decorrentes das interações, universidade/indústria e institutos de PD&I/indústria, que se têm fortalecido no país, no campo das TICs e da inovação digital e no contexto do citado marco legal.

Nesse sentido, estiveram presentes representantes de empresas que se destacam nas atividades de manufatura nacional de bens de TIC; representantes de empresas desenvolvedoras de tecnologiaacional; representantes de institutos de PD&I; e representantes de instituições de ensino.

No contexto da discussão de evolução e modernização da Lei de Informática, houve grande convergência de opiniões no sentido de que o marco legal teve papel determinante no fortalecimento no ecossistema científico e tecnológico para o setor de TIC e de inovação digital, sendo absolutamente imperativo garantir sua manutenção, com a incorporação de aprimoramentos que, inclusive, levassem à superação de restrições levantadas no âmbito da Organização Mundial do Comércio (OMC) e que resultaram na inclusão da Lei de Informática em painel movido contra políticas industriais brasileiras.

Dessa maneira, tornou-se à época questão de primeira ordem assegurar condições que contribuiriam tanto para preservar o legado e resultados já alcançados, quanto para criar perspectivas de avanços sobre a base industrial e tecnológica construída no setor de TIC, com fulcro na Lei de Informática - especialmente, caso fossem mantidos os mecanismos legais para que a indústria continuasse a contar com estímulos para apoiar a estruturação do ecossistema de inovação digital no país, além de manter o esforço de construção de competências tecnológicas internas; manter (e ampliar) sua interação com a academia; e também investir no fortalecimento da capacidade de atração de investimentos e geração local de inovações em parcerias com os institutos de PD&I nacionais.

Na avaliação do MCTI, essa expectativa do setor veio a concretizar-se com a sanção da Lei nº 13.969, de 26 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2019b).

Ademais, ciente da relevância, qualidade e riqueza das discussões que o evento viabilizou, o MCTI não poupar esforços para garantir um registro das apresentações e de artigos que foram disponibilizados por alguns dos palestrantes. Busca-se compartilhar esses registros com a comunidade por meio da publicação dos presentes Anais.

A Sempi espera que, no novo ambiente jurídico que emergiu a partir da sanção da Lei nº 13.969/2019 (BRASIL, 2019b), sejam viabilizados recursos privados para apoio, tanto ao empreendedorismo de base tecnológica no setor de TIC, quanto para o financiamento de projetos de PD&I de caráter estruturante, e de interesse coletivo, especialmente no tocante à capacitação de recursos humanos, criando condições para que o setor avance para evoluir rumo à base produtiva existente, elevando-a a um novo patamar para estar preparada para atender às demandas e aos desafios do século XXI, especialmente as ensejadas pelos paradigmas da inovação digital que tem sua adoção acelerada pelo surgimento das chamadas Tecnologias 4.0 e suas aplicações como aquelas relacionadas à Internet das Coisas [*Internet of Things (IoT)*] e à 4ª Revolução Industrial.

Acreditamos que muito há ainda de ser buscado, como uma robusta reforma estrutural, para que o país disponha de uma indústria com condições de competir no mercado externo e contribuir para que a sociedade brasileira se beneficie em toda a plenitude dos resultados que países líderes têm colhido à medida que a economia cada vez mais possui em seu cerne o uso intensivo das TICs. Contudo postulamos que a base para que se alcance esses novos objetivos está sendo construída.

É importante aprofundar o debate, incorporando às discussões a definição de ações que viabilizem ir além do patamar atingido, valorizando-se o que foi conquistado, mas buscando identificar que instrumentos poderiam estruturar os mecanismos contidos na Lei de Informática, de forma a complementá-los - eventualmente, agregando novos recursos a esse importante instrumento legal, cujo valor e contribuições têm sido reconhecidos como de grande relevância não apenas pela indústria, como também por amplos setores que compõe a comunidade brasileira de TICs.

Paulo Alvim

Secretário de Empreendedorismo e Inovação



Capítulo 1 | O setor de tecnologias de informação: um panorama a partir de fontes secundárias



1. O setor de tecnologias de informação: um panorama a partir de fontes secundárias

Jorge Britto¹

1.1. Introdução

Este capítulo procura sistematizar um conjunto de informações extraídas de fontes secundárias que apontam para transformações em curso no setor de tecnologias de informação que refletem aspectos relevantes, como a mudança no balanço entre atividades industriais e de serviços na conformação da estrutura desse setor. Visando ilustrar essas transformações, os seguintes aspectos são discutidos, em sequência, nas próximas seções: 1) dimensões do mercado do setor; 2) caracterização da estrutura empresarial e emprego; 3) desempenho produtivo do setor; 4) esforços inovativos e apoio governamental; 5) desempenho do comércio exterior. Como tendências gerais, essas informações apontam para o fortalecimento dos serviços comparativamente às atividades industriais (inclusive em termos do comércio externo), para um ajuste produtivo importante, apesar das restrições dos investimentos, e para alguns avanços no sentido da intensificação dos esforços inovativos, apesar da aparente redução da importância do apoio governamental nessa direção.

1.2. Caracterização das dimensões do mercado

As informações levantadas pela Brasscom (2019) indicam um mercado de tecnologias da informação e comunicação (TICs) em 2019 da ordem de US\$ 124,4 bilhões (ou R\$ 494,7, bilhões), com crescimento nominal de 3,3% em relação ao ano anterior. A definição do setor, nesse caso, é bastante abrangente incluindo atividades de TIC (*hardware, software, serviços, nuvem, estatais, BPO – business process outsourcing e exportações*), a denominada TI *in house* (que inclui a produção de tecnologias da informação – TI nas empresas cujo objeto social não é essa produção) e o setor de telecomunicações (incluindo voz, celular e dados). Segundo esse levantamento, a participação do setor no produto interno bruto (PIB) atingiria 6,8%, numa definição mais abrangente ou 2,8%, numa definição mais restrita, incluindo

¹ Professor da Faculdade de Economia da Universidade Federal Fluminense (UFF).

apenas atividades de TIC. O Gráfico 1, a seguir, demonstra que o mercado de provedores – incluindo *hardware*, *software* e serviços – atingiu R\$ 183,6 bilhões em 2019 (crescimento de 4,0% em relação a 2018), repartindo-se entre 45% (R\$ 82,0 bilhões) atribuído a *hardware* (com crescimento de 8,2%) e 55% (R\$ 101,7 bilhões) atribuído a *software* e serviços (com crescimento de 0,9%). O mercado de *software* e serviços, por sua vez, reparte-se entre R\$ 27,9 bilhões atribuídos a *software* e R\$ 73,8 bilhões atribuídos a serviços, dos quais R\$ 35,2 bilhões atribuídos a serviços de TI, R\$ 20,4 bilhões a BPO, R\$ 9,1 bilhões a estatais e R\$ 9,1 bilhões a serviços na nuvem. Segundo a mesma fonte, o valor equivalente das exportações atingia R\$ 21,9 bilhões em 2019 equivalente a aproximadamente 10,7% do mercado estimado de TICs, das quais R\$11,9 bilhões em *hardware* e R\$10 bilhões em *software* e serviços.

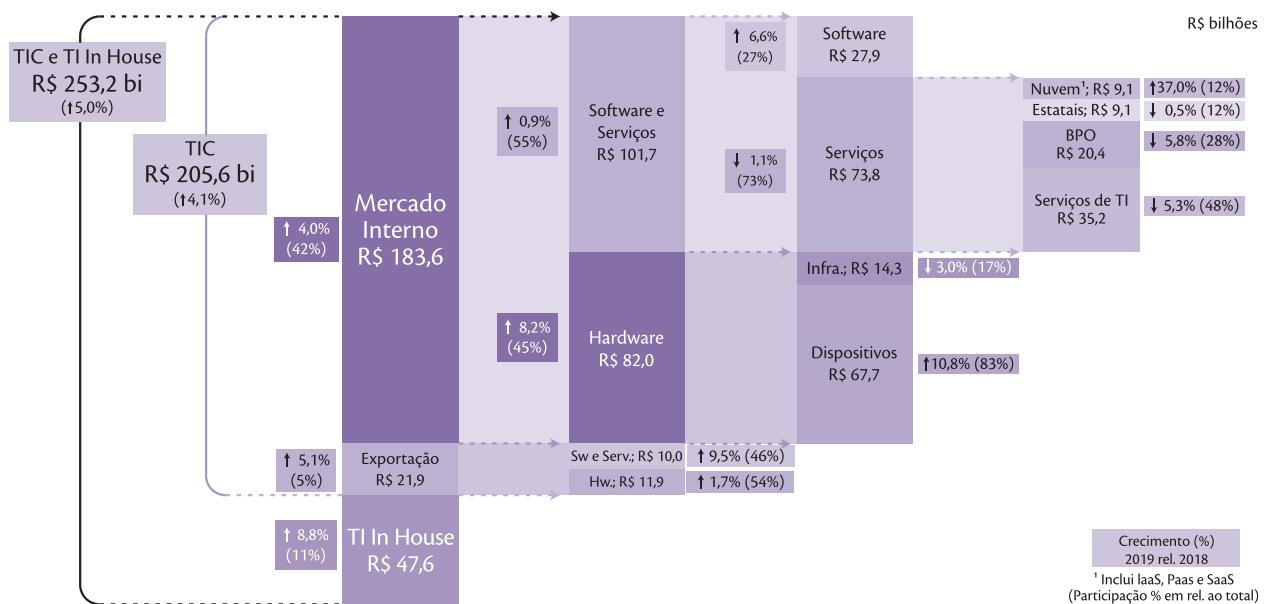


Gráfico 1 - Produção e crescimento dos setores de TIC e TI in house em 2019 (R\$)

Fonte: Brasscom (2020).

Segundo informações do levantamento do *Mercado Brasileiro de Software – Panorama e Tendências* realizado pela Associação Brasileira das Empresas de Software (Abes) (2019), o mercado brasileiro de tecnologia da informação em 2018, incluindo *software*, serviços e exportações de TIC, atingiu um valor de US\$ 47,7 bilhões (ver Tabela 1). As informações apresentadas apontam para uma queda expressiva do mercado em 2016, seguida de relativa recuperação em 2018. Do total estimado do mercado de TI em 2018, US\$ 24,2 bilhões eram relativos ao segmento de *hardware*, responsável por 50,8% do mercado de TI. Além disso, verifica-se que US\$ 10,7 bilhões vieram do mercado de *software*



e US\$ 12,86 bilhões do mercado de serviços, e a soma desses dois segmentos representou 49,2% do mercado total de TI (Gráfico 5), consolidando a tendência de passagem do país para o grupo de economias que privilegiam o desenvolvimento de soluções e sistemas. Os resultados estão em linha com a expectativa de melhora do mercado e indicam maior grau de maturidade nos investimentos em tecnologia, com a ampliação da participação dos investimentos em *software* e serviços nos totais de TI, que ficaram acima da grande maioria dos demais setores da economia e do próprio PIB do país. Segundo a mesma avaliação, as exportações atingiam 2,3% do mercado total em 2018, dos quais 51% equivaliam a exportações de serviços, 31% a exportações de *hardware* e 18% a exportações de *software*.

Tabela 1 - Evolução do mercado de tecnologias de informação e comunicação (2010-2018)

							US\$ milhões
Mercado de exportação							
	Software	Serviços	Hardware	Subtotal TI	Telecom	Total TIC	
2010	110	1.630	210	1.950		1.950	
2011	123	1.834	220	2.177		2.177	
2012	183	2.061	186	2.430		2.430	
2013	209	598	360	1.167		1.167	
2014	225	633	326	1.184		1.184	
2015	245	680	267	1.192		1.192	
2016	177	499	349	1.025		1.025	
2017	174	495	340	1.009		1.009	
2018	200	566	344	1.110		1.110	
Mercado doméstico							
	Software	Serviços	Hardware	Subtotal TI	Telecom	Total TIC	
2010	5.400	11.900	19.800	37.100	80.600	117.700	
2011	6.177	13.306	23.010	42.493	94.960	137.453	
2012	9.485	15.449	35.300	60.234	109.000	169.234	
2013	10.736	14.405	36.472	61.613	100.986	162.599	
2014	11.215	13.967	34.841	60.023	98.027	158.050	
2015	12.337	14.300	33.653	60.023	93.715	153.738	
2016	8.475	10.227	19.844	38.546	51.344	89.890	
2017	8.183	10.426	19.486	38.095	67.144	105.239	
2018	10.479	12.262	23.896	46.637	50.433	97.070	

Mercado total						
	Software	Serviços	Hardware	Subtotal TI	Telecom	Total TIC
2010	5.510	13.530	20.010	39.050	80.600	119.650
2011	6.300	15.140	23.230	44.670	94.960	139.630
2012	9.668	17.510	35.486	62.664	109.000	171.664
2013	10.945	15.003	36.832	62.780	100.986	163.766
2014	11.440	14.600	35.167	61.207	98.027	159.234
2015	12.582	14.980	33.386	61.215	93.715	154.930
2016	8.652	10.726	20.193	39.571	51.344	90.915
2017	8.357	10.921	19.826	39.104	67.144	106.248
2018	10.679	12.828	24.240	47.747	50.433	98.180

Fonte: Anuário Abes, vários anos.

Além da evolução geral do mercado de TIC discutida anteriormente, é importante considerar informações mais detalhadas sobre o desempenho produtivo do setor. Analisando as informações da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee) apresentadas na Tabela 2, percebe-se que a indústria eletroeletrônica, incluindo o setor de informática, teve faturamento de R\$26,6 bilhões (ou US\$6,7 bilhões) em 2019, observando-se uma queda pronunciada do faturamento a partir de 2014. Além de o comportamento geral da indústria eletroeletrônica sinalizar no sentido de perda de sua participação no conjunto do PIB, com retração do faturamento no período mais recente, a distribuição do faturamento entre os diversos segmentos da indústria, apresentada no Gráfico 8, aponta uma queda significativa da participação da indústria de informática, cuja participação no conjunto da indústria eletroeletrônica se reduz entre 2010 e 2019 – de 32,1% para 17,1%. Em contraste com a tendência à queda da participação do segmento de informática, observa-se um aumento da participação do segmento de equipamentos para telecomunicações, de 13,4% em 2010 para 23,7% em 2019. Outros segmentos também aumentaram sua participação, como os de equipamentos para geração de energia e os de equipamentos industriais.

**Tabela 2 - Evolução do faturamento dos segmentos da indústria eletroeletrônica (2010-2019)**

Ano	Total	Automação industrial ¹	Componentes elétricos e eletrônicos ²	Equipamentos industriais	Geração, transmissão e distribuição de energia elétrica
Em reais					
2010	124.376	3.237	9.502	18.754	12.089
2011	138.140	3.725	9.828	22.272	13.097
2012	144.536	3.920	9.755	22.322	15.307
2013	156.745	4.368	10.696	23.599	16.220
2014	153.816	4.523	10.370	25.718	15.742
2015	142.540	4.508	10.071	26.550	16.103
2016	129.446	4.167	9.913	23.790	16.580
2017	136.022	4.489	10.631	23.448	16.367
2018	146.104	5.099	10.906	25.446	17.130
2019	153.007	5.480	10.736	26.828	15.825
Em dólares					
2010	70.708	1.840	5.402	10.662	6.873
2011	82.491	2.224	5.869	13.300	7.821
2012	73.931	2.005	4.990	11.418	7.830
2013	72.574	2.022	4.952	10.926	7.510
2014	65.322	1.921	4.404	10.922	6.685
2015	42.693	1.350	3.016	7.952	4.823
2016	37.162	1.196	2.846	6.830	4.760
2017	42.606	1.406	3.330	7.345	5.127
2018	39.965	1.395	2.983	6.960	4.686
2019	38.774	1.389	2.721	6.799	4.010

Ano	Total	Informática	Material elétrico de instalação	Telecomunicações	Utilidades domésticas ³
Em reais					
2010	124.376	39.864	8.909	16.714	15.307
2011	138.140	43.561	9.654	19.901	16.102
2012	144.536	43.561	9.019	22.811	17.841
2013	156.745	47.046	9.478	26.689	18.649
2014	153.816	37.660	9.689	29.592	20.522
2015	142.540	30.170	8.472	28.309	18.357
2016	129.446	21.200	7.867	29.583	16.346
2017	136.022	23.270	7.426	32.038	18.353
2018	146.104	25.485	7.994	34.127	19.917
2019	153.007	26.622	9.231	36.291	21.994
Em dólares					
2010	70.708	22.663	5.065	9.502	8.702
2011	82.491	26.013	5.765	11.884	9.615
2012	73.931	22.282	4.613	11.668	9.126
2013	72.574	21.783	4.388	12.357	8.635
2014	65.322	15.993	4.115	12.567	8.715
2015	42.693	9.036	2.538	8.479	5.498
2016	37.162	6.086	2.258	8.493	4.693
2017	42.606	7.289	2.326	10.035	5.749
2018	39.965	6.971	2.187	9.335	5.448
2019	38.774	6.746	2.339	9.197	5.574

Fonte: Abinee.

Nota: 1 inclui instrumentação e instrumentos eletromédicos;

2 inclui motocompressores para refrigeração, eletrônica embarcada e partes e peças; e

3 inclui autorrádios.



1.3. Estrutura empresarial e emprego

Após a avaliação do comportamento recente do mercado, é possível considerar informações sobre a estrutura empresarial vigente no setor. Nesse sentido, é possível considerar informações relativas a empresas de maior porte – com mais de 20 empregados – extraídas das pesquisas anuais relativas à Pesquisa Industrial Anual (PIA) e Pesquisa Anual de Serviços (PAS) para o período compreendido entre 2010 e 2018, apresentadas na Tabela 3 adiante. No caso das informações da PIA, foram consideradas, além das informações agregadas da divisão 26 relativas à fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, informações relativas a dois grupos: i) a agregação das atividades 26.10 – fabricação de componentes eletrônico; 26.21 – fabricação de equipamentos de informática; 26.22 – fabricação de periféricos para equipamentos de informática num grupo geral de informática; ii) a agregação das atividades 26.31 – fabricação de equipamentos transmissores de comunicação; 26.32 – fabricação de aparelhos telefônicos e de outros equipamentos de comunicação num grupo geral de Telecom. Além das informações sobre atividades industriais, foram consideradas também informações da PAS. Nesse caso, além de informações sobre o total de serviços de TIC, foram consideradas duas divisões particulares de serviços extraídas da PAS: os serviços de telecomunicações e os serviços de tecnologias de informação. Com base informações sobre o número de empresas extraídas dessas fontes, observa-se que é reforçado o contraste entre as atividades industriais e de serviços: enquanto, no caso de serviços, observa-se crescimento de 161% em telecomunicações e de 54% em tecnologias da informação no período 2010-2017; na indústria, verifica-se queda expressiva de aproximadamente 33% ao longo do período para o segmento de informática e de 26% para o segmento de equipamentos de telecomunicação, contrastando com uma queda de aproximadamente 10% no número de estabelecimentos no conjunto da indústria de transformação no período 2010-2018.

Tabela 3 - Evolução do número de empresas em segmentos da indústria de serviços vinculados ao setor de tecnologias de informação e comunicação (2010-2018)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Setor industrial – dados PIA										
Dados básicos	Ind. de transformação	36.529	39.118	39.560	38.611	39.131	36.082	33.834	33.349	33.034
	Informática	262	255	255	248	217	199	187	182	175
	Telecom	91	88	85	83	79	77	69	66	67
	Divisão 26 Cnae	672	685	698	697	653	610	550	527	521
	Ind. de transformação	100,0	107,1	108,3	105,7	107,1	98,8	92,6	91,3	90,4
Número-índice (2010=100)	Informática	100,0	97,3	97,3	94,7	82,8	76,0	71,4	69,5	66,8
	Telecom	100,0	96,7	93,4	91,2	86,8	84,6	75,8	72,5	73,6
	Divisão 26 Cnae	100,0	101,9	103,9	103,7	97,2	90,8	81,8	78,4	77,5
Setor Serviços – dados PAS (mais de 20 empregados)										
Dados básicos	Total de serviços de TIC	4.164	4.392	5.019	5.321	5.508	5.653	5.697	5.808	
	Telecomunicações	451	480	628	694	762	911	1.024	1.179	
	Tec. da informação	1.998	2.174	2.539	2.693	2.850	2.969	2.999	3.079	
	Total de serviços de TIC	100,0	105,5	120,5	127,8	132,3	135,8	136,8	139,5	
Número-índice (2010=100)	Telecomunicações	100,0	106,4	139,2	153,9	169,0	202,0	227,1	261,4	
	Tec. da informação	100,0	108,8	127,1	134,8	142,6	148,6	150,1	154,1	

Fonte: elaboração própria a partir de dados da PIA e PAS/IBGE.



Diversas fontes podem também ser utilizadas para avaliar o comportamento recente do emprego nos diversos segmentos do setor de TIC. Nesse sentido, é possível considerar, inicialmente, informações extraídas da Relação Anual de Informações Sociais (Rais) do Ministério da Economia (MTe), relativas ao período 2003-2019. O Gráfico 2 elaborado com base em informações da Abinee, indica que o emprego do setor eletroeletrônico cresce consideravelmente entre dezembro de 2003 e dezembro de 2013, evoluindo de 196.642 postos de trabalho para 308.612 postos de trabalho, equivalendo a um crescimento de 56,9%, acompanhado por uma queda para 232.167 postos de trabalho em dezembro de 2018, equivalendo a uma queda de 24,8% em relação a dezembro de 2013. Outra informação levantada pela Abinee contempla a evolução do saldo líquido de admissões no setor eletroeletrônico (acumulado em 12 meses) entre abril de 2004 e setembro de 2019 (Gráfico 3), podendo-se observar uma queda pronunciada em 2009, acompanhada por uma queda pronunciada entre 2010 e 2016 e uma recuperação relativa entre 2016 e 2018, com predominância de saldos positivos entre 2018 e 2019.

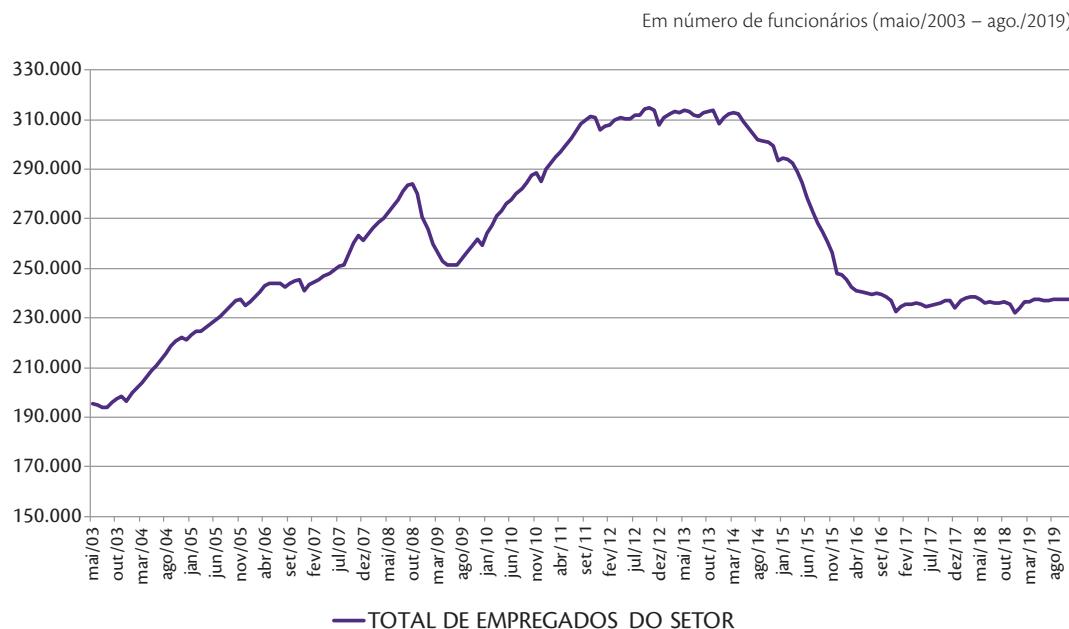
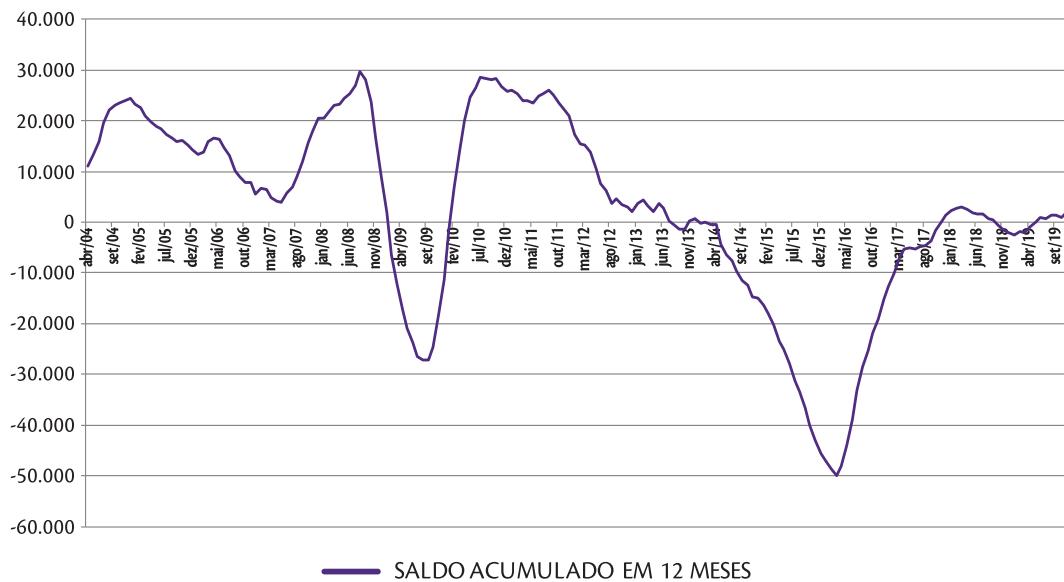


Gráfico 2 - Evolução do emprego do setor eletroeletrônico

Fonte: Abinee/Decon com base em dados da Rais e do Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (Caged).

Saldo acumulado em 12 meses (abr./2004 - set./2019)

**Gráfico 3 - Evolução do saldo líquido de admissões no setor eletroeletrônico****Fonte:** Abinee/Decon com base em dados da Caged.

Informações do Relatório Brasscom (2020) apresentados na Gráfico 4 também apontam tendências importantes em termos da evolução dos empregos no setor entre 2017 e 2019. Segundo as informações apresentadas, em 2014, o setor de TIC atingia 817 mil empregos, em 2017, evoluindo para 845 mil em 2018 e para 873 mil em 2019. Em 2019, aproximadamente 553 mil empregos concentravam-se no segmento de serviços, 104 mil em software, 93 mil em hardware e 123 mil no comércio. Se forem agregados os segmentos de serviços de telecomunicações, TI in house e implantação, o levantamento da Brasscom indicava um total de empregos da ordem de 1,56 milhão de postos de trabalho no macrossetor de TIC. Além disso, as informações apontam para um crescimento anual do emprego nesse macrossetor superior ao crescimento do emprego no conjunto da economia.

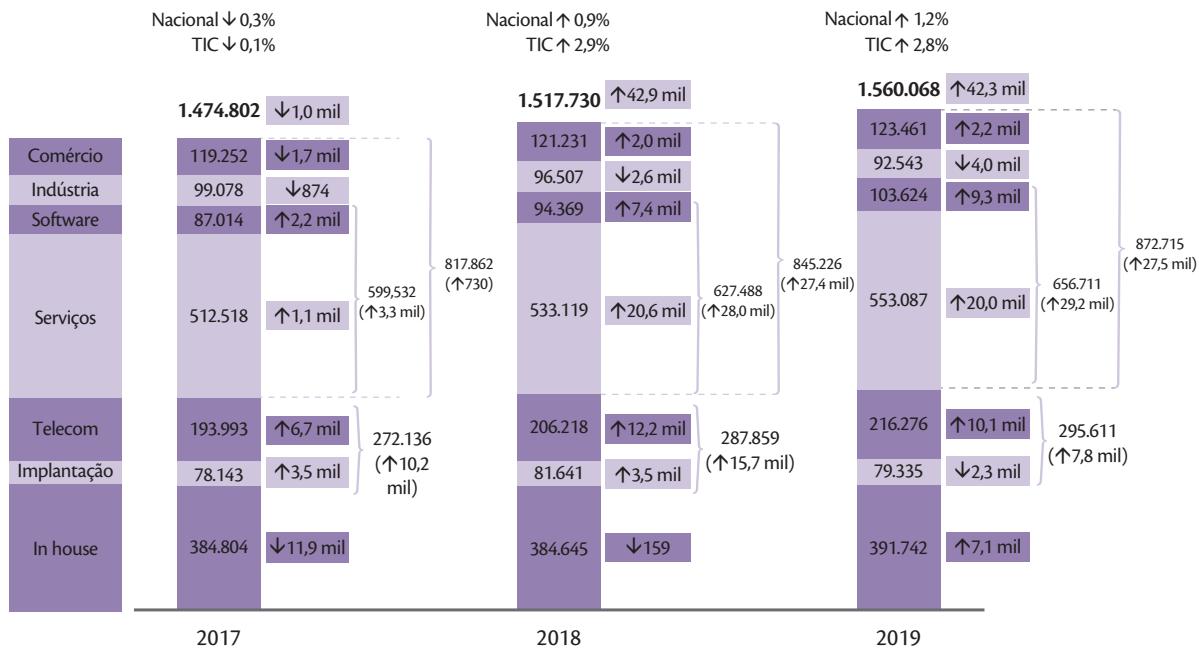


Gráfico 4 - Número de profissionais no macrossetor de TIC – variação anual por subsetores (2017-2019)

Fonte: Brasscom, Rais e Caged (2020).

Informações extraídas da PIA e PAS relativas ao período 2010-2018 também podem ser consideradas para avaliar a evolução do emprego nas atividades de TIC vinculadas a indústria e serviços, conforme ilustrado na Tabela 4. No caso das atividades de base industrial, os empregos vinculados ao segmento de informática atingiam 34.366, enquanto o segmento de equipamentos de Telecom atingia 33.784 postos de trabalho. Entre 2010 e 2018, verifica-se queda expressiva de aproximadamente 43,5% ao longo do período para o segmento de Informática; enquanto, no segmento de equipamentos de telecomunicação, há crescimento de 25,1%. Já no caso de atividades de serviços, os empregos em 2017 vinculados ao segmento de telecomunicações atingiam 163.932; enquanto o segmento de tecnologias da informação atingia 399.126 postos de trabalho. Entre 2010 e 2017, observa-se crescimento de 14,4% ao longo do período para o segmento de serviços de telecomunicações; enquanto, no segmento de serviços de tecnologias da informação, verifica-se um crescimento de 48,1%.

Tabela 4 - Evolução do emprego em segmentos da indústria de serviços vinculados ao setor de tecnologias de informação e comunicação (2010-2018)

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Setor industrial – dados PIA										
Dados básicos	Ind. de transformação	6.349.726	6.611.228	6.802.889	6.873.442	6.744.640	6.212.975	5.858.207	5.843.111	5.853.777
	Informática	60.838	59.416	62.110	62.979	52.324	44.123	32.554	32.795	34.366
	Telecom	27.001	28.421	29.999	34.237	37.099	28.726	34.213	33.022	33.784
	Divisão 26 Cnae	150.121	159.490	162.876	165.915	152.001	123.158	111.816	114.370	113.730
Número-índice (2010=100)	Ind. de transformação	100,0	104,1	107,1	108,2	106,2	97,8	92,3	92,0	92,2
	Informática	100,0	97,7	102,1	103,5	86,0	72,5	53,5	53,9	56,5
	Telecom	100,0	105,3	111,1	126,8	137,4	106,4	126,7	122,3	125,1
	Divisão 26 Cnae	100,0	106,2	108,5	110,5	101,3	82,0	74,5	76,2	75,8
Setor serviços – dados PAS										
Dados básicos	Total de serviços de TIC	576.002	622.136	669.109	723.516	752.187	741.466	703.806	701.380	
	Telecomunicações	143.346	167.484	174.122	177.385	172.178	165.915	159.845	163.932	
	Tec. da informação	269.493	290.143	323.550	377.034	411.585	417.573	397.977	399.126	
Número-índice (2010=100)	Total de Serviços de TICs	100,0	108,0	116,2	125,6	130,6	128,7	122,2	121,8	
	Telecomunicações	100,0	116,8	121,5	123,7	120,1	115,7	111,5	114,4	
	Tec. da informação	100,0	107,7	120,1	139,9	152,7	154,9	147,7	148,1	

Fonte: elaboração própria a partir de dados da PIA e PAS/IBGE.

Informações extraídas da PIA e PAS relativas ao período 2010-2018 também permitem avaliar a evolução da massa salarial anual e do salário médio anual por empregado (em valores de dólares), conforme ilustrado nas Tabelas 5 e 6. No caso das atividades de base industrial, a massa salarial anual vinculados ao segmento de informática atingiam US\$ 512 milhões, enquanto o segmento de equipamentos de Telecom atingia US\$ 520 milhões. Entre 2010 e 2018, há queda expressiva desse valor de aproximadamente 50,0% ao longo do período para o segmento de informática, enquanto, no segmento de equipamentos de telecomunicação, observa-se queda de 31,3%. Já no caso de atividades de serviços, a massa salarial anual em 2017 vinculada ao segmento de telecomunicações atingia US\$ 5.094 milhões, enquanto o segmento de tecnologias da informação atingia US\$ 15.161 milhões. Entre 2010 e 2017, verifica-se queda de 11,2% ao longo do período para o segmento de



serviços de telecomunicações, enquanto, no segmento de serviços de tecnologias da informação, verifica-se um crescimento de 17,0%. Já no que se refere ao salário médio; a Tabela 10 indica que, no caso das atividades de base industrial, o salário médio anual vinculado ao segmento de informática atingia US\$ 14,9 mil, enquanto o segmento de equipamentos de Telecom atingia US\$15,4 mil. Entre 2010 e 2018, há queda de 11,5% ao longo do período para o segmento de informática, enquanto, no segmento de equipamentos de telecomunicação, observa-se queda de 44,3%. Já no caso de atividades de serviços, o salário médio anual em 2017 vinculado ao segmento de telecomunicações atingia US\$ 25,0 mil, enquanto o segmento de tecnologias da informação atingia US\$ 27,4 mil. Entre 2010 e 2017, verifica-se queda de 31,3% ao longo do período para o segmento de serviços de telecomunicações, enquanto, no segmento de serviços de tecnologias da informação, há queda de 15,5%.

Tabela 5 - Evolução de salários em segmentos da indústria de serviços vinculados ao setor de tecnologias de informação e comunicação (2010-2018)

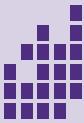
		US\$ milhões								
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Setor industrial – dados PIA										
Dados básicos	Ind. de transformação	94.556	113.496	108.926	109.079	107.180	76.317	73.077	82.091	73.445
	Informática	1.025	1.176	1.106	1.015	844	625	496	552	512
Número-índice (2010=100)	Telecom	746	833	751	767	784	456	521	568	520
	Divisão 26 Cnae	2.854	3.374	3.199	3.079	2.764	1.864	1.693	1.895	1.691
Número-índice (2010=100)	Ind. de transformação	100,0	120,0	115,2	115,4	113,4	80,7	77,3	86,8	77,7
	Informática	100,0	114,7	107,9	99,1	82,3	61,0	48,4	53,8	50,0
Número-índice (2010=100)	Telecom	100,0	111,7	100,6	102,8	105,1	61,1	69,9	76,2	69,7
	Divisão 26 Cnae	100,0	118,2	112,1	107,9	96,9	65,3	59,3	66,4	59,3
Setor serviços – dados PAS										
Dados básicos	Total de serviços de TIC	25.283	30.261	27.697	28.934	28.809	22.262	22.394	25.211	
	Telecomunicações	5.735	6.963	6.764	6.710	6.439	4.673	4.581	5.094	
Número-índice (2010=100)	Tec. da informação	12.961	15.539	13.819	15.380	15.984	12.833	13.376	15.161	
	Total de serviços de TIC	100,0	119,7	109,5	114,4	113,9	88,0	88,6	99,7	
Número-índice (2010=100)	Telecomunicações	100,0	121,4	117,9	117,0	112,3	81,5	79,9	88,8	
	Tec. da informação	100,0	119,9	106,6	118,7	123,3	99,0	103,2	117,0	

Fonte: elaboração própria a partir de dados da PIA e PAS/IBGE.

Tabela 6 - Evolução de salário médio anual em segmentos da indústria de serviços vinculados ao setor de tecnologias de informação e comunicação (2010-2018)

		Em US\$ 1000									
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	
Setor industrial – dados PIA											
Dados básicos	Ind. de transformação	14,89	17,17	16,01	15,87	15,89	12,28	12,47	14,05	12,55	
	Informática	16,85	19,79	17,81	16,12	16,13	14,17	15,23	16,83	14,91	
	Telecom	27,62	29,32	25,02	22,39	21,14	15,88	15,24	17,20	15,40	
Número-índice (2010=100)	Divisão 26 Cnae	19,01	21,16	19,64	18,56	18,19	15,14	15,14	16,56	14,87	
	Ind. de transformação	100,0	115,3	107,5	106,6	106,7	82,5	83,8	94,3	84,3	
	Informática	100,0	117,4	105,7	95,7	95,7	84,1	90,4	99,9	88,5	
Dados básicos	Telecom	100,0	106,1	90,6	81,1	76,5	57,5	55,2	62,3	55,7	
	Divisão 26 Cnae	100,0	111,3	103,3	97,6	95,7	79,6	79,6	87,1	78,2	
	Setor serviços – dados PAS										
Número-índice (2010=100)	Total de serviços de TIC	31,17	34,00	29,42	28,08	27,06	21,38	22,27	25,56		
	Telecomunicações	36,40	36,40	34,48	33,20	31,91	23,97	23,77	25,00		
	Tec. da informação	32,37	35,59	28,82	27,49	27,18	22,12	23,54	27,36		
Dados básicos	Total de serviços de TIC	100,0	109,1	94,4	90,1	86,8	68,6	71,5	82,0		
	Telecomunicações	100,0	100,0	94,7	91,2	87,7	65,8	65,3	68,7		
	Tec. da informação	100,0	110,0	89,0	84,9	84,0	68,4	72,7	84,5		

Fonte: elaboração própria a partir de dados da PIA e PAS/IBGE.



1.4. Desempenho produtivo

O movimento geral da produção física nos segmentos da indústria eletrônica vinculados ao setor de informática pode também ser avaliado com base em informações disponibilizadas pelo IBGE. O Gráfico 5 apresenta a evolução da Pesquisa Industrial Mensal – Produção Física (PIM-PF) para a indústria geral e de transformação e para a indústria eletroeletrônica no período de 2012-2020. É possível observar que a produção física na indústria eletroeletrônica encontra-se sistematicamente abaixo da indústria de transformação a partir de 2015. Desagregando-se a análise para diferentes segmentos associados à indústria eletroeletrônica (Gráfico 6), é possível observar que o movimento da fabricação de equipamentos de informática e periféricos encontra-se sistematicamente abaixo da evolução da produção física nos segmentos associados à fabricação de componentes eletrônicos e à fabricação de equipamentos de comunicação, principalmente a partir de 2016. Observa-se também maior dinamismo do segmento de componentes eletrônicos no período mais recente (pós-2019).

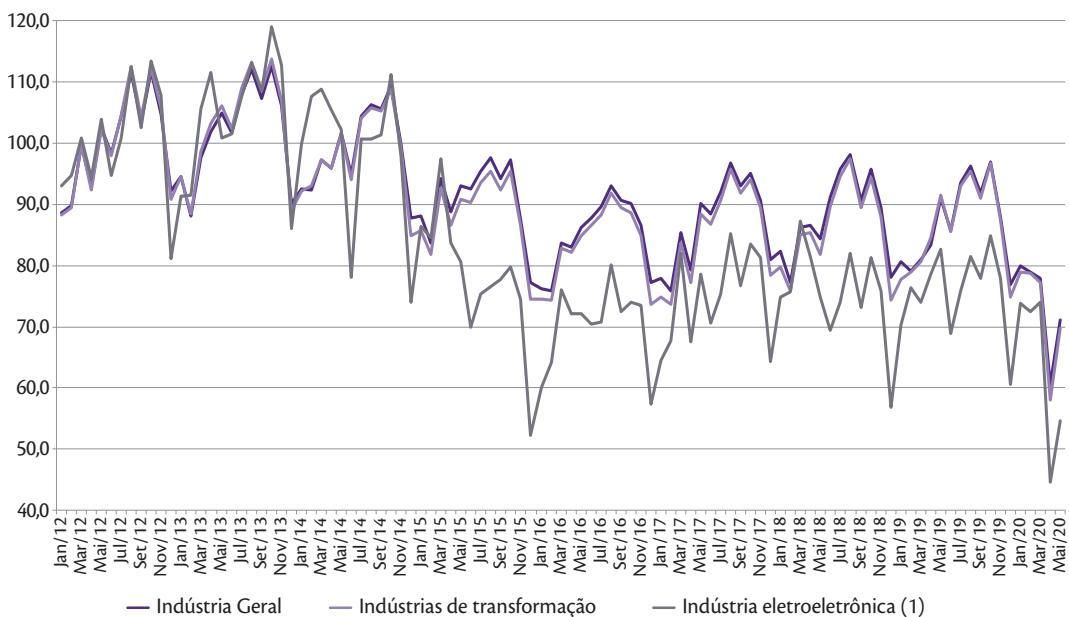


Gráfico 5 - Evolução de índice de produção física – indústria geral, indústria de transformação e indústria eletroeletrônica (base 2012 = 100)

Fonte: IBGE–PIM-PF.

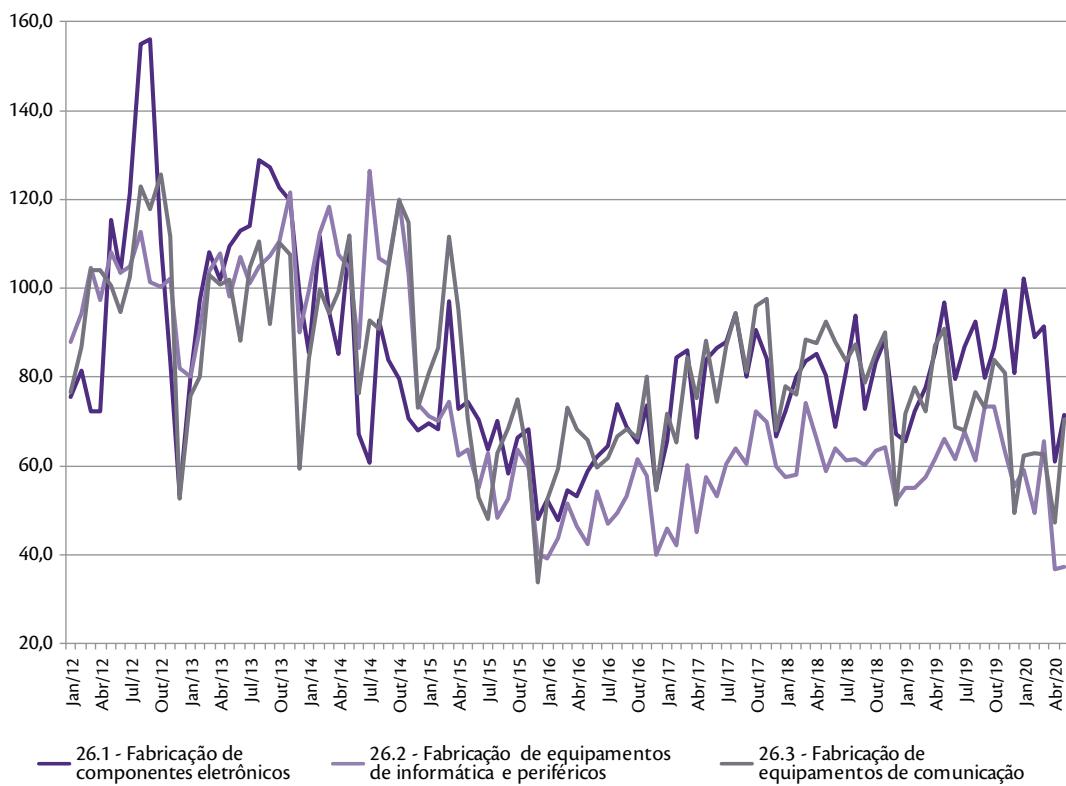


Gráfico 6 - Evolução de índice de produção física – segmentos da indústria eletroeletrônica (base 2012 = 100)

Fonte: IBGE-PIM-PF.

Entre as informações extraídas da PIA e PAS relativas ao período 2010-2018, a Tabela 7 apresenta informações relativas à evolução da receita total (no caso da indústria) ou da receita operacional (no caso de serviços), para as diversas atividades consideradas, convertidas ao valor do dólar médio do ano. No caso das atividades de base industrial, a receita líquida de vendas vinculada ao segmento de informática atingiam US\$ 8.091 milhões, enquanto o segmento de equipamentos de Telecom atingia US\$ 12.693 milhões. Entre 2010 e 2018, observa-se queda expressiva desse valor de aproximadamente 37,7% ao longo do período para o segmento de informática; enquanto, no segmento de equipamentos de telecomunicação, verifica-se aumento expressivo, de 66,7%. Já no caso de atividades de serviços, a receita operacional líquida em 2017 vinculada ao segmento de telecomunicações atingia US\$ 50.555 milhões, enquanto o segmento de tecnologias da informação atingia US\$ 38.330 milhões. Entre 2010 e 2017, observa-se queda de 32,1% ao longo do período para o segmento de serviços de telecomunicações, enquanto, no segmento de serviços de tecnologias da informação, verifica-se crescimento de 22,3%.



Tabela 7 - Evolução de receita líquida de vendas em segmentos da indústria de serviços vinculados ao setor de tecnologias de informação e comunicação (2010-2018)

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	US\$ milhões
Setor industrial – dados PIA											
Dados básicos	Ind. de transformação	1.043.783	1.235.585	1.158.481	1.152.284	1.114.510	790.066	755.269	873.695	871.458	
	Informática	12.997	13.098	13.405	12.793	12.652	9.076	5.625	7.345	8.091	
	Telecom	7.614	9.218	10.690	12.420	12.551	8.698	10.394	12.654	12.693	
	Divisão 26 Cnae	35.443	40.027	37.927	39.837	37.986	25.339	22.545	28.115	28.264	
Número-índice (2010=100)	Ind. de transformação	100,0	118,4	111,0	110,4	106,8	75,7	72,4	83,7	83,5	
	Informática	100,0	100,8	103,1	98,4	97,3	69,8	43,3	56,5	62,3	
	Telecom	100,0	121,1	140,4	163,1	164,8	114,2	136,5	166,2	166,7	
	Divisão 26 Cnae	100,0	112,9	107,0	112,4	107,2	71,5	63,6	79,3	79,7	
Setor serviços – dados PAS											
Dados básicos	Total de serviços de TIC	133.216	154.763	147.684	142.998	137.546	98.071	95.122	107.600		
	Telecomunicações	74.489	85.654	81.709	76.471	71.519	48.715	46.446	50.555		
	Tec. da informação	31.351	38.197	37.807	39.164	39.418	30.804	31.218	38.330		
	Total de serviços de TIC	100,0	116,2	110,9	107,3	103,3	73,6	71,4	80,8		
Número-índice (2010=100)	Telecomunicações	100,0	115,0	109,7	102,7	96,0	65,4	62,4	67,9		
	Tec. da informação	100,0	121,8	120,6	124,9	125,7	98,3	99,6	122,3		

Fonte: elaboração própria a partir de dados da PIA e PAS/IBGE.

Entre as informações extraídas da PIA e PAS relativas ao período 2010-2018, a Tabela 8 apresenta informações relativas à evolução do valor bruto da produção industrial, para as diversas atividades consideradas, convertidos ao valor do dólar médio do ano. No caso das atividades de base industrial, o valor bruto da produção industrial vinculado ao segmento de informática atingia US\$ 7.151 milhões, enquanto o segmento de equipamentos de Telecom atingia US\$ 12.400 milhões. Entre 2010 e 2018, verifica-se queda expressiva desse valor de aproximadamente 36,5% ao longo do período para o segmento de informática, enquanto, no segmento de equipamentos de telecomunicação, há aumento

expressivo, de 86,8%. Já no caso de atividades de serviços, o valor bruto da produção industrial vinculado ao segmento de telecomunicações em 2017 atingia US\$ 51.224 milhões, enquanto, no segmento de tecnologias da informação, atingia US\$ 38.003 milhões. Entre 2010 e 2017, observa-se queda de 31,4% ao longo do período para o segmento de serviços de telecomunicações, enquanto, no segmento de serviços de tecnologias da informação, verifica-se um crescimento de 22,3%.

Tabela 8 - Evolução de valor bruto em segmentos da indústria de serviços vinculados ao setor de tecnologias de informação e comunicação - 2010-2018 produção

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	US\$ milhões
Setor industrial – dados PIA											
Dados básicos	Ind. de transformação	967.787	1.128.799	1.043.855	1.046.547	1.000.191	706.715	679.549	785.799	792.587	
	Informática	11.269	11.506	11.745	11.483	11.585	8.206	4.730	6.438	7.151	
	Telecom	6.638	7.503	9.716	10.867	11.463	7.948	9.448	12.285	12.400	
Número-índice (2010=100)	Ind. de transformação	100,0	116,6	107,9	108,1	103,3	73,0	70,2	81,2	81,9	
	Informática	100,0	102,1	104,2	101,9	102,8	72,8	42,0	57,1	63,5	
	Telecom	100,0	113,0	146,4	163,7	172,7	119,7	142,3	185,1	186,8	
Setor serviços – dados PAS											
Dados básicos	Total de serviços de TIC	132.548	154.705	146.491	141.281	134.613	97.195	94.981	108.333		
	Telecomunicações	73.608	85.191	80.694	74.914	69.233	48.019	46.210	51.224		
	Tec. da informação	31.089	38.048	36.942	38.693	38.307	30.320	31.012	38.003		
Número-índice (2010=100)	Total de serviços de TIC	100,0	116,7	110,5	106,6	101,6	73,3	71,7	81,7		
	Telecomunicações	100,0	115,7	109,6	101,8	94,1	65,2	62,8	69,6		
	Tec. da informação	100,0	122,4	118,8	124,5	123,2	97,5	99,8	122,2		

Fonte: elaboração própria a partir de dados da PIA e PAS/IBGE.



Visando captar aspectos relacionados ao ajuste produtivo experimentado pelas atividades industriais do setor de TIC, a Tabela 9 apresenta informações sobre a evolução do consumo intermediário, para as diversas atividades consideradas, convertidos ao valor do dólar médio do ano. No caso das atividades de base industrial, o consumo intermediário vinculado ao segmento de informática atingia US\$ 6.722 milhões, enquanto o segmento de equipamentos de Telecom atingia US\$ 11.295 milhões. Entre 2010 e 2018, verifica-se queda expressiva desse valor de aproximadamente 32,1% ao longo do período para o segmento de informática; enquanto, no segmento de equipamentos de telecomunicação, observa-se aumento expressivo, de 101,8%. Já no caso de atividades de serviços, o consumo intermediário vinculado ao segmento de telecomunicações em 2017 atingia US\$ 27.157 milhões; enquanto, no segmento de tecnologias da informação, atingia US\$ 13.642 milhões. Entre 2010 e 2017, há queda de 33,0% ao longo do período para o segmento de serviços de telecomunicações, enquanto, no segmento de serviços de tecnologias da informação, verifica-se crescimento de 26,2%.

Tabela 9 - Evolução de consumo intermediário em segmentos da indústria de serviços vinculados ao setor de tecnologias de informação e comunicação (2010-2018)

		US\$ milhões								
		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Setor industrial – dados PIA										
Dados básicos	Ind. de transformação	700.839	818.380	771.307	775.743	753.544	547.389	515.349	600.725	604.213
	Informática	9.899	10.151	10.239	10.176	10.629	7.258	3.996	5.450	6.722
	Telecom	5.598	6.754	8.256	9.099	9.786	6.808	8.351	10.783	11.295
	Divisão 26 Cnae	26.878	30.001	28.998	30.581	29.490	19.630	16.613	21.738	23.169
Número-índice (2010=100)	Ind. de transformação	100,0	116,8	110,1	110,7	107,5	78,1	73,5	85,7	86,2
	Informática	100,0	102,5	103,4	102,8	107,4	73,3	40,4	55,1	67,9
	Telecom	100,0	120,6	147,5	162,5	174,8	121,6	149,2	192,6	201,8
	Divisão 26 Cnae	100,0	111,6	107,9	113,8	109,7	73,0	61,8	80,9	86,2

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Setor serviços – dados PAS										
Dados básicos	Total de serviços de TIC	66.323	78.053	72.915	71.329	67.555	48.182	46.698	51.243	
	Telecomunicações	40.505	48.828	44.944	43.035	39.476	26.770	25.366	27.157	
	Tec. da informação	10.808	12.952	13.130	13.721	13.800	11.209	11.242	13.642	
Número-índice (2010=100)	Total de serviços de TIC	100,0	117,7	109,9	107,5	101,9	72,6	70,4	77,3	
	Telecomunicações	100,0	120,5	111,0	106,2	97,5	66,1	62,6	67,0	
	Tec. da informação	100,0	119,8	121,5	127,0	127,7	103,7	104,0	126,2	

Fonte: elaboração própria a partir de dados da PIA e PAS/IBGE.

Entre as informações extraídas da PIA e da PAS relativas ao período 2007-2016, a Tabela 10 apresenta informações relativas ao valor adicionado por atividade, para as diversas atividades consideradas, convertidos ao valor do dólar médio do ano. No caso das atividades de base industrial, o valor adicionado vinculado ao segmento de informática atingia US\$ 835 milhões, enquanto o segmento de equipamentos de Telecom atingia US\$ 1.219 milhão. Entre 2010 e 2018, verifica-se queda expressiva desse valor de aproximadamente 66,3% ao longo do período para o segmento de informática; enquanto, no segmento de equipamentos de telecomunicação, verifica-se queda menos expressiva, de 17,8%. Já no caso de atividades de serviços, o adicionado vinculado ao segmento de telecomunicações em 2017 atingia US\$ 24.068 milhões, enquanto, no segmento de tecnologias da informação, chegava a US\$ 24.361 milhões. Entre 2010 e 2017, observa-se queda de 28,3% ao longo do período para o segmento de serviços de telecomunicações; enquanto, no segmento de serviços de tecnologias da informação, verifica-se crescimento de 20,1%.



Tabela 10 - Evolução de valor adicionado em segmentos da indústria de serviços vinculados ao setor de tecnologias de informação e comunicação (2010-2018)

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	US\$ milhões
Setor industrial – dados PIA											
Dados básicos	Ind. de transformação	310.084	365.825	324.611	321.473	297.873	199.992	200.633	229.708	225.952	
	Informática	2.282	2.429	2.509	2.333	1.691	1.548	1.168	1.466	835	
	Telecom	1.465	1.713	2.169	2.632	2.417	1.618	1.493	1.704	1.219	
	Divisão 26 Cnae	7.045	8.183	7.631	8.040	6.702	4.801	4.472	5.434	4.032	
Número-índice (2010=100)	Ind. de transformação	100,0	118,0	104,7	103,7	96,1	64,5	64,7	74,1	72,9	
	Informática	100,0	106,4	109,9	102,2	74,1	67,8	51,2	64,2	36,6	
	Telecom	100,0	116,9	148,1	179,7	165,0	110,5	102,0	116,3	83,2	
	Divisão 26 Cnae	100,0	116,1	108,3	114,1	95,1	68,2	63,5	77,1	57,2	
Setor serviços – dados PAS											
Dados básicos	Total de serviços de TIC	66.224	76.652	73.576	69.952	67.058	49.013	48.283	57.089		
	Telecomunicações	33.103	36.363	35.751	31.879	29.757	21.249	20.844	24.068		
	Tec. da informação	20.281	25.096	23.811	24.972	24.507	19.111	19.769	24.361		
	Total de serviços de TIC	100,0	115,7	111,1	105,6	101,3	74,0	72,9	86,2		
Número-índice (2010=100)	Telecomunicações	100,0	109,8	108,0	96,3	89,9	64,2	63,0	72,7		
	Tec. da informação	100,0	123,7	117,4	123,1	120,8	94,2	97,5	120,1		

Fonte: elaboração própria a partir de dados da PIA e PAS/IBGE.

Combinando informações sobre emprego e valor adicionado (ou valor da transformação industrial), é possível definir uma medida de produtividade captada pela produtividade anual por trabalhador, em dólares, conforme ilustrado na Tabela 11. O movimento da produtividade reflete a combinação das variações do valor adicionado (ou valor da transformação industrial) e do emprego. No tocante à produtividade média anual, a Tabela 11 indica que, no caso das atividades de base industrial, essa produtividade (captada pela relação entre valor da transformação industrial anual e emprego) atingia US\$ 51,0 mil no segmento de informática, enquanto o segmento de equipamentos de Telecom atingia US\$ 89,5 mil. Entre 2010 e 2018, verifica-se que um aumento de 6,0% ao longo do período para o segmento de informática, enquanto, no segmento de equipamentos de telecomunicação, há aumento de 4,9%, superior ao observado para o conjunto da indústria. Já no caso de atividades de serviços, a produtividade em 2017 – captada pela relação entre valor adicionado anual e emprego –, no segmento de telecomunicações, atingia US\$ 118,1 mil, enquanto, no segmento de tecnologias da informação, atingia US\$ 43,9 mil. Entre 2010 e 2017, observa-se queda de 43,8% ao longo do período para o segmento de serviços de telecomunicações, enquanto, no segmento de Serviços de Tecnologias da Informação, verifica-se queda de 13,2%.

Tabela 11 - Evolução de produtividade em segmentos da indústria de serviços vinculados ao setor de TICs (2010-2018)

		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Em US\$ 1000
Setor industrial – dados PIA – VTI por empregado											
Dados básicos	Ind. de transformação	69,02	78,05	68,84	67,51	64,50	49,21	50,06	59,27	58,52	
	Informática	48,16	51,53	49,90	43,46	47,08	35,89	45,74	53,45	51,05	
	Telecom	85,43	88,81	109,51	125,30	110,38	92,78	79,93	103,06	89,58	
	Divisão 26 Cnae	69,30	72,46	67,04	69,90	68,50	53,69	59,61	71,50	65,34	
Número-índice (2010=100)	Ind. de transformação	100,0	113,1	99,7	97,8	93,5	71,3	72,5	85,9	84,8	
	Informática	100,0	107,0	103,6	90,2	97,8	74,5	95,0	111,0	106,0	
	Telecom	100,0	104,0	128,2	146,7	129,2	108,6	93,6	120,6	104,9	
	Divisão 26 Cnae	100,0	104,6	96,7	100,9	98,8	77,5	86,0	103,2	94,3	



		2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Setor serviços – dados PAS – VA por empregado										
Dados básicos	Total de serviços de TIC	81,63	86,13	78,17	67,90	63,00	47,07	48,02	57,87	
	Telecomunicações	210,08	190,13	182,23	157,75	147,46	108,98	108,13	118,11	
	Tec. da informação	50,64	57,48	49,65	44,63	41,67	32,95	34,79	43,96	
Número-índice (2010=100)	Total de serviços de TIC	100,0	105,5	95,8	83,2	77,2	57,7	58,8	70,9	
	Telecomunicações	100,0	90,5	86,7	75,1	70,2	51,9	51,5	56,2	
	Tec. da informação	100,0	113,5	98,0	88,1	82,3	65,1	68,7	86,8	

Fonte: elaboração própria a partir de dados da PIA e PAS/IBGE.

Com base nas informações da PIA e PAS, é possível avaliar também como evolui o investimento – captado pela aquisição de ativos fixos – entre as atividades no setor de TIC. Nesse sentido, a Tabela 12 apresentam informações relativas à evolução dos investimentos em dólares médios para período 2010-2018 para o conjunto das atividades do setor de TIC, integrando informações da PIA e da PAS. Com base nas informações apresentadas, percebe-se que, no caso das atividades de base industrial, o investimento vinculado ao segmento de informática atingia US\$150 milhões, enquanto o segmento de equipamentos de Telecom atingia US\$134 milhões. Entre 2010 e 2018, há queda expressiva desse valor de aproximadamente 29,1% ao longo do período para o segmento de informática, enquanto, no segmento de equipamentos de telecomunicação, observa-se queda menos expressiva, de 17,6%. Já no caso de atividades de serviços, o investimento vinculado ao segmento de telecomunicações em 2017 atingia US\$ 8.658 milhões, enquanto, no segmento de tecnologias da informação, atingia US\$ 1.518 milhão. Entre 2010 e 2017, verifica-se queda de 21,2% ao longo do período para o segmento de serviços de telecomunicações, enquanto, no segmento de serviços de tecnologias da informação, verifica-se crescimento de 91,5%.

Tabela 12 - Evolução de investimentos – aquisição de ativos em segmentos da indústria de serviços vinculados ao setor de TICs (2010-2018)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	US\$ milhões
Setor industrial – dados PIA										
Dados básicos	Ind. de transformação	75.441	90.868	96.324	94.221	89.752	54.958	49.528	50.579	55.301
	Informática	246	275	335	190	314	106	108	138	150
	Telecom	162	235	244	174	196	116	110	125	134
	Divisão 26 Cnae	728	1.084	1.006	721	749	418	415	528	509
Número-índice (2010=100)	Ind. de transformação	100,0	120,4	127,7	124,9	119,0	72,8	65,7	67,0	73,3
	Informática	100,0	111,5	135,9	77,3	127,3	42,9	43,8	56,1	60,9
	Telecom	100,0	144,8	150,5	107,4	120,9	71,8	67,8	77,1	82,4
	Divisão 26 Cnae	100,0	148,8	138,1	99,0	102,8	57,4	57,0	72,5	69,9
Setor serviços – dados PAS										
Dados básicos	Total de serviços de TIC	13.310	15.183	16.222	15.899	19.196	11.313	9.626	10.657	
	Telecomunicações	10.993	12.671	13.874	13.301	16.104	9.424	7.807	8.658	
	Tec. da informação	793	854	1.282	1.461	1.653	1.243	1.260	1.518	
Número-índice (2010=100)	Total de serviços de TIC	100,0	114,1	121,9	119,5	144,2	85,0	72,3	80,1	
	Telecomunicações	100,0	115,3	126,2	121,0	146,5	85,7	71,0	78,8	
	Tec. da informação	100,0	107,7	161,7	184,2	208,5	156,7	159,0	191,5	

Fonte: elaboração própria a partir de dados da PIA e PAS/IBGE.

De maneira a qualificar melhor o processo de investimento em atividades de TIC, é possível considerar o valor dos investimentos levantados pela Abinee para o conjunto da indústria eletroeletrônica



para o período 1999-2018, conforme ilustrado pelo Gráfico 7. As informações apresentadas indicam que o investimento, após atingir um pico de R\$4,9 bilhões em 2008, começa a cair, com pequenas recuperações em 2011 e 2013, até atingir R\$2,3 bilhões em 2016, com pequena recuperação entre 2017-2018. Em termos da relação entre investimento e faturamento, a tendência de queda é bastante nítida, evoluindo-se de um valor de 4,0% em 2008 para 1,8% em 2018.

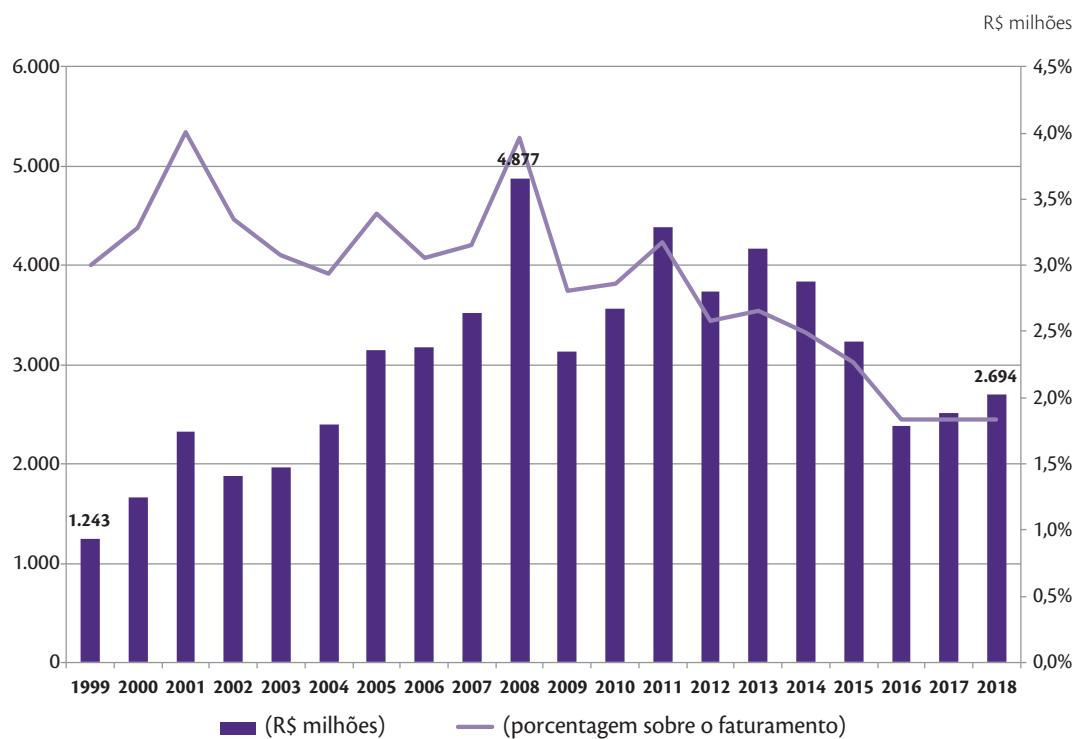


Gráfico 7 - Investimentos em ativo fixo da indústria eletroeletrônica

Fonte: Abinee/Decon.

Outro aspecto a ser considerado refere-se à evolução comparada dos índices de preços na fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, comparada à evolução geral de preços da indústria de transformação, conforme ilustrado pelo Gráfico 8. Em função da incorporação mais intensa de inovações redutoras de custos na fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, observa-se uma redução pronunciada de seus preços, principalmente entre 2010 e 2012. Essa redução tem continuidade, porém em ritmo menos acelerado entre 2012 e 2018, a partir de quando se observa tendência de aumento. Esse movimento contrasta fortemente com o

movimento geral dos preços da indústria de transformação, que crescem continuamente ao longo de todo o período, com intensificação desse crescimento a partir de 2017. O Gráfico 9 apresenta o mesmo tipo de comparação em termos da variação mensal em relação ao mesmo mês do ano anterior, podendo-se verificar que a variação de preços dos equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos mantém-se sistematicamente abaixo da variação de preços da indústria de transformação até 2019, quando os mesmos iniciam uma trajetória ascendente que os faz ultrapassar o ritmo de crescimento da indústria de transformação.

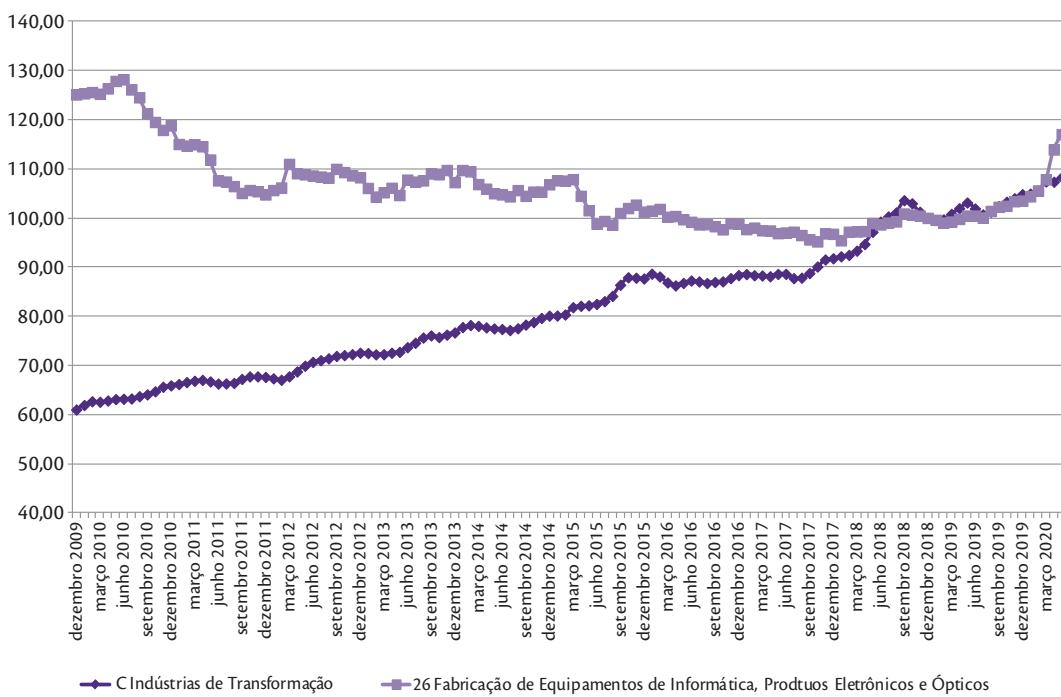


Gráfico 8 - Evolução de preços – industriais – indústrias de transformação e fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos – IPP número-índice (dez. 2018 = 100) dez./2009 – março/2020

Fonte: IPP-IBGE.

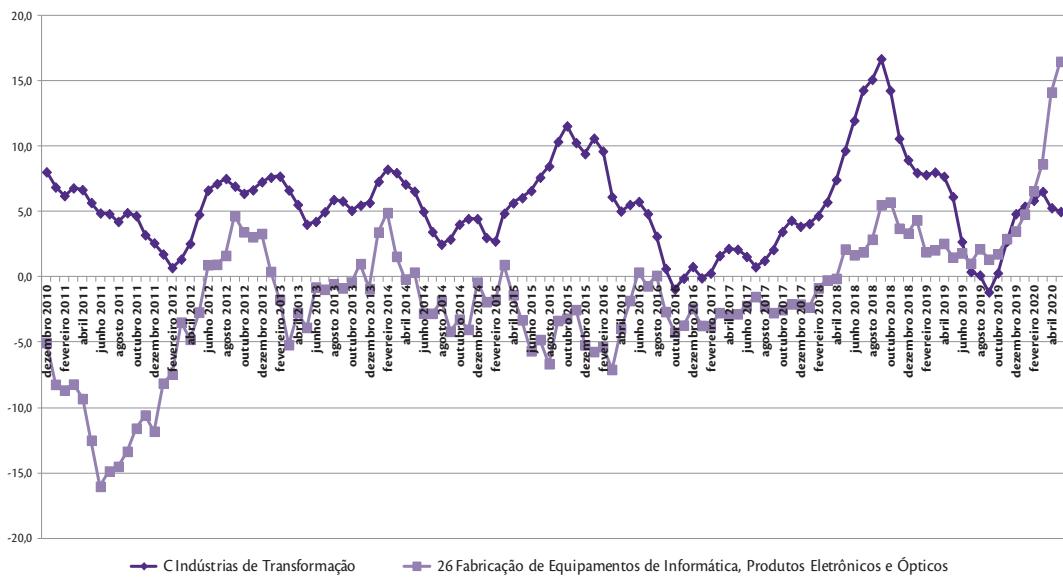


Gráfico 9 - Evolução de preços – industriais – indústrias de transformação e fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos – IPP variação mês/mesmo mês do ano anterior (M/M-12) (%) – dez./2010 – maio/2020

Fonte: IPP – IBGE.

1.5. Esforços inovativos e apoio governamental: evidências de informações da Pintec

É possível também discutir o padrão de organização das atividades inovativas nos setores de TIC, considerando informações levantadas pela Pesquisa de Inovação (Pintec) do IBGE com um recorte setorial. Em particular, é possível considerar aspectos relacionados à orientação e intensidade dos esforços inovativos, à mobilização de recursos humanos e ao papel do apoio governamental. A análise da Pintec tem como referência temporal diferentes intervalos de tempo em relação aos quais os esforços inovativos das firmas foram avaliados. Na análise realizada, foram selecionados os períodos de referência mais recentes da pesquisa, a saber, 2009-2011, 2012-2014, 2005-2017. O recorte setorial é referente à Classificação Nacional de Atividade Econômica (Cnae) 2.0, contemplando as seguintes atividades (industriais e de serviços): fabricação de componentes eletrônicos; fabricação de equipamentos de informática e periféricos; fabricação de equipamentos de comunicação; equipamentos eletromédicos e eletroterapêuticos; outros produtos eletrônicos e ópticos; desenvolvimento e licenciamento de programas de computador; outros serviços de tecnologia da informação.

A Tabela 13 apresenta informações sobre o número total de empresas e o número de empresas com realização de dispêndios inovativos para os diversos segmentos do setor de TIC, contemplando atividades industriais e de serviços. O total de empresas com atividades inovativas nos setores industriais de TIC passou de 838 empresas em 2011 para 663 empresas em 2017, equivalente a uma queda de 21,0%. Já no setores de serviços, o total de empresas com atividades inovativas evolui de 1.506 em 2011 para 1.795 em 2017, correspondendo a um crescimento de 19,2%. Em termos das taxas de inovação, que mede o percentual de empresas inovativas em relação ao total da base, nos setores industriais de TIC, essa taxa evolui de 51,8% em 2011 para 50,6% em 2017, mantendo-se expressivamente acima da média geral da indústria. Já no caso dos setores de serviços de TIC, esta taxa evolui de 40,8% em 2011 para 35,2% em 2017, também se mantendo acima da média geral dos serviços. O percentual de empresas inovadoras que realizavam P&D nos setores industriais de TIC evolui de 59,1% em 2011 para 61,1% em 2017, o equivalente a quase três vezes o observado na média geral da indústria. Já no caso dos setores de serviços de TIC, esta taxa evolui de 60,5% em 2011 para 48,7% em 2017, também se mantendo acima da média geral dos serviços. No caso das empresas inovadoras dos setores de TIC, destaca-se o percentual elevado daquelas com gastos em aquisição de máquinas e equipamentos e com aquisição de *software*. O percentual de empresas inovadoras com gastos em treinamento também se destaca, principalmente nos serviços de TIC.

A Tabela 14 apresenta informações sobre o total de receitas e a participação na receita de gastos em inovação em segmentos vinculados a tecnologias de informação e comunicação. Por um lado, as receitas dos setores industriais de TIC cresceram de R\$68.661 milhões em 2011 para R\$91.527 milhões em 2017, equivalendo a um crescimento de 33,3%. Por outro lado, as receitas dos setores de serviços de TIC, cresceram de R\$44.872 milhões em 2011 para R\$ 78.835 milhões em 2017, equivalendo a um crescimento de 75,7%. O percentual de gastos com atividades inovativas nos setores industriais de TIC, em relação ao total das receitas, evolui de 3,22% em 2011 para 3,12% em 2017 (contra uma evolução de 2,46% para 1,69% para o conjunto da indústria), correspondendo a um crescimento absoluto dos gastos em inovação de 29,2% (contra uma queda de 7,9% para o conjunto da indústria). Especificamente no caso do percentual de gastos em P&D em relação à receita, no caso dos setores industriais de TIC, esses evoluem de 1,39% em 2011 para 1,20% em 2017 (contra uma evolução de 0,72% para 0,62% para o conjunto da indústria), correspondendo a um crescimento absoluto dos gastos em P&D de 15,3% (contra uma queda de 15,9% para o conjunto da indústria). Já no caso dos setores de serviços de TIC, o percentual de gastos com atividades inovativas, em relação ao total das receita, evolui de 3,68% em 2011 para 3,33% em 2017 (contra uma evolução de 4,96% para 5,79% para o conjunto dos serviços contemplados na Pintec), correspondendo a um crescimento absoluto dos gastos em inovação de 59,4% (contra um crescimento de 48,4% para o conjunto dos serviços contemplados na Pintec). Especificamente, no caso do percentual de gastos em P&D em relação à



receita, no caso dos setores de serviços de TIC, este evolui de 1,62% em 2011 para 2,15% em 2017 (contra uma evolução de 1,82% para 2,40% para o conjunto dos serviços contemplados na Pintec), correspondendo a um crescimento absoluto dos gastos em P&D de 133,7% (contra uma queda de 68,0% para o conjunto dos serviços contemplados na Pintec).

Já a Tabela 15, na sequência, dá continuidade à análise dos esforços inovativos, contemplando informações sobre o total de pessoal ocupado e pessoal ocupado em P&D nos diversos setores industriais e de serviços de TIC para os anos de 2011, 2014 e 2017. Enquanto o total de pessoal dos setores industriais de TIC se reduziu de 174.500 empregados em 2011 para 125.925 empregados em 2017, segundo informações da Pintec, equivalendo a uma queda de 27,8%, o total de pessoal em setores de serviços de TIC cresceu de 261.050 empregados em 2011 para 348.876 empregados em 2017, equivalendo a um crescimento de 33,6%. Especificamente no tocante ao pessoal em P&D, o total de pessoal em setores industriais de TIC se reduziu de 8.740 empregados em 2011 para 5.575 empregados em 2017, equivalendo a uma queda de 36,2%, enquanto o total de pessoal nos setores de serviços de TIC cresceu de 10.463 empregados em 2011 para 15.515 empregados em 2017, equivalendo a um crescimento de 48,3%.

Alguns indicadores específicos podem ser considerados. Com relação ao tamanho médio em termos do número de empregados, observa-se, no caso de setores industriais de TIC, uma evolução de 107,9 empregados em 2011 para 96,1 empregados em 2017, equivalendo a uma queda de 10,9%, enquanto, no caso dos serviços de TIC, observa-se uma evolução de 70,7 empregados em 2011 para 68,4 empregados em 2017, equivalendo a uma queda de 3,2%. Em termos de pessoal médio em P&D, verifica-se, no caso de setores industriais de TIC, uma evolução de 17,6 empregados em 2011 para 13,7 empregados em 2017, equivalendo a uma queda de 21,8%, enquanto, no caso dos serviços de TIC, há uma evolução de 11,5 empregados em 2011 para 17,7 empregados em 2017, equivalendo a um aumento de 54,4%. Por fim, no caso da participação do pessoal em P&D, observa-se, no caso de setores industriais, uma evolução de 5,0% do total de empregados em 2011 para 4,4% do total empregados em 2017, equivalendo a uma queda de 11,6%, enquanto, no caso dos serviços de TIC, verifica-se uma evolução de 4,0% do total de empregados em 2011 para 4,4% do total de empregados em 2017, equivalendo a um aumento de 11,0%.

A Tabela 16 apresenta informações sobre o número total de empresas inovadoras e empresas inovadoras que receberam apoio do governo para atividades industriais e de serviços de TIC em 2011, 2014 e 2017. Inicialmente, é possível considerar o percentual de empresas inovadoras que receberam apoio do governo. Enquanto esse percentual de empresas apoiadas dos setores industriais de TIC se elevou de 37,0% em 2011 para 44,0% em 2017, apesar de uma queda absoluta de 11,7% no total

de empresas apoiadas; no caso dos setores de serviços de TIC, o percentual de empresas apoiadas se reduziu de 38,4% em 2011 para 22,0% em 2017, correspondendo a uma queda absoluta de 25,2% no total de empresas apoiadas. Apesar desse movimento, em 2017, o percentual de empresas inovadoras apoiadas nos setores industriais de TIC era expressivamente superior ao observado para o conjunto da indústria de transformação (44,0% contra 27,0%), o mesmo ocorre quando se compara o percentual de empresas inovadoras apoiadas nos setores de serviços de TIC com o conjunto de serviços contemplados na Pintec (22,0% contra 18,2%). Especificamente com relação ao apoio na forma de incentivo fiscal à P&D, o percentual de empresas apoiadas dos setores industriais de TIC se elevou de 10,5% em 2011 para 16,3% em 2017, correspondendo a um aumento absoluto de 16,3% no total de empresas beneficiadas. Nesses segmentos, em 2107, o percentual de empresas inovadoras apoiadas por incentivo fiscal à P&D era expressivamente superior ao observado para o conjunto da indústria de transformação (16,3% contra 4,3%). Já o percentual de empresas apoiadas nos setores de serviços de TIC se elevou de 6,5% em 2011 para 10,4% em 2017, correspondendo a um aumento absoluto de 108,2% no total de empresas beneficiadas. Nesses segmentos, em 2107, o percentual de empresas inovadoras apoiadas por incentivo fiscal à P&D era superior ao observado para o conjunto dos serviços contemplados na Pintec (10,4% contra 6,7%). Entre as diversas formas de apoio, particular relevância pode ser atribuída ao apoio associado especificamente à Lei de Informática. Nesse caso, o percentual de empresas apoiadas dos setores industriais de TIC se elevou de 18,2% em 2011 para 25,2% em 2017, correspondendo a um aumento absoluto de 2,4% no total de empresas apoiadas. Já o percentual de empresas apoiadas dos setores de serviços de TIC se reduziu de 2,7% em 2011 para 2,4% em 2017, correspondendo a um aumento absoluto de 15,4% no total de empresas apoiadas. Quanto às demais formas de apoio mencionadas, em geral, observa-se queda no percentual de empresas apoiadas entre 2011 e 2017, com exceção do apoio vinculado ao financiamento a P&D. Em parceria com universidades, no caso dos setores industriais de TIC, destaca-se também a queda na participação de empresas inovadoras dos segmentos de TIC apoiadas por meio do financiamento à compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar.



Tabela 13 - Total de empresas, empresas inovadoras e participação segundo tipo de gastos em inovação em segmentos vinculados a TICs (2011, 2014 e 2017) e variação no número de empresas

	Nº de empresas				
	Total	Inovadoras	Taxa de inovação (%)	Atividades internas de P&D (%)	Aquisição externa de P&D (%)
2011					
Total	128.699	36.506	28,4	20,4	6,6
Indústrias de transformação	114.212	32.250	28,2	18,2	5,6
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	1.618	838	51,8	59,1	13,9
Serviços	11.564	3.698	32,0	40,7	13,6
Serviços de tecnologia da informação	3.695	1.506	40,8	60,5	12,3
2014					
Total	132.529	38.835	29,3	19,7	6,5
Indústrias de transformação	115.268	33.573	29,1	17,5	6,2
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	1.542	847	54,9	54,5	19,3
Serviços	14.085	4.117	29,2	40,9	6,0
Serviços de tecnologia da informação	5.043	2.214	43,9	52,2	4,4
2017					
Total	116.962	33.380	28,5	22,3	7,2
Indústrias de transformação	100.216	29.014	29,0	20,4	7,0
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	1.310	663	50,6	61,1	24,3
Serviços	13.854	3.927	28,3	35,5	7,4
Serviços de tecnologia da informação	5.100	1.795	35,2	48,7	11,0
Variação 2011-2017 – número de firmas com cada tipo de gasto					
Total (%)	-9,1	-8,6	0,6	0,1	0,1
Indústrias de transformação (%)	-12,3	-10,0	2,5	1,3	11,5
Informática, produtos eletrônicos e ópticos (%)	-19,0	-21,0	-2,4	-18,4	38,5
Serviços (%)	19,8	6,2	-11,4	-7,4	-42,6
Serviços de tecnologia da informação (%)	38,0	19,2	-13,7	-4,0	6,1

Fonte: elaboração própria a partir de Pintec-IBGE.


Participação em relação a Inovadoras

	Aquisição de outros conhecimentos externos (%)	Aquisição de software (%)	Aquisição de máquinas e equipamentos (%)	Treinamento (%)	Introdução das inovações tecnológicas no mercado (%)	Projeto industrial e outras preparações técnicas (%)
	13,5	33,2	78,3	30,8	25,9	26,3
	11,4	31,9	80,8	28,8	25,5	25,9
	9,0	34,4	58,2	26,1	36,7	31,5
	32,7	44,4	58,0	48,8	32,3	33,4
	33,9	42,1	48,0	48,0	29,3	28,8
	15,4	34,3	75,5	35,4	32,7	26,8
	13,1	32,4	76,6	33,8	31,2	27,7
	15,7	35,0	60,6	44,8	45,7	40,1
	32,8	49,6	64,9	51,3	47,6	21,4
	30,6	43,3	59,8	54,2	54,1	26,1
	16,4	35,3	69,0	38,7	33,0	33,1
	14,7	33,9	70,7	37,5	31,1	34,3
	14,2	45,2	53,7	40,5	38,3	32,2
	28,6	44,5	58,4	48,5	49,0	24,6
	24,3	36,2	44,2	50,4	48,1	36,4
	11,2	-2,8	-19,4	14,8	16,6	15,0
	15,9	-4,3	-21,3	17,2	9,9	19,4
	24,1	3,8	-27,2	22,4	-17,5	-19,0
	-7,0	6,5	7,0	5,5	61,0	-22,0
	-14,5	2,4	9,9	25,0	95,9	50,7

**Tabela 14 - Total de receitas e participação na receita de gastos em inovação
em segmentos vinculados a TICs (2011, 2014 e 2017) e variação**

	Total de receita	Gastos Inovação	Atividades internas de P&D (%)	Aquisição externa de P&D (%)	R\$ milhões
2011					
Total	2.535.017	2,56	0,79	0,17	
Indústrias de transformação	2.040.294	2,46	0,72	0,11	
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	68.661	3,22	1,39	0,52	
Serviços	246.098	4,96	1,82	0,35	
Serviços de tecnologia da informação	44.872	3,68	1,62	0,07	
2014					
Total	3.210.686	2,54	0,77	0,28	
Indústrias de transformação	2.586.760	2,16	0,68	0,18	
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	91.300	3,06	1,70	0,73	
Serviços	290.519	7,81	2,13	1,30	
Serviços de tecnologia da informação	63.747	4,32	2,53	0,06	
2017-					
Total	3.449.166	1,95	0,74	0,20	
Indústrias de transformação	2.733.905	1,69	0,62	0,13	
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	91.527	3,12	1,20	0,79	
Serviços	312.818	5,79	2,40	0,86	
Serviços de tecnologia da informação	78.835	3,33	2,15	0,09	
Variação 2011-2017 – variação de receita e de gastos inovativos					
Total (%)	36,1	3,8	28,4	63,4	
Indústrias de transformação (%)	34,0	-7,9	15,9	62,6	
Informática, produtos eletrônicos e ópticos (%)	33,3	29,2	15,3	103,3	
Serviços (%)	27,1	48,4	68,0	210,0	
Serviços de tecnologia da informação (%)	75,7	59,4	133,7	127,7	
Tratamento de dados (%)	195,3	76,9	188,5	7822,3	

Fonte: elaboração própria com base em dados da Pintec-IBGE.



	Aquisição de outros conhecimentos externos (%)	Aquisição de software (%)	Aquisição de máquinas e equipamentos (%)	Treinamento (%)	Introdução das inovações tecnológicas no mercado (%)	Projeto industrial e outras preparações técnicas (%)
	0,09	0,10	1,08	0,03	0,12	0,16
	0,07	0,06	1,16	0,03	0,12	0,19
	0,04	0,16	0,79	0,03	0,25	0,05
	0,40	0,53	1,38	0,10		
	0,34	0,26	1,01	0,10	0,15	0,13
	0,09	0,07	1,04	0,03	0,13	0,14
	0,09	0,05	0,86	0,02	0,13	0,15
	0,03	0,05	0,39	0,03	0,07	0,05
	0,09	0,29	3,50	0,07	0,30	0,13
	0,09	0,16	0,67	0,08	0,21	0,52
	0,05	0,08	0,62	0,02	0,15	0,09
	0,06	0,05	0,53	0,02	0,16	0,11
	0,23	0,04	0,25	0,02	0,50	0,09
	0,06	0,37	1,80	0,04	0,21	0,05
	0,07	0,13	0,44	0,07	0,26	0,12
	-23,0	-0,3	-22,8	-11,2	63,8	-23,7
	15,9	10,8	-38,4	-0,6	85,1	-25,4
	744,7	-64,5	-58,0	-36,5	167,5	136,5
	-79,6	-12,5	64,8	-45,3		
	-63,5	-13,6	-23,1	22,7	198,3	73,3
	-56,0	-16,2	-39,7	-77,2	1307,4	-92,2

Tabela 15 - Total de empresas, empresas inovadoras, pessoal total e pessoal em P&D em segmentos vinculados a TICs (2011, 2014 e 2017) e variação

	Empresas	Pessoal total	Empresas inovadoras	Empresas com P&D	
2011					
Total	128.699	8.763.624	45950	7.447	
Indústrias de transformação	114.212	7.598.170	41012	5.853	
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	1.618	174.500	958	496	
Serviços	11.564	842.127	4258	1.506	
Serviços de tecnologia da informação	3.695	261.050	1655	911	
2014					
Total	132.529	9.094.054	47.693	7.637	
Indústrias de transformação	115.268	7.778.050	41.850	5.877	
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	1.542	163.839	1.053	462	
Serviços	14.085	977.655	4.569	1.682	
Serviços de tecnologia da informação	5.043	344.289	2.337	1.156	
2017					
Total	116.962	7.912.540	39.329	7.457	
Indústrias de transformação	100.216	6.729.937	34.396	5.930	
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	1.310	125.925	710	405	
Serviços	13.854	875.513	4.428	1.394	
Serviços de tecnologia da informação	5.100	348.876	2.163	874	
Variação 2011-2017 do número de empresas ou do pessoal total e em P&D					
Total (%)	-9,1	-9,7	-14,4	0,1	
Indústrias de transformação (%)	-12,3	-11,4	-16,1	1,3	
Informática, produtos eletrônicos e ópticos (%)	-19,0	-27,8	-25,9	-18,4	
Serviços (%)	19,8	4,0	4,0	-7,4	
Serviços de tecnologia da informação (%)	38,0	33,6	30,7	-4,0	

Fonte: elaboração própria com base em dados da Pintec-IBGE.



	Pessoal em P&D	Tamanho médio	Empresas inovadoras (%)	Pessoal médio em P&D	Pessoal em P&D (%)
	103.290	68,09	16,2	13,87	1,2
	70.800	66,53	14,3	12,10	0,9
	8.740	107,87	51,7	17,63	5,0
	31.190	72,82	35,4	20,71	3,7
	10.463	70,66	55,0	11,49	4,0
	109.981	68,62	16,0	14,40	1,2
	75.413	67,48	14,0	12,83	1,0
	6.417	106,22	43,9	13,89	3,9
	33.208	69,41	36,8	19,74	3,4
	13.391	68,27	49,5	11,58	3,9
	99.063	67,65	19,0	13,29	1,3
	62.306	67,15	17,2	10,51	0,9
	5.575	96,09	57,0	13,78	4,4
	35.081	63,19	31,5	25,17	4,0
	15.515	68,40	40,4	17,74	4,4
	-4,1	-0,7	17,0	-4,2	6,2
	-12,0	0,9	20,8	-13,1	-0,6
	-36,2	-10,9	10,1	-21,8	-11,6
	12,5	-13,2	-11,0	21,5	8,2
	48,3	-3,2	-26,5	54,4	11,0

Tabela 16 - Empresas Inovadoras com diversos tipos de apoio em segmentos vinculados a TICs (2011, 2014 e 2017) e variação

	Empresas inovadoras	Empresas que receberam apoio do governo	Incentivo fiscal à P&D	Incentivos Lei de Informática	
2011					
Total	45.950	34,2	2,7	1,6	
Indústrias de transformação	41.012	34,6	2,5	1,5	
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	958	37,0	10,5	18,2	
Serviços	4.258	30,0	3,3	3,2	
Serviços de tecnologia da informação	1.655	38,4	6,5	2,7	
2014					
Total	47.693	39,9	3,5	1,3	
Indústrias de transformação	41.850	39,9	3,2	1,1	
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	1.053	42,7	11,1	16,4	
Serviços	4.569	35,7	6,1	3,2	
Serviços de tecnologia da informação	2.337	33,0	8,8	5,3	
2017					
Total	39.329	26,2	4,7	1,3	
Indústrias de transformação	34.396	27,0	4,3	1,1	
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	710	44,0	16,3	25,2	
Serviços	4.428	18,2	6,7	2,2	
Serviços de tecnologia da informação	2.163	22,0	10,4	2,4	
Variação 2011-2017					
Total (%)	-14,4	-34,4	52,7	-32,8	
Indústrias de transformação (%)	-16,1	-34,5	42,9	-37,6	
Informática, produtos eletrônicos e ópticos (%)	-25,9	-11,7	15,4	2,4	
Serviços (%)	4,0	-36,8	110,5	-29,5	
Serviços de tecnologia da informação (%)	30,7	-25,2	108,2	15,4	

Fonte: elaboração própria a partir de Pintec-IBGE.



	Subvenção econômica	Financiamento à P&D sem parceria com universidades	Financiamento à P&D em parceria com universidades	Financiamento à compra de máquinas e equipamentos utilizados para inovar	Compras públicas	Outros programas de apoio
	1,0	1,6	1,3	25,6	0,0	7,9
	0,8	1,2	0,9	27,3	0,0	7,5
	10,2	4,5	7,5	16,5	0,0	5,1
	2,9	4,8	4,5	9,3	0,0	11,2
	5,7	7,3	4,9	8,8	0,0	16,5
	0,8	1,7	1,0	29,9	2,0	8,1
	0,6	1,6	0,9	31,2	1,4	7,7
	6,0	6,2	6,2	23,4	1,3	9,4
	2,6	3,5	1,7	16,1	7,6	8,9
	2,5	3,6	2,2	9,6	5,2	9,4
	1,2	2,4	1,3	12,9	2,6	7,4
	0,8	2,3	1,2	14,1	2,4	7,7
	3,6	6,0	9,3	7,7	4,6	9,0
	4,5	2,5	1,7	3,8	3,5	4,1
	4,8	2,6	1,2	1,5	4,5	4,3
	11,8	30,3	-13,1	-56,8	5,1	-19,9
	-7,4	62,0	7,7	-56,6	37,1	-13,2
	-73,7	-0,7	-8,1	-65,4	142,0	30,6
	61,3	-46,1	-62,0	-57,8	-55,0	-62,0
	10,3	-53,3	-67,2	-78,3	-19,3	-65,6

1.6. Desempenho do comércio exterior

Outra dimensão relevante da análise refere-se à *performance* das atividades de TIC em termos de comércio exterior. Nesse sentido, a Tabela 17 apresenta informações sobre exportações, importações e saldo comercial dos setores de equipamentos de telecomunicações e de gravação de som e aparelhos de reprodução e de máquinas para escritório e máquinas automáticas de processamento de dados no período 1997-2019 extraídas da base da Secretaria de Comércio Exterior (Secex) de exportações e importações setoriais. O Gráfico 10 ilustra o desempenho comercial conjunto daqueles setores. É possível observar que, enquanto, no caso dos equipamentos de telecomunicações e de gravação de som e aparelhos de reprodução, o crescimento do déficit comercial foi impulsionado pela queda das exportações, no caso do setor de máquinas para escritório e máquinas automáticas de processamento de dados, as exportações mantiveram-se relativamente estáveis, o que não impediu o crescimento do déficit em função do crescimento das importações a partir de 2007. Nesse segmento, a queda das importações a partir de 2015 amortece a evolução do déficit.

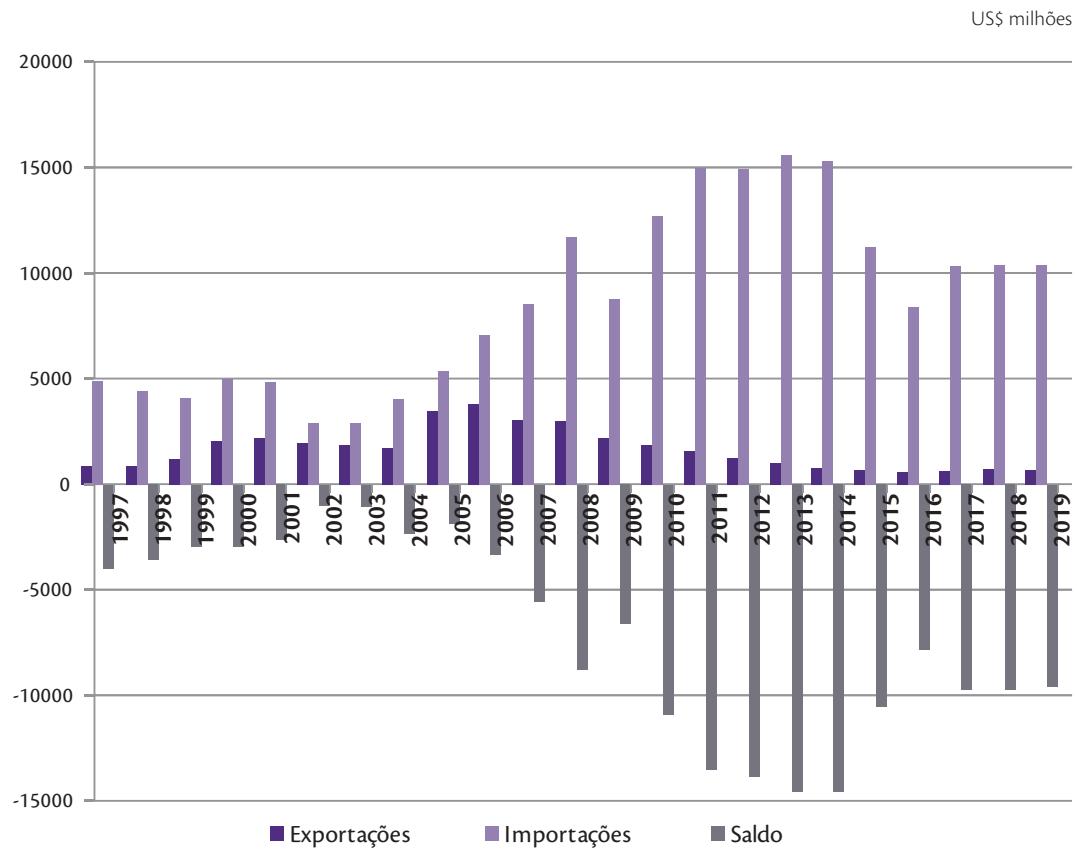


Gráfico 10 - Exportações, importações e saldo comercial de equipamentos de telecomunicações e de gravação de som e aparelhos de reprodução e máquinas para escritório e máquinas automáticas de processamento de dados (1997-2019)

Fonte: Mdic/Secex.

Especificamente, no caso das exportações, a Tabela 18 apresenta a distribuição das mesmas repartidas entre aparelhos transmissores e receptores; computadores e acessórios; circuitos integrados e microconjuntos eletrônicos para o período 1997-2019. É possível constatar a tendência de queda da participação nos aparelhos transmissores e receptores a partir de 2006 até 2018, acompanhada pelo crescimento da participação de computadores e acessórios, num primeiro momento, e do grupo de circuitos integrados e microconjuntos eletrônicos, no período mais recente, conforme ilustrado pelo Gráfico 11.

Tabela 17 - Exportações, importações e saldo comercial de setores de equipamentos de telecomunicações e de gravação de som e aparelhos de reprodução e de máquinas para escritório e máquinas automáticas de processamento de dados (1997-2019)

US\$ milhões

	Exportações					Equipamentos de telecomunicações e de gravação de som e aparelhos de reprodução
	Equipamentos de telecomunicações e de gravação de som e aparelhos de reprodução	Máquinas para escritório e máquinas automáticas de processamento de dados	Subtotal	Indústria de Transformação	Total geral*	
1997	592	360	952	42.833	52.947	2.983
1998	565	381	947	41.488	51.077	2.492
1999	691	503	1.194	39.314	47.946	2.235
2000	1.523	561	2.084	45.683	55.018	2.594
2001	1.705	480	2.185	47.440	58.128	2.590
2002	1.668	297	1.965	48.597	60.290	1.453
2003	1.579	331	1.910	58.348	72.975	1.487
2004	1.392	414	1.806	77.072	96.332	2.344
2005	2.997	574	3.571	94.080	118.693	3.148
2006	3.241	571	3.812	106.803	137.708	4.180
2007	2.662	392	3.054	121.283	160.522	5.214
2008	2.688	353	3.041	140.011	197.779	7.705
2009	1.913	306	2.218	105.097	152.911	5.238
2010	1.554	344	1.899	127.695	201.788	7.948
2011	1.231	406	1.637	151.440	255.936	9.933
2012	841	367	1.207	147.878	242.277	9.275
2013	663	365	1.028	149.950	241.968	10.426
2014	477	257	734	136.560	224.974	10.491
2015	442	230	673	122.776	190.971	7.635
2016	317	276	593	124.484	185.232	5.910
2017	371	272	642	135.889	217.739	7.664
2018	388	312	700	140.701	239.264	7.444
2019	445	246	691	130.618	225.383	7.364

Fonte: Mdic/Secex.

Nota: *total geral resultante do somatório de indústria de transformação, indústria extrativa, outros produtos e agropecuária.



Importações					Saldo				
	Máquinas para escritório e máquinas automáticas de processamento de dados		Indústria de Transformação	Total geral	Equipamentos de telecomunicações e de gravação de som e aparelhos de reprodução	Máquinas para escritório e máquinas automáticas de processamento de dados	Subtotal	Indústria de transformação	Total geral
	1.984	4.967	51.931	59.485	-2.391	-1.624	-4.015	-9.098	-6.537
	2.036	4.528	51.296	57.597	-1.927	-1.655	-3.581	-9.808	-6.520
	1.880	4.115	43.631	49.182	-1.544	-1.377	-2.921	-4.317	-1.236
	2.440	5.034	49.080	55.891	-1.071	-1.879	-2.950	-3.397	-873
	2.255	4.846	49.020	55.445	-885	-1.776	-2.661	-1.580	2.684
	1.512	2.964	40.567	47.140	215	-1.215	-999	8.030	13.150
	1.447	2.935	40.595	48.270	92	-1.117	-1.025	17.753	24.705
	1.759	4.104	51.695	62.745	-952	-1.346	-2.298	25.377	33.588
	2.289	5.436	60.778	73.468	-150	-1.715	-1.865	33.302	45.224
	2.975	7.155	75.062	91.193	-939	-2.404	-3.343	31.741	46.515
	3.393	8.607	99.906	120.475	-2.552	-3.001	-5.553	21.377	40.046
	4.190	11.895	144.214	173.119	-5.017	-3.836	-8.854	-4.203	24.660
	3.615	8.854	110.260	127.812	-3.326	-3.309	-6.635	-5.162	25.098
	4.916	12.864	159.432	181.775	-6.394	-4.571	-10.965	-31.738	20.013
	5.314	15.247	196.872	226.244	-8.702	-4.908	-13.610	-45.432	29.692
	5.842	15.118	194.941	223.367	-8.435	-5.476	-13.910	-47.063	18.911
	5.335	15.761	205.866	239.681	-9.763	-4.970	-14.733	-55.915	2.286
	4.985	15.476	196.958	229.128	-10.014	-4.728	-14.742	-60.398	-4.153
	3.689	11.324	150.918	171.459	-7.192	-3.459	-10.652	-28.142	19.512
	2.604	8.514	124.321	137.586	-5.593	-2.328	-7.922	162	47.646
	2.774	10.438	136.369	150.749	-7.293	-2.502	-9.796	-480	66.990
	3.065	10.509	163.863	181.231	-7.056	-2.753	-9.809	-23.162	58.033
	3.027	10.391	161.328	177.348	-6.919	-2.781	-9.699	-30.710	48.036

Tabela 18 - Exportações de aparelhos transmissores e receptores, computadores e acessórios, circuitos integrados e microconjuntos eletrônicos (1997-2019)

	Aparelhos transmissores e receptores	Computadores e acessórios	Circuitos integrados e microconjuntos eletrônicos	Subtotal	US\$ milhões Total geral
1997	680	257	8	945	52.947
1998	684	240	6	930	51.077
1999	842	330	6	1.178	47.946
2000	1.753	365	42	2.160	55.018
2001	1.909	289	53	2.251	58.128
2002	1.878	158	72	2.109	60.290
2003	1.794	225	34	2.054	72.975
2004	1.610	279	45	1.934	96.332
2005	3.159	382	53	3.594	118.693
2006	3.334	355	76	3.765	137.708
2007	2.587	271	81	2.938	160.522
2008	2.604	237	77	2.918	197.779
2009	1.797	273	95	2.165	152.911
2010	1.490	201	128	1.819	201.788
2011	1.202	213	143	1.558	255.936
2012	818	236	140	1.193	242.277
2013	644	249	138	1.031	241.968
2014	459	183	139	781	224.974
2015	421	163	171	756	190.971
2016	291	189	121	601	185.232
2017	346	143	136	625	217.739
2018	360	186	132	678	239.264
2019	420	164	85	669	225.366

Fonte: Mdic/Secex.

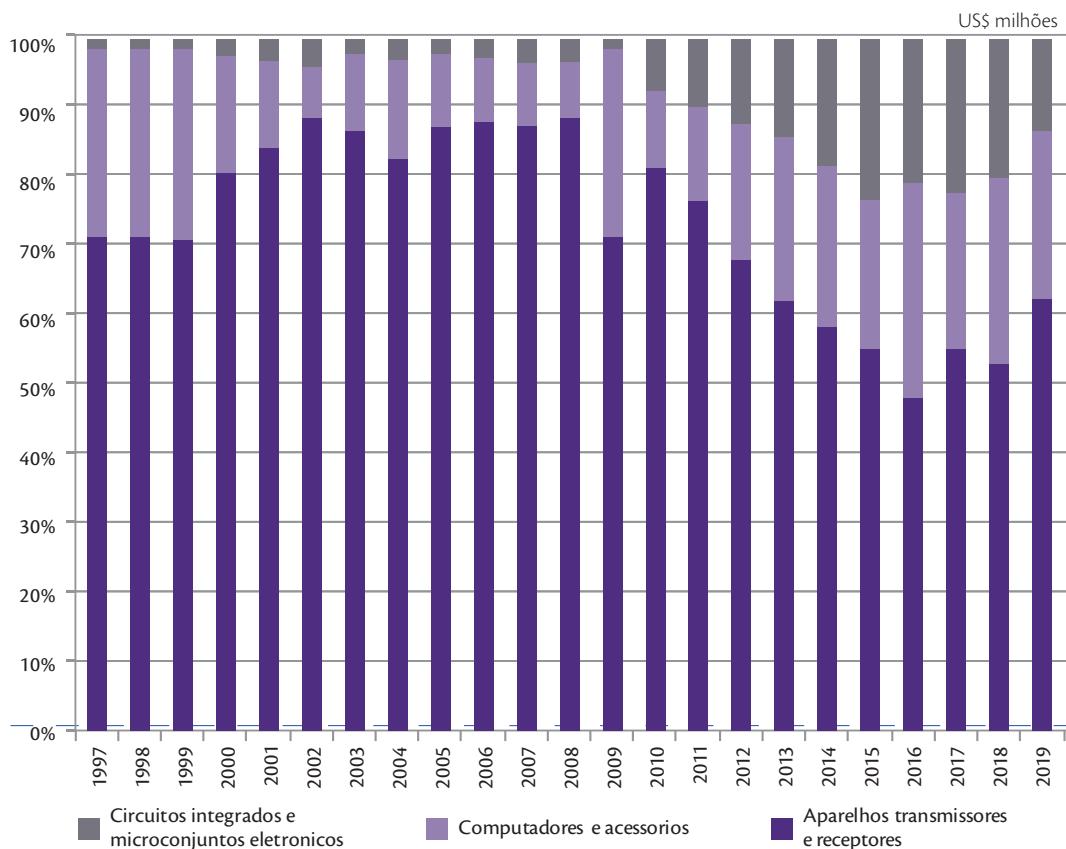
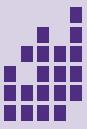


Gráfico 11 - Distribuição das exportações de aparelhos transmissores e receptores, computadores e acessórios, circuitos integrados e microconjuntos eletrônicos (1997-2019)

Fonte: Mdic/Secex.

Uma tendência relativa ao comércio exterior que parece ter sido favorecida no período recente refere-se ao crescimento das exportações de serviços de TIC. Visando ilustrar essa tendência, foram consideradas estatísticas relativas às exportações de serviços disponibilizadas pela Secex para o período 2015-2018, selecionando-se serviços vinculados à TIC. A Tabela 19 apresenta a evolução das exportações, importações e saldo geral de serviços e dos serviços TICs, bem como o número de empresas importadoras e exportadoras de serviços TICs e as exportações e importações médias dessas empresas. Percebe-se o crescimento das exportações de serviços TICs, que se elevam de US\$ 1.857 milhão em 2015 para US\$ 4.659 milhões em 2018, evoluindo de 9,8% para 15,9% do total das exportações de serviços. No mesmo período, o número de empresas exportadoras de serviços de TIC elevou-se de 1.655 para 1.911, enquanto as exportações médias por empresa elevam-se de US\$ 1.12 milhão para US\$ 2.44 milhões. Já no caso das importações

de serviços TICs, estas se elevaram de US\$2.458 milhões para US\$3.644 milhões, evoluindo de 5,4% para 8,3% do total das exportações de serviços. No mesmo período, o número de empresas importadoras de serviços TICs elevou-se de 6.893 para 7.517, enquanto as importações média por empresa elevam-se de US\$ 356,5 mil para US\$484,7mil. Em consequência dessa evolução, o saldo comercial gerado pelos serviços TICs evolui de um déficit de US\$ 601 milhões em 2015 para um superávit de US\$ 1.015 bilhão em 2018. Entre os principais itens de exportações de serviços de informação e comunicação entre 2015-2018, é possível destaca aquelas de serviços de consultoria, de segurança e de suporte em tecnologia da informação, serviços de projeto e desenvolvimento de aplicativos e programas em tecnologia da informação e serviços auxiliares de processamento de dados. O Gráfico 12 apresenta uma comparação de exportações de bens e serviços de informação e comunicação entre 2015-2018, podendo-se constatar o maior dinamismo das exportações de serviços TICs. De fato, enquanto em 2015 a relação entre exportações de serviços e de bens atingia aproximadamente 2,5 vezes, em 2018 essa relação havia se elevado para 6,9 vezes.

Tabela 19 - Exportações, importações e saldo comercial de serviços de informação e comunicação (2015-2018)

		US\$ milhões			
		2015	2016	2017	2018
Exportações	TICs	1.857	2.047	2.794	4.659
	Total geral	18.944	18.576	29.792	29.243
	% TICs	9,8	11,0	9,4	15,9
	Nº	1.655	1.772	1.781	1.911
Importações	Xs médias	1.122.103	1.155.115	1.569.003	2.438.056
	TICS	2.458	2.959	3.016	3.644
	Total geral	45.577	43.541	42.872	44.119
	% TICs	5,4	6,8	7,0	8,3
Saldo	Nº	6.893	7.024	7.276	7.517
	Ms médias	356.566	421.303	414.513	484.747
	TICS	-601	-912	-222	1.015
	Total geral	-26.632	-24.965	-13.079	-14.877

Fonte: Mdic/Secex.

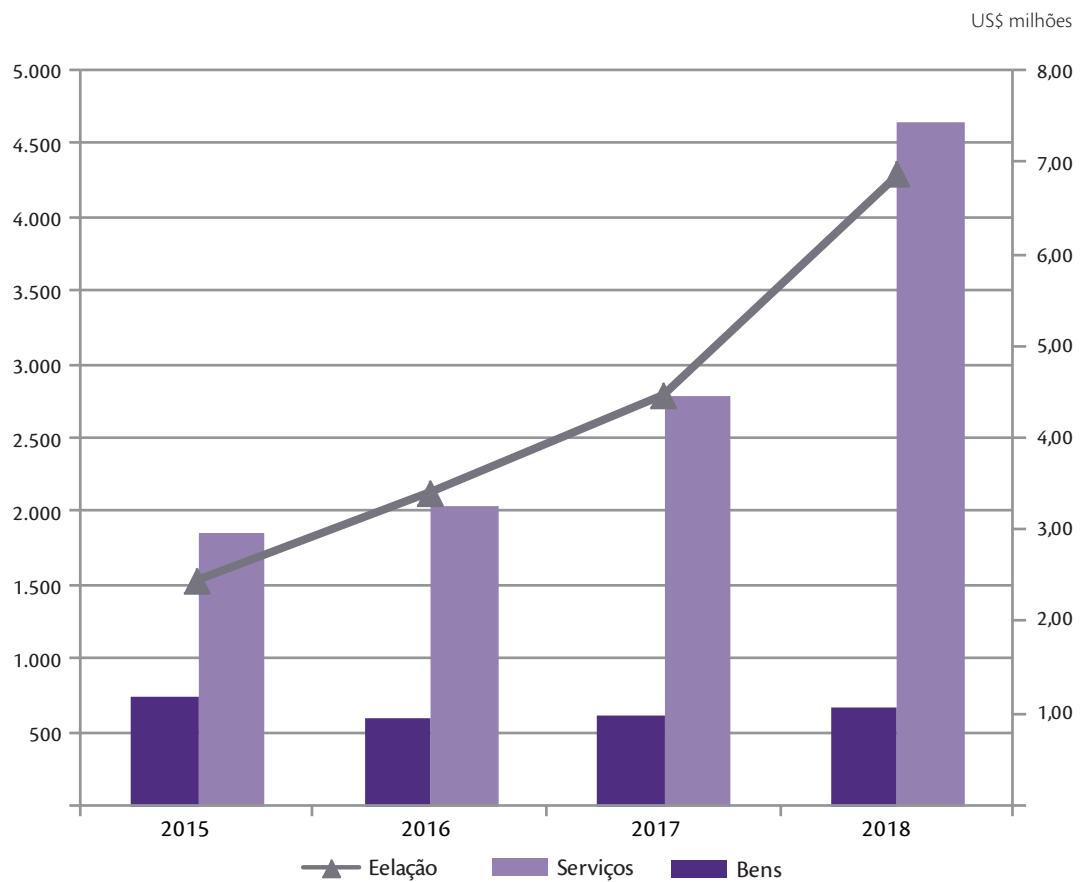
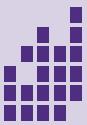


Gráfico 12 - Comparação de exportações de bens e serviços de informação e comunicação (2015-2018)

Fonte: Mdic/Secex.

É possível considerar também informações da Brasscom relativas à evolução das exportações de *hardware* e serviços de TIC e Telecom apresentadas no Gráfico 13. De acordo com essas informações, verifica-se que, entre 2015 e 2019, enquanto as exportações de *hardware* evoluíram de R\$ 10,6 bilhões para R\$ 11,9 bilhões, as exportações de serviços evoluíram de R\$ 5,2 bilhões para R\$ 10,0 bilhões. Como reflexo dessa tendência, as exportações de serviços cresceram 24,0% ao ano entre 2015 e 2019, enquanto as exportações de *hardware* cresceram 8,5% ao ano no mesmo período.

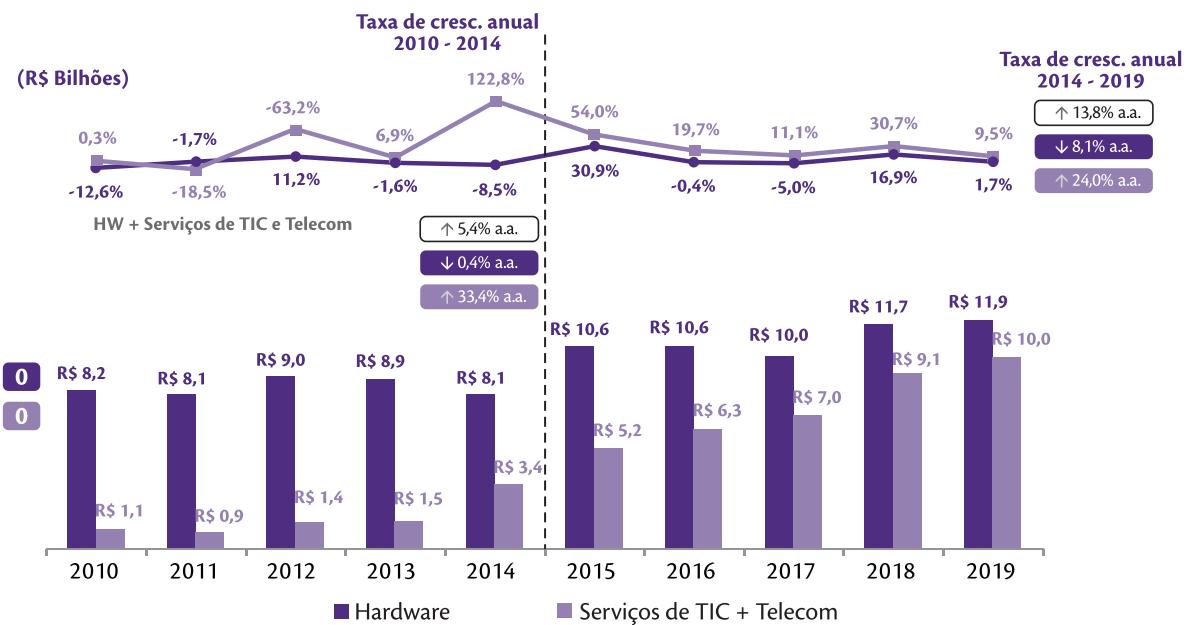


Gráfico 13 - Evolução das exportações hardware e serviços de TIC e Telecom

Fonte: Brasscom, Abinee, Bacen.

1.7. Conclusões

As informações coletadas de fontes secundárias corroboram a caracterização de tendências mencionadas em outros capítulos da publicação. O fortalecimento da servitização do setor de tecnologias de informação é perceptível quando se consideram informações sobre a evolução do mercado, o desempenho produtivo comparado nos segmentos industriais e de serviços e o desempenho do comércio exterior, particularmente das exportações. O desempenho do segmento de Informática em termos de aspectos, como valor da produção e valor adicionado, foi relativamente decepcionante ao longo do período considerado, principalmente quando se compara com o do segmento de serviços de informação. Apesar do movimento relativamente mediocre dos investimentos no setor, percebe-se claramente maior dinamismo do segmento de serviços de informação, comparativamente ao segmento industrial de informática também nesse aspecto. A intensidade dos esforços inovativos apresenta-se mais elevada nos segmentos do setor de tecnologias de informação compassivamente à média geral da indústria e dos serviços contemplados na Pintec, mas também, nesse aspecto, a evolução do segmento de serviço de informação apresenta-se mais dinâmica. A importância do



apoio governamental, de maneira geral, medido pelo número de empresas beneficiadas, parece ter se reduzido no período contemplado na análise (2011-2017) apesar do aumento de empresas beneficiadas pela Lei de Informática, particularmente no caso do segmento industrial do setor de tecnologias de informação.

1.8. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE Software (ABES). Mercado Brasileiro de Software: panorama e tendências. São Paulo: 2019. Disponível em: <http://central.abessoftware.com.br/Content/UploadedFiles/Arquivos/Dados%202011/ABES-EstudoMercadoBrasileirodeSoftware-2019-Parcial-Ingles-Abr-2019.pdf>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (BRASSCOM). **Relatório Setorial de TIC 2019.** 2019. Disponível em: <https://brasscom.org.br/relatorio-setorial-de-tic-2019/#>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO (BRASSCOM). **Relatório Setorial de TIC 2020.** 2020. Disponível em: <https://brasscom.org.br/tag/relatorio-setorial-2020/>.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Relatório contendo alternativas de aprimoramento da Lei de Informática.** Subsídios técnicos para o aprimoramento da Lei de Informática. Relatório Técnico final. (Reservado). Brasília: 2019.



Capítulo 2 | Onde o Brasil pode ser competitivo? Viabilidade técnica e econômica da produção de TIC



2. Onde o Brasil pode ser competitivo? Viabilidade técnica e econômica da produção de TIC

Paulo Bastos Tigre²

2.1. Introdução

A chamada *revolução microeletrônica* vem ocorrendo desde a década de 1970, a partir do surgimento dos microprocessadores, que tornaram a informática mais produtiva e acessível. Mas foi somente neste século, após a ampla difusão da internet e de inovações associadas, que seu potencial de revolucionar a economia e a sociedade realmente deflagrou. Este *turning point* reflete-se tanto na estrutura da indústria quanto nos modelos de negócios que se tornam mais horizontais e colaborativos a cada dia.

No Brasil, desde 2013, observa-se um progressivo declínio tanto da produção de *hardware* quanto da participação dos produtos montados no Brasil em relação ao mercado total. As importações de equipamentos eletroeletrônicos que, em 2012, atendiam a 21,6% do mercado brasileiro subiram para 26,7% em 2017. Entretanto, observa-se que empresas dinâmicas vêm se afirmando nas áreas de *software* e serviços, principalmente aquelas orientadas para pequenas e médias empresas e setores dinâmicos da economia brasileira, como sistemas de gestão, ponto de venda (POS), automação comercial, soluções fiscais, *e-commerce*, mobilidade, meios de pagamento e plataforma de colaboração.

Este artigo – elaborado como parte do projeto *Estudo sobre a Cadeia de Valor dos Bens de TIC no Âmbito da Lei de Informática*, entre o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) – discute a viabilidade técnico-econômica da indústria brasileira de TIC nos diferentes segmentos da cadeia produtiva, tendo em vista a evolução da indústria e o panorama internacional. Tomando por base a cadeia global de valor descrita no primeiro artigo deste volume, discutimos as oportunidades e as limitações das empresas brasileiras na cadeia produtiva global, bem como as tendências para o futuro diante do processo atual de revolução nas tecnologias e nos modelos de negócios.

² Professor titular aposentado, mas ainda colaborador do Programa de Pós-graduação em Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED) do Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ).

2.2. Viabilidade técnica e econômica na cadeia de valor eletrônica

A viabilidade dos produtos e processos produtivos da indústria eletrônica é altamente específica aos diferentes segmentos da cadeia produtiva. O processo de aprendizado, indispensável para a operação eficiente de fabricantes, reflete a necessidade de desenvolver capacitações especializadas em um ramo de atividades caracterizado por rápidas transformações tecnológicas. A capacitação, entretanto, necessita ser dinâmica e depende das oportunidades do mercado, do crescimento e aumento de escala das empresas, assim como dos investimentos em P&D, novas plantas e equipamentos.

De modo geral, as fases iniciais da cadeia de valor – P&D, insumos e componentes – são mais complexas e intensivas em tecnologia, e a produção local é limitada a nichos de menor complexidade. Tais atividades apresentam altas taxas de inovação e exigem elevados investimentos em P&D e equipamentos. Poucas empresas globais têm sucesso na produção completa de microprocessadores e *displays*, pois barreiras dinâmicas são erigidas, a cada ano, por meio do lançamento de novos componentes com melhores características de desempenho e preços declinantes. As escalas de produção necessárias para viabilizar tais investimentos são muito grandes, e sua produção está hoje concentrada na Coreia do Sul, em Taiwan e na China.

Já as etapas finais da cadeia de valor – montagem e testes – são relativamente mais fáceis de realizar. As empresas produtoras de bens de TIC de alto volume no Brasil geralmente atuam apenas nessa etapa, cumprindo o processo produtivo básico (PPB) estabelecido pela Lei de Informática (BRASIL, 1991). Isso inclui a montagem de computadores, *smartphones*, bens eletrônicos de consumo (TV, som e vídeo) e eletrônica embarcada nos setores automotivo, médico, aeroespacial e defesa. A montagem de equipamentos eletrônicos já vem sendo feita há várias décadas no Brasil e existem poucas barreiras técnicas consideradas insuperáveis. Quanto mais uma empresa cresce, mais inovadora ela será, pois investirá continuamente em novas tecnologias de processo e produto.

A viabilidade técnica e econômica da cadeia de valor dos bens de informática, telecomunicações e automação industrial no Brasil será examinada segundo a segmentação de cada etapa. Para efeito de análise, tais segmentos foram agrupados de forma a simplificar a análise da cadeia de valor (Figura 1).

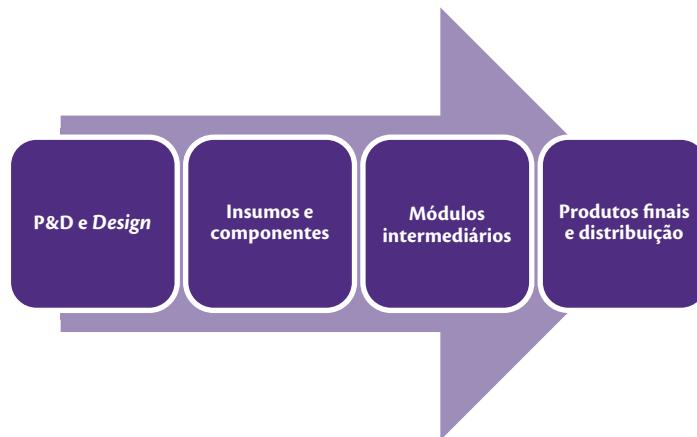
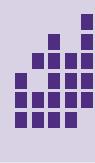


Figura 1 - Cadeia de valor simplificada da indústria eletrônica

Fonte: elaboração própria.

2.3. Viabilidade técnica e econômica das atividades locais de P&D e *design*

Investir em atividades locais de P&D constitui, junto com o cumprimento do PPB, a principal contrapartida para empresas receberem incentivos da Lei de Informática. Essa fase inicial da cadeia de valor é diretamente estimulada por meio da exigência de investimentos mínimos em P&D sobre o faturamento. Entretanto as atividades de P&D das empresas não precisam estar obrigatoriamente associadas à cadeia de valor. Inovações em tecnologias da informação são muito heterogêneas e cobrem uma gama ampla de pesquisas teóricas e aplicadas.

As empresas que atuam no Brasil geralmente alinham seus investimentos internos em P&D com a estratégia global de suas matrizes ou seus parceiros tecnológicos. Assim, as atividades de P&D e *design* realizadas pelas empresas que recebem os incentivos da Lei de Informática não necessariamente se referem ao projeto dos produtos. Embora haja capacitação local em várias áreas de *design de chips*, módulos e bens finais, a maioria dos produtos montados no país é desenvolvida no exterior para o mercado global. As atividades locais de P&D estão relacionadas a processos, adaptações de produtos ao mercado local, treinamento e produção de *software*.

Não é intenção da política de informática do governo direcionar as atividades inovativas, nem seria factível fazê-lo, logo, muitas empresas cujos projetos de engenharia são feitos no exterior optam por

contratar instituições locais de P&D que façam pesquisas em áreas complementares não necessariamente relacionadas com sua linha de produtos no Brasil.

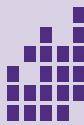
As atividades de projeto e desenvolvimento de circuitos integrados são funcionalmente separadas da fabricação do *chip*, refletindo um processo de crescente customização das aplicações na indústria. Para se habilitar a participar dos convênios de P&D, as instituições devem contar com pesquisadores qualificados, pertencentes ao quadro efetivo e diretamente envolvidos em atividades de pesquisa. Essas instituições devem possuir laboratórios montados em instalações físicas próprias, compatíveis com as atividades executadas.

Parte dos investimentos obrigatórios em P&D deve ser realizada fora da empresa, e laboratórios independentes no Brasil prestam serviços de projeto, desenvolvimento e testes de produtos e serviços de TIC.

No campo do projeto de chips, *design houses* (DHs) independentes buscam desenvolver novas aplicações aproveitando a onda de inovação desencadeada pela Internet das Coisas (IoT). Elas projetam dispositivos, soluções de circuitos e sistemas eletrônicos para diferenciar produtos e otimizar processos. O fornecimento independente de módulos de propriedade intelectual (IP), *software* embarcado, projetos de chips e outros serviços tecnológicos especializados abrem oportunidades para *startups* que estejam inseridas em determinada cadeia de valor e contem com pessoal qualificado. O investimento financeiro necessário para estabelecer uma DH é relativamente pequeno, concentrado em licenças de *software*, treinamento e estações de trabalho. Bampi (2017) estima que a montagem de uma DH custe entre US\$1 e 5 milhões.

O modelo de negócios de DH independentes é frequentemente apontado como o mais adequado para o Brasil participar da cadeia de valor da microeletrônica, pois as possibilidades de ter atividades de design diretamente vinculadas à produção de chips são mais limitadas. Na prática, as DH independentes que se estabeleceram no país enfrentam grandes dificuldades para encontrar clientes que efetivamente desenvolvem linhas originais de produtos de alta tecnologia que incorporem chips especializados. Potenciais usuários – como indústria automobilística, eletroeletrônica, equipamentos médico-hospitalares, máquinas-ferramenta e de equipamentos de segurança – tipicamente desenvolvem seus produtos fora do Brasil; consequentemente, a eletrônica já vem embarcada no produto original.

Olhando prospectivamente, nota-se que as aplicações potenciais de IoT na agricultura, na indústria, na logística e nos serviços tecnológicos estão dando oportunidades significativas de produção independente de conhecimentos inseridos em projetos de chips, sistemas dedicados de telecomunicações e outros



serviços tecnológicos fundamentais para aumentar a eficiência, a segurança e a produtividade da economia como um todo. Muitas soluções precisam ser específicas ao contexto socioeconômico, institucional e geográfico em que são aplicadas, necessitando de desenvolvimento tecnológico local. A capacidade de solucionar as necessidades diferenciadas dos usuários de TIC é, provavelmente, o principal fator de competitividade das empresas brasileiras.

2.4. Viabilidade da fabricação local de insumos e componentes

A segunda fase da cadeia de valor é constituída pela produção de insumos e componentes eletrônicos. Tal indústria tem papel fundamental para a inovação nos demais segmentos de TIC e está na base de projetos de novos produtos. Entretanto a fabricação de componentes constitui atividade muito intensiva em tecnologia e apresenta grandes barreiras técnicas e econômicas, mais acentuada nos principais segmentos de mercado de uso final, como de telecomunicações, processamento da informação, mercado automotivo, eletrônica de consumo, eletrodomésticos, eletrônica industrial, equipamentos médicos, defesa, aeroespacial e segurança.

O Brasil realizou diversos esforços para desenvolver uma indústria local de componentes, contando, inclusive, com um programa específico de incentivos ao desenvolvimento da microeletrônica, o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores e *Displays* (*Padis*). A produção local concentra-se na etapa de encapsulamento e testes ou em nichos específicos de mercado. Empresas brasileiras enfrentam muitas dificuldades para crescer, por causa do relativo declínio da indústria de eletrônica (bens de TIC e outros eletrônicos) no Brasil, que chegou a representar 2,3% da produção mundial do setor em 2005, mas caiu para apenas 1,2% em 2016, segundo dados da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee). O baixo dinamismo da indústria de transformação brasileira, combinado com a baixa taxa de inovação localmente agregada, reflete-se em baixa demanda para os segmentos de *design* e de produção de componentes eletrônicos no Brasil.

2.4.1 Fabricação de semicondutores

As empresas que fazem a fabricação de *wafers*, fundição ou difusão de chips (*foundries*) são classificadas em três diferentes níveis, dependendo da escala de produção e do nível de complexidade de seus produtos (BAMPI, 2017).

As empresas classificadas no nível 1 dedicam-se à prototipagem de pequenas séries e à produção de CMOS em baixa escala. O investimento estimado para construir uma fábrica deste nível é de US\$ 10 a 100 milhões. Tais atividades apresentam menores barreiras técnica e econômica, mas requerem demanda local por *chips* dedicados.

As empresas do nível 2, para segmentos especializados do mercado, fornecem componentes automotivos, memórias *flash*, sensores, transceptores de RF e sistemas microeletromecânicos, etc. O mercado para esses dispositivos no Brasil tende a aumentar com IoT. O investimento estimado para montar uma fábrica é de cerca de US\$ 400 milhões.

O nível 3, por sua vez, é constituído de grandes fábricas que produzem microprocessadores e memórias. Trata-se de um segmento muito complexo cujas plantas requerem investimentos da ordem de US\$ 1 a 2 bilhões.

Com relação ao segmento da cadeia produtiva designado *back-end*, existem quatro empresas atuando no encapsulamento de chips de memória para módulos de computadores e celulares. Essas empresas atendem às montadoras de bens finais no Brasil e são beneficiadas pelos PPBs que exigem a incorporação, naqueles bens específicos (como computadores e celulares) de um percentual mínimo de conteúdo local.

A fundição de chips (*foundries*), por sua vez, é o segmento que apresenta significativas barreiras à entrada. Fábricas de chips requerem elevados investimentos em ativos fixos, contínua renovação tecnológica e alta capacitação técnica. O mercado de fundição de chips é altamente competitivo, principalmente entre produtores da Coreia, de Taiwan e da China. No Brasil, algumas tentativas de implantar *foundries* tiveram muitas dificuldades de acesso ao mercado, porquanto a atividade de design de produtos é pouco realizada na indústria brasileira.

Todavia o desenvolvimento de aplicações de IoT em atividades econômicas dinâmicas no Brasil, a exemplo da agropecuária, pode abrir possibilidades de inserção de fabricantes locais, principalmente nos níveis 1 e 2.

2.4.2 Displays

A produção de displays eletrônicos constitui atividade economicamente importante, mas tecnologicamente muito complexa, dada a rápida evolução das tecnologias LCD (*liquid crystal display* – tela de cristal



líquido) e, mais recentemente, OLED (*organic light-emitting diodes* – polímeros orgânicos emissores de luz). Segundo a Lei de Haitz (WIKIPÉDIA, 2020),³ a cada década, o custo do lúmen (unidade de luz útil emitida) cai 10 vezes, enquanto o montante de luz gerada por dispositivos LED aumenta 20 vezes, dentro de determinado padrão de cores. Assim como ocorre em semicondutores, tal evolução deve-se a inovações radicais e incrementais em processos e linhas de produção dedicadas a novas gerações de displays.

As três grandes áreas de aplicação de *displays* são os chamados 3Cs – computadores, consumo e comunicações. Outros mercados menores incluem o mercado automotivo e as diversas aplicações em máquinas, equipamentos e artigos de consumo, e o de equipamentos médicos, de defesa, etc. Tais mercados vêm alternando sua importância relativa como polo dinâmico da indústria. Atualmente, o segmento que mais vem crescendo é o de dispositivos móveis, principalmente os *smartphones*, que já superaram os televisores como principal mercado para *displays*.

Sob o aspecto tecnológico, há dúvidas sobre as rotas tecnológicas que dominarão a indústria, como a velocidade e a abrangência da difusão do OLED e o seu potencial de substituir o LCD. O desafio para o atual paradigma tecnológico do cristal líquido reside nos polímeros orgânicos emissores de luz, uma inovação compartilhada com as tecnologias de iluminação. O OLED vem ganhando novas aplicações, especialmente em nichos de mercado que requerem flexibilidade do material, mas ainda se depara com problemas tecnológicos que necessitam de grandes investimentos em P&D. As tecnologias de telas orgânicas vêm evoluindo rapidamente, mas o LCD também não deixou de avançar tecnologicamente. Observa-se que a Samsung, líder no mercado de LCD, está também na vanguarda do desenvolvimento tecnológico do OLED, fato que pode indicar que a transição tecnológica poderá ser administrada de forma a maximizar os investimentos realizados nas duas tecnologias.

A fabricação de *displays* no Brasil foi praticamente descontinuada com a obsolescência dos tubos (CRT). A fabricação de LCD no Brasil limita-se ao *back-end* (montagem final) que é relativamente mais simples e menos complexa que o *front-end*. Além dos instrumentos já disponíveis para o setor de TIC, a exemplo da Lei de Informática, o governo mantém regras do PPB para incluir as telas de LCD, visando incentivar as empresas montadoras a produzir no país. Várias empresas chegaram a apresentar projetos à Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa), mostrando interesse eventual em produzir TFT-LCD (*thin film transistor liquid crystal display*) no Brasil. Entretanto nada há de concreto até o momento. Há nichos de mercado de pequenos visores em máquinas e dispositivos feitos no Brasil.

³ Formulada pelo cientista Roland Haitz em analogia à Lei de Moore, estabelecida para semicondutores.

2.5. Fabricação de bens intermediários

A produção local de módulos e subconjuntos elétricos e eletrônicos para a indústria de informática é realizada há muitos anos no país, mas vem sendo afetada pelas tendências de miniaturização e integração das inovações em produtos. A montagem da placa-mãe é geralmente exigida nos PPBs, mas, em alguns casos, elas são muito compactas e integradas ao produto e não podem ser separadas para serem montadas localmente.

De acordo com as regras do PPB, as baterias ou conversores CA/CC (corrente alternada/corrente contínua), as baterias ou acumuladores de carga, as unidades de disco magnético rígido e as placas de circuito impresso montadas com componentes elétricos ou eletrônicos, que implementem as funções de memória (módulos de memórias RAM), devem ser, em parte, produzidas no país. No entanto a dificuldade dos fabricantes locais de incorporar esses módulos em equipamentos mais compactos tem levado o governo a reduzir as exigências.

A Portaria Interministerial MDIC/MCTIC nº 44, de 28 de setembro de 2018 (BRASIL, 2018), que altera o PPB de *netbook*, *notebook* e *ultrabook*, por exemplo, dispensa temporariamente da montagem local as unidades de disco óptico, teclado, LCD, dispositivo apontador sensível ao toque (*touch pad*, *touch screen*), câmera de vídeo, leitores de cartões, leitores biométricos, microfones e alto-falantes, bateria, subconjunto ventilador com dissipador, subconjuntos de gabinete e base plástica e sensor de impacto.

Portanto, as oportunidades para incorporar módulos de fabricação local estão sendo reduzidas pela tendência de utilizarem micromecanismos e subsistemas especialmente projetados para cada equipamento. A fabricação local de módulos de memória, baterias e *displays* para *notebooks* e celulares está cada vez mais difícil do ponto de vista tecnológico e econômico. De outra forma, é possível vislumbrar novas oportunidades em novos produtos e sistemas integrados.

2.6. Fabricação dos bens finais de informática

Apesar de seu dinamismo tecnológico, a indústria de computadores (PCs, *tablets* e *notebooks*) é considerada madura para o mundo digital. As vendas mundiais de PCs estão em declínio desde 2014, quando o pico de produção de 638 milhões de unidades foi atingido. As projeções da Statista (2019) são de produção de apenas 373 milhões de unidades em 2023. O enfraquecimento do mercado de computadores está associado à relativa maturidade tecnológica dos produtos e à concorrência com



dispositivos móveis, especialmente os *smartphones*. Na falta de inovações consideradas efetivamente úteis, os consumidores tendem a alongar a vida útil de seus equipamentos, além de reduzir seu uso por meio da computação em nuvem.

2.6.1 Computadores e *smartphones*

Os computadores são geralmente desenvolvidos, montados e testados utilizando as mesmas unidades produtivas dos celulares. As linhas de produção podem ser complementares ou simplesmente trabalharem em paralelo montando equipamentos diferentes, visando produzir economias de escala e escopo. Por essa razão, a análise da viabilidade da produção local dos dispositivos de acesso deve ser feita de forma conjunta.

2.6.2 Viabilidade econômica

A atividade de integração final de bens de informática é feita no Brasil desde a década de 1980, tendo as principais empresas absorvido tecnologias avançadas de montagem, testes e gestão da produção. A fabricação de celulares, *desktops* e *notebooks* é uma atividade essencialmente integradora de componentes e interfaces padronizadas. Empresas de *hardware* tipicamente apresentam elevado grau de subcontratação, refletindo a necessidade de incorporar serviços e tecnologias de terceiros e trabalhar em redes. Plataformas integradas de *hardware*, *software* e serviços comportam regras técnicas e processos operacionais que transcendem o âmbito da empresa individual. Na área de alta tecnologia, a desverticalização tende a ser maior do que nos setores tradicionais por causa da complexidade do produto e do grande número de componentes especializados que tornam a verticalização um processo difícil.

A fabricação por contrato é o modelo de produção dominante nesse segmento. Decorre do cenário de que as empresas que operam globalmente e em ambientes institucionais favoráveis conseguem maior sucesso ao produzir em grande escala e estar inseridas em cadeias produtivas globais. A produção e integração de módulos são frequentemente terceirizadas, exigindo-se do fornecedor o cumprimento do PPB. Algumas empresas multinacionais com atuação recente no mercado brasileiro optam por terceirizar todo o processo produtivo para empresas locais, reduzindo assim a necessidade de investimentos e acelerando a obtenção de incentivos fiscais.

A viabilidade econômica da fabricação local é geralmente avaliada pelo setor de P&D das empresas, o qual levanta todos os dados técnicos sobre o modelo, os requisitos do PPB, as informações de mercado, o perfil de público, a faixa de preços e quais as funções que o equipamento precisa executar. O mercado de computadores e *smartphones* é segmentado segundo o tipo de aplicação e a faixa de renda do público ao qual ele é destinado.

Os incentivos fiscais oferecidos pela nova Lei de Informática representam subsídio modal da ordem de 12%, por meio de redução de impostos administrados pela Receita Federal. As alíquotas dos impostos de importação de bens de informática e telecomunicações são variadas, atingindo, no máximo, 16%. Essa faixa de proteção viabiliza a produção local, visando compensar os maiores custos da produção no país.

2.6.3 Viabilidade tecnológica

Os processos produtivos dos bens de informática utilizam equipamentos automatizados de soldagem, montagem e testes; e as barreiras técnicas à entrada nessa etapa da cadeia produtiva são relativamente mais baixas do que nas fases iniciais da cadeia (MARIANO, 2013). As principais fontes de inovação da indústria montadora de equipamentos são os fornecedores de componentes, principalmente novos materiais, processadores e memórias mais velozes, baterias mais finas e com maior densidade, sensores de impressão digital e íris, *displays* e câmeras de vídeo com maior densidade, recursos de inteligência artificial e novos serviços integrados a plataformas.

A linha de montagem dos computadores segue esquema modular. Placa-mãe, memória, disco rígido são separados em *kits*, encaixados no gabinete e levados para testes e instalação do sistema operacional. A montagem de *notebooks* constitui um processo um pouco mais complexo, uma vez que o aparelho é mais compacto, tem partes móveis (dobradiças) e já sai da linha de produção pronto e embalado. Em geral, as fábricas trabalham na forma de *just in time*, em que só é fabricado o efetivamente vendido, atendendo a especificações de clientes e revendedores. O processo de fabricação de *smartphones* em fábricas se dá basicamente na mesma ordem. Embora o projeto elétrico não seja particularmente complexo, sua fabricação requer técnicas sofisticadas, por causa das altas taxas de transmissão de dados, que podem interferir eletromagneticamente entre si, em função da elevada densidade das trilhas.



2.7. Equipamentos e serviços de telecomunicações

O mercado brasileiro de equipamentos de telecomunicações é, em grande parte, suprido por produtos montados localmente. A rápida difusão da IoT e da internet industrial (Indústria 4.0) impulsiona a demanda por conectividade, mas a digitalização faz migrar o valor agregado para as atividades finais da cadeia de valor, em *software e serviços*.

O avanço das tecnologias digitais vem transformando as estruturas do mercado. Observa-se uma migração para plataformas de rede inteiramente digitais, baseadas em IP (*Internet Protocol*) e comutação de pacotes. Como consequência, *datacenters* e processamento de dados serão mais importantes na infraestrutura de rede do que os equipamentos físicos, e grande parte do processo de comutação poderá ser transferido para a nuvem.

Novas arquiteturas de rede definidas por *software* (SDN – *Software-Defined Networking*) e tecnologias de virtualização de rede (NFV – *Network Functions Virtualization*) prometem se consolidar como padrão, deslocando o controle da rede da borda (roteadores e *switches*) para o centro da rede (servidores). Essa arquitetura coincide com os interesses de provedores de computação na nuvem, além de possibilitar maior flexibilidade e possibilidade de resposta em tempo real às mudanças de demanda e tráfego, mas configura-se como ameaça adicional ao mercado de equipamentos e sistemas, caso não se adaptem às mudanças de padrão.

No futuro próximo, espera-se que as redes evoluam de uma estrutura proprietária e cara para uma de uso de *hardware* genérico, comoditizado e de baixo custo. A infraestrutura da rede terá cada vez menos relevância para a geração de valor da indústria. O foco do investimento em inovação se dará em *software* e na ampliação da segurança, flexibilidade e confiabilidade da rede.

O crescimento da demanda por conectividade de dados deriva do aumento do tráfego de dados móveis, assim como da crescente difusão da IoT e da computação em nuvem. Observa-se aumento do número de dispositivos conectados (sensores/atuadores, *switches*/roteadores, *datacenters*), da velocidade de banda e da cobertura de conectividade com baixa latência. Entretanto as oportunidades não são necessariamente capturadas pelos fabricantes de equipamentos, mas principalmente por provedores de serviços de processamento de dados e inteligência, na camada de *software*.

As operadoras de telecomunicações também perdem com o novo modelo de negócios, e a queda da margem operacional reduz sua capacidade de financiar a instalação de infraestrutura. Provedores de serviços e conteúdo, como Google e Microsoft, já participam do financiamento de infraestrutura

de fibra ótica e *datacenters*, em parceria com operadoras e fabricantes, para assegurar a cobertura de rede necessária ao desenvolvimento de seus serviços (G1, 2016).

A conectividade em si perderá seu papel como principal fonte de receitas para operadoras de comunicações diante da oferta de conexão gratuita ou mediante tarifa fixa. As fontes de receitas migrarão para os serviços e aplicações e para maior sinergia das plataformas.

Novas tecnologias – como a impressão 3D, robótica avançada e inteligência artificial – devem impactar a cadeia global de valor de eletrônicos, encurtando as distâncias geográficas da cadeia e substituindo atividades de fabricação e montagem de localidades de baixo custo para mais próximo dos mercados finais. Relatório do Banco Mundial (HALLWARD-DRIEMEIER; NAYYAR, 2018) aponta que a produção de bens manufaturados avançados (como tecnologia *wearable*, veículos autônomos, biochips e biosensores e novos materiais) provavelmente se localizará nas mesmas regiões onde é realizada a atividade e P&D nos países desenvolvidos. Esse movimento é semelhante ao que se observa em segmentos de bens de capital e com a fabricação de insumos avançados (como semicondutores, wafers e cabos de fibra ótica). Requisitos de capacitação e infraestrutura tornam a fabricação de produtos finais pouco sensíveis a custos, retirando o incentivo das localidades de baixo custo.

2.8. Novos modelos de negócios

Modelos de negócios inteiramente novos, estruturados com base na internet, vêm reunindo, em plataformas únicas, os mercados de *hardware*, *software* e serviços, tradicionalmente considerados como segmentos distintos. O processo de transformação de produtos em serviços requer arquiteturas de negócios mais transversais com maior capacidade de produzir sinergias. Empresas que operavam em apenas uma camada passaram a trabalhar de forma mais horizontal, dando origem a novos padrões de competição.

As plataformas podem ser descritas como um conjunto de tecnologias e componentes padronizados que servem de base para o desenvolvimento de produtos e serviços. A plataforma não é apenas uma tecnologia, mas também o resultado de estratégias de relacionamento entre atores em determinado ecossistema (GAWER, 2009). Como resultado, as plataformas dependem de inovações complementares, fornecidas por empresas independentes, para manter sua base de clientes.



Na indústria de TIC, a estratégia de plataforma precisa levar em conta diferentes camadas que precisam estar conectadas a um ecossistema. No caso dos *smartphones*, *tablets* e *notebooks*, a camada básica é o aparelho e os componentes especializados que comportam sua funcionalidade, incluindo CPU, chips de memória e de comunicação, *bluetooth*, GPS e câmera. Acima do *hardware* está o sistema operacional com suas aplicações básicas, destacando o *browser* instalado no dispositivo. Na camada superior está o acesso à internet, aplicativos *online*, mapeamento geográfico, e-mail, mecanismos de pesquisa, comércio eletrônico, meios de pagamento, jogos e redes sociais, entre outros. A captura de valor nas diferentes camadas constitui o cerne da competição na economia das plataformas. Um sistema operacional de sucesso pode incluir mecanismos de busca que direcionam os usuários para determinados aplicativos ou serviços online.

Uma plataforma é dividida em diferentes camadas que refletem funcionalidades e integração entre *hardware*, *software* e serviços. As empresas podem operar em apenas uma ou em diferentes camadas, de acordo com o seu modelo de negócio. As regras que definem a arquitetura e a forma como as empresas colaboram são geralmente definidas por padrões, sejam eles abertos, sejam controlados pelas grandes plataformas. O controle dos ativos tecnológicos é assegurado por direitos de propriedade intelectual sobre os dispositivos e padrões utilizados. Dependendo da robustez dos direitos, isso significa que o proprietário da plataforma pode ser capaz de apropriar-se de grande parte do valor gerado pelos aplicativos desenvolvidos por usuários. O proprietário da plataforma também pode usar sua assimetria de poder para estimular a concorrência entre empresas parceiras, visando diminuir custos e fortalecer sua posição no mercado.

As plataformas oferecem ampla gama de bens e serviços, de forma a fidelizar e obter múltiplas informações sobre usuários que são cruzadas para aumentar o conhecimento sobre hábitos e preferências. A grande variedade de inovações surgidas fora do ecossistema das grandes empresas tende a reduzir o nível de fidelidade do usuário a plataformas únicas e existe busca permanente para incorporar novos parceiros tecnológicos ao ecossistema.

No caso das empresas líderes no mercado de TIC, observa-se maior integração entre os dispositivos de acesso e serviços digitais. Por exemplo, a Apple e a Microsoft começam a competir com a Netflix, a Amazon e o YouTube na criação de conteúdo online original. As consequências já são visíveis no mercado de TV paga que vem sendo capturado por serviços online, como Netflix e Apple TV. A Amazon, por sua vez, passou a produzir o dispositivo de acesso a seus livros digitais, criando um ecossistema fechado.

O estudo prospectivo realizado pela CNI (INDÚSTRIA 2027, 2017) para avaliar tendências de incorporação de tecnologias disruptivas no Brasil identificou importantes tendências em relação ao futuro do mercado, da estrutura da indústria e dos modelos de negócios nas TICs. Tais tendências foram também apontadas por estudos internacionais, como Capgemini (2015) e World Economic Forum (2017).

Uma importante tendência seria o crescimento da computação em nuvem, gerando o crescimento no número de dispositivos conectados em bens de consumo, equipamentos e conexão entre coisas (IoT). Isso deverá gerar imenso volume de dados, demandando maior cobertura de conectividade sem fio e armazenamento na nuvem. É forte a pressão de demanda para ampliação de serviços de comunicação e oportunidade para aplicações de *big data analytics* na geração de inteligência de mercado e novos modelos de negócios.

A demanda por conectividade exigirá crescentes investimentos em ampliação da infraestrutura de redes com diferentes alcances, *datacenters* e computação em nuvem. A ampliação da base de usuários de dispositivos conectados como *smartphones*, *tablets*, tecnologias vestíveis (*wearables*), carros autônomos, dispositivos IoT, entre outros, exigirá a expansão da cobertura e dos serviços de telecomunicação, impulsionando os investimentos.

Contudo, na atual configuração da indústria, os maiores retornos sobre investimentos estão nas camadas de serviços e aplicações ao consumidor final, enquanto o investimento em infraestrutura tem sido realizado por operadoras de telefonia e fabricantes de equipamentos. Essa configuração ainda sofrerá transformações de modo a viabilizar a ampliação das redes.

Observam-se investimentos em infraestrutura por parte de prestadores de serviços, como a parceria de Google e Microsoft para implantar cabos ópticos submarinos pelo Oceano Pacífico. Estima-se que as empresas de conectividade representarão uma parcela gradativamente menor da geração de receitas, empurrando as operadoras de telefonia e empresas de infraestrutura para maior integração com produtores de conteúdo e aplicações.

Novos serviços e modelos de negócios deverão surgir no rastro das oportunidades tecnológicas e da abertura de novos mercados. Empresas de diferentes segmentos apostam em soluções de IoT, Indústria 4.0, IA e serviços digitais, incluindo companhias de setores como: varejo digital (por exemplo, Amazon), software (Google, Microsoft, Oracle), telefonia (AT&T), equipamentos de telecomunicação (Huawei, Cisco, Hitachi, Nokia, Samsung), computadores (IBM, Dell, Lenovo, Intel), elétrica (GE, Siemens), engenharia (Bosch), serviços financeiros (fintechs), entre outros. Ecossistemas de negócios deverão



substituir empresas isoladas, gerando famílias de empresas que compartilham padrões técnicos, modelos operacionais e ampla gama de produtos e serviços compatíveis entre si.

Ecossistemas digitais são geralmente liderados por grandes empresas que agregam parceiros de forma a oferecer ampla gama de produtos e serviços. Isso deverá provocar uma crescente consolidação da indústria, tanto no segmento de operadoras de telefonia, quanto no segmento de equipamentos e sistemas. Observa-se um movimento de consolidação da indústria por meio de fusões e aquisições – uma estratégia de crescimento não orgânico para obtenção de conhecimentos e tecnologias e inserção em novos segmentos de mercados. A obtenção de economias de escala e externalidades de redes constituem o vetor da trajetória virtuosa dos gigantes da internet. No médio e no longo prazo, a crescente pressão por redução de preços resultará em um contexto análogo ao monopólio natural, forçando a consolidação de fabricantes de equipamentos e sistemas. Uma indicação dessa tendência é a guerra tecnológica movida por governos aliados aos EUA contra a Huawei e outras empresas chinesas.

A principal plataforma brasileira Totvs, por exemplo, desenvolve soluções integradas de negócios para agricultura, indústria e serviços incorporando soluções próprias e de terceiros. Com mais de 50% de *market share* no Brasil, a empresa tem importante participação no mercado latino-americano, em que, a exemplo do que ocorre aqui, predominam as pequenas e médias empresas que necessitam de soluções mais customizadas do que os pacotes oferecidos por multinacionais. Empresas como Totvs, Stefanini, Linux e Mercado Livre mostram que a estratégia de atendimento do mercado local representa vantagem competitiva das empresas latino-americanas. Tais empresas vêm ampliando o escopo de produtos e serviços oferecidos em suas plataformas por meio de fusões e aquisições que adicionam expertise em segmentos do mercado e escala de operações.

2.9. Considerações finais

A indústria de TIC vem se reconfigurando globalmente no sentido de incorporar modelos de negócios mais intensivos em serviços, viabilizados pelo avanço da IA e da computação em nuvem. Os segmentos de mercado que mais crescem são plataformas tecnológicas que integram *hardware*, *software* e serviços, a exemplo da Amazon, do Facebook e do Google.

No âmbito da cadeia produtiva das TICs, o segmento de *hardware* é relativamente menos dinâmico, na medida em que parte do processamento e do armazenamento de dados migra para a nuvem. Para

muitos usuários, o *hardware* passa a ser, essencialmente, um dispositivo de acesso ao ciberespaço. Novos modelos de negócios permitem o provimento de *software* e *hardware* como serviço (SaaS) prestado online.

Depois de mais de 30 anos de políticas públicas no setor de TIC no Brasil, é necessário lançar um olhar prospectivo realista sobre o potencial da indústria brasileira. Podemos elencar os seguintes fatos:

- O país não revela vantagens competitivas relevantes no mercado internacional de *hardware*, mas conta com um mercado interno importante capaz de viabilizar a produção local e demandar inovações.
- A indústria brasileira posiciona-se nas etapas finais da cadeia de valor: ou seja, a montagem e a distribuição de equipamentos. Apesar de a agregação de valor nesta etapa não ser grande, a montagem local permite maior customização dos produtos às necessidades características do mercado brasileiro. Com a nova Lei de Informática, deverão ser mantidas as atividades de montagem de computadores, celulares, equipamentos de telecomunicações e ser estimuladas também atividades de desenvolvimento de *software* e serviços.
- A produção isolada de *hardware* vem dando lugar a estratégias de formação de plataformas tecnológicas que combinam equipamentos, *software* e serviços. Ao competir de forma separada, sem participar de plataformas, as empresas enfrentam o risco da competição com empresas líderes que têm estratégias de preço zero visando capturar usuários e transferir receitas para a lucrativa área de serviços digitais.
- Empresas e soluções geradas internamente são orientadas para nichos de mercado, especialmente em telecomunicações. Segmentos dinâmicos da economia brasileira, a exemplo da agroindústria, demandam soluções originais para problemas específicos a diferentes regiões, culturas e ecossistemas produtivos. A existência de capacitação técnica local para desenvolver problemas de IoT, redes, *software*, sistemas constitui importante alavanca para o desenvolvimento da indústria local de TIC.
- A competitividade das empresas brasileiras de TIC revela-se principalmente no atendimento a parcelas de mercado não bem exploradas por empresas multinacionais, especialmente nos segmentos de micro, pequenas e médias empresas e nichos de mercado dinâmicos como meios de pagamento e soluções para IoT e agronegócios.

2.10. Referências

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991.** Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação, e dá outras providências. 1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8248.htm.



BAMPI, Sergio. **Foco setorial em microeletrônica.** PROJETO INDÚSTRIA 2027 – Riscos e Oportunidades para o Brasil diante de Inovações Disruptivas. Relatório Preliminar. 2017. Disponível em: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/8c/13/8c13f007-35c7-4fa2-89e9-3550bca42a16/sintese_dos_resultados.pdf.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Portaria Interministerial MDIC/MCTIC nº 44,** de 28 de setembro de 2018. Disponível em: http://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/legislacao/portarias_interministeriais/Portaria_Interministerial_MDIC_MCTIC_n_44_de_28092018.html.

CAPGEMINI. **Leading digital** – Turning technology into business information. 2015. Disponível em: www.capgemini.com.br.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Relatório contendo alternativas de aprimoramento da Lei de Informática.** Subsídios técnicos para o aprimoramento da Lei de Informática. Relatório Técnico final. (Reservado). Brasília: 2019.

GAWER, Annabelle (Editor). **Platforms, Markets and Innovation.** Cheltenham, UK and Northampton, US: Edward Elgar. 2009. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265268354_Platforms_Markets_and_Innovation.

G1 Tecnologia e Games. **Google e Facebook se aliam para cabo submarino transpacífico,** 12 out, 2016. Disponível em: <http://g1.globo.com/tecnologia/noticia/2016/10/google-e-facebook-se-aliam-para-cabo-submarino-transpacifico.html>.

HALLWARD-DRIEMEIER, M.; NAYYAR, G. **Trouble in the making?** the future of manufacturing-led development, Washington D.C.: World Bank Group, 2018. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27946/9781464811746.pdf>.

MARIANO, J-L. **Aprendizado tecnológico na indústria de computadores pessoais.** Editora Posigraf, 2013. ISBN 978-85-382-1213-3.

STATISTA. **Forecast:** global shipment of tablets, laptops and desktops PCs 2010-2023. Statista 2019. Disponível em: <http://www.statista.com>.

WORLD ECONOMIC FORUM (WEF). **Technology and innovation for the future of production:** accelerating value creation. 2017. Disponível em: http://www3.weforum.org/docs/WEF_White_Paper_Technology_Innovation_Future_of_Production_2017.pdf.

INDÚSTRIA 2027 **Estudo de sistema produtivo tecnologias de informação e comunicação (TIC).** (Focos Setoriais: Microeletrônica, Equipamentos e Sistemas de Telecomunicação e Software). Relatório do Projeto Indústria 2027 – Riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas. Brasília: IEL, 2018. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027>.

WIKIPÉDIA. **Lei de Haitz** – Haitz's law. 2020. Disponível em: [https://pt.qwe.wiki/wiki/Haitz%27s_law#:~:text=A%20lei%20de%20Haitz%20%C3%A9,emissores%20de%20luz%20\(LEDs\).&text=%C3%89%20considerada%20a%20contrapartida%20de,cada%2018%20a%2024%20meses.](https://pt.qwe.wiki/wiki/Haitz%27s_law#:~:text=A%20lei%20de%20Haitz%20%C3%A9,emissores%20de%20luz%20(LEDs).&text=%C3%89%20considerada%20a%20contrapartida%20de,cada%2018%20a%2024%20meses.)



A faint, abstract background features several chemical structures, including benzene rings and cyclohexane rings with various substituents like methyl groups and hydroxyl groups. A prominent feature is a large, semi-transparent globe in the center-right. To the right of the globe, a thick vertical bar is colored purple at the bottom and transitions to white at the top.

Capítulo 3 | A cadeia global de valor de bens de informática: presente e futuro



3. A cadeia global de valor de bens de informática: presente e futuro

Emanoel Querette⁴

3.1. Introdução

O conceito de cadeia de valor descreve o conjunto de atividades desempenhadas por empresas para a produção de bens e serviços, desde a concepção do produto até a sua comercialização ao consumidor final. Isso inclui atividades de agregação de valor tangíveis e intangíveis, como pesquisa e desenvolvimento, *design*, produção, distribuição, *marketing* e serviços de pós-venda, e considera elementos de custo, como materiais, mão de obra, tecnologia, insumos e serviços. Nas últimas décadas, tais atividades produtivas passaram a ser desempenhadas por fornecedores diversos ao longo da cadeia e localizados em diferentes partes do globo, configurando as cadeias globais de valor (CGVs), que consistem, portanto, em redes de produção que atravessam fronteiras organizacionais e nacionais para produzir determinado bem ou serviço. A análise da cadeia global de valor observa o processo de fabricação em uma perspectiva macro, com foco no bem ou serviço em questão, e mais do que simplesmente mapear as relações insumo-produto estudam as funções de coordenação e governança, e quais atores as desempenham (GEREFFI *et al.*, 2005; GEREFFI, FERNANDEZ-STARK, 2016).

O conceito de CGV captura importantes características da atual economia globalizada: i) crescente fragmentação da produção em diversas localidades/países e as interrelações decorrentes entre as economias nacionais, e entre comércio internacional e competitividade das indústrias; ii) crescente especialização de países em atividades e funções específicas, e não em produtos completos, resultando em uma competição que não é entre produtos “nacionais” e “importados”, mas pela inserção em cadeias de valor; e iii) fundamental papel das redes globais. A terceirização e o *outsourcing* da produção não são fenômenos novos. O destaque da abordagem das CGVs está na escala do fenômeno e no papel da tecnologia como habilitadora tanto do processo de fragmentação, quanto da coordenação da produção nessa nova escala global. A significativa redução de custos de transporte e comunicações que possibilitou a criação dessas cadeias globais decorre de avanços tecnológicos, notadamente em TICs.

⁴ Querette Consultoria e Pesquisa.

O desenrolar do atual paradigma tecnoeconômico das tecnologias de informação e comunicação torna o setor de TIC (*hardware e software*) o impulsor de grandes transformações em todos os demais segmentos econômicos. A cadeia global de valor de *hardware eletrônico*, juntamente com o setor de serviços de TIC, são talvez os segmentos mais dinâmicos e importantes a serem considerados quando se discute o futuro das cadeias globais de valor e da Indústria 4.0. A Internet das Coisas (IoT), no âmbito físico, e o fenômeno do *big data/analytics* e da inteligência artificial, no âmbito informacional, são, notadamente, os mais importantes vetores de transformação nos modos de produção. Esses fenômenos não existiriam se não fosse a difusão, a melhoria de desempenho e o barateamento dos componentes eletrônicos e da infraestrutura de informação e comunicação global.

A indústria mundial de bens de informática é um dos mais importantes setores produtivos de bens do mundo, tanto pelo tamanho do seu mercado quanto pelo potencial de melhoria da produtividade e estímulo à inovação em diversos outros setores correlatos. A produção de bens de informática, como demonstrado a seguir, ocorre de maneira globalizada e fragmentada por diversos países, configurando uma CGV. As empresas desta cadeia têm adotado modelos de negócios de plataforma ou de intensa especialização em elos específicos, competindo pela captura do valor adicionado (GEREFFI *et al.*, 2005).

O setor produtivo de bens de informática – alvo de incentivo da Lei de Informática – encontra-se, então, em duas situações simultâneas: como habilitador dessa transformação e como beneficiário e influenciado por tal movimento. Ao mesmo tempo que permitem a redução de custos de países avançados, as CGVs beneficiam os países em desenvolvimento facilitando a sua entrada nos mercados globais, sem a necessidade de desenvolvimento de uma base industrial completa para tanto: podem importar insumos e componentes e desenvolver etapas muito particulares dessa cadeia de valor (RODRIK, 2018). O desafio, contudo, está na apropriação dos ganhos decorrentes do valor adicionado por todas essas etapas. O desenvolvimento de segmentos muito restritos de uma cadeia global de valor talvez não traga benefícios e transbordamentos significativos para o restante da economia do país, enquanto os ganhos decorrentes daquela cadeia são auferidos principalmente pelas empresas líderes em outros países.

A seguir, apresentamos a estrutura e o desenho da cadeia global de valor dos bens de informática, discutindo as atividades de agregação de valor que a compõem, a distribuição geográfica da oferta e a demanda global por bens de TIC, bem como as principais empresas e segmentos. Concluímos com a apresentação de tendências e implicações para países em desenvolvimento, como o Brasil.



3.2. Mapa da cadeia global de valor de eletrônicos

O mapeamento da CGV de bens de informática parte da identificação das atividades de agregação de valor desde a concepção dos bens até os seus mercados finais. Observamos que o início da cadeia de TIC está no suprimento de insumos para semicondutores, minerais e produtos sintéticos, enquanto o fim da cadeia, dada a ampla difusão da tecnologia de informação e comunicação por todos os setores da economia, toca nos mercados finais de equipamentos industriais para demais setores, notadamente os segmentos médico e automotivo, assim como no mercado consumidor de eletrônicos, escritório e informática.

Os bens de informática são caracterizados pela capacidade de processar e transmitir informações por meio eletrônico ou ótico, tornando os semicondutores o seu principal insumo. A cadeia de valor da indústria pode ser representada por três atividades básicas: fabricação de componentes, fabricação de produtos intermediários (*subassemblies*) e fabricação de produtos finais aos mercados consumidores. Além dessas três atividades, há a atividade de pesquisa, desenvolvimento e *design* e a atividade de extração e produção de insumos. Com a difusão da IoT, observa-se uma convergência entre os segmentos finais de bens duráveis e bens de consumo e a indústria de eletroeletrônicos, com produtos híbridos, tais como geladeiras, lavadoras de roupas e, até mesmo, vestuário com capacidade de processamento de informações.

O pano de fundo à CGV de bens de informática é um cenário de consolidação de plataformas, resultando na concentração de valor nas atividades mais a jusante e a montante da cadeia, nas atividades de *design* e pesquisa e desenvolvimento (P&D) a montante, e de marca e comercialização a jusante, reduzindo as oportunidades de captura do valor por fornecedores das etapas intermediárias de fabricação de componentes e montagem de produtos intermediários e finais. Esse fenômeno está caracterizado na chamada curva sorriso, que apresenta o valor capturado por cada etapa da cadeia. Percebe-se que esse é um fenômeno que tem se acentuado ao longo dos anos, especialmente em setores intensivos em P&D, como o setor de eletrônicos.

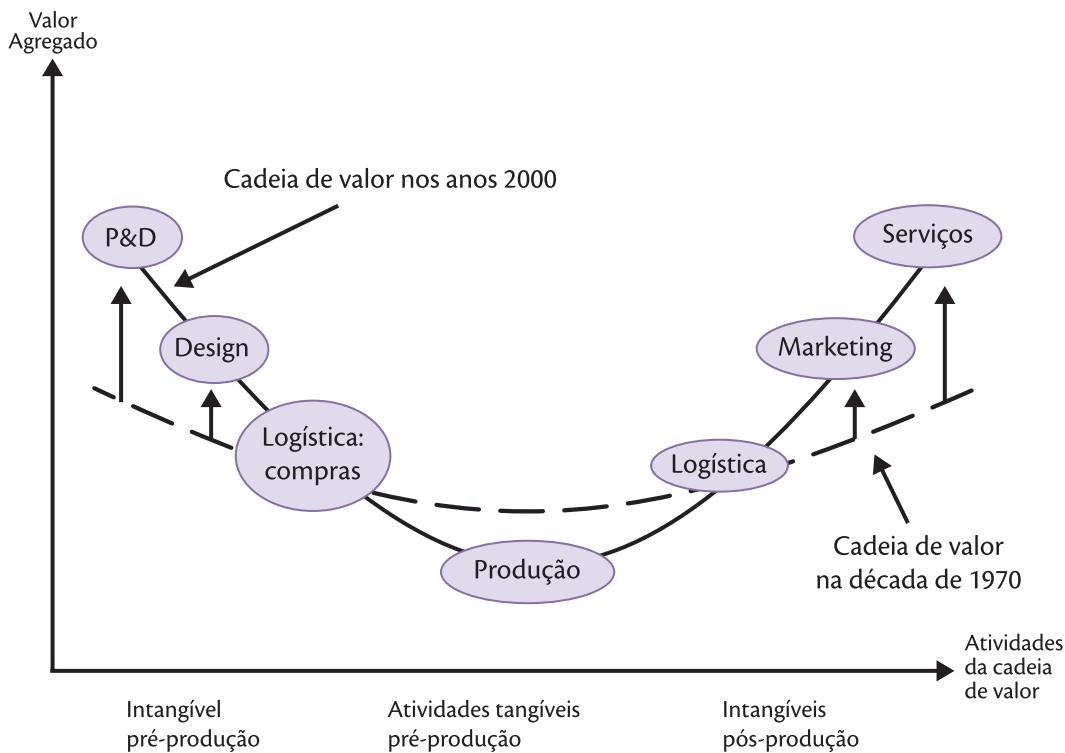
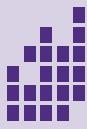


Figura 1 - Gráfico da curva sorriso: tendência de migração de valor na cadeia

Fonte: CGEE (2019).

O desenho da *smiling curve* ilustra o fenômeno – decorrente da consolidação de plataformas na CGV – da migração do valor adicionado das atividades de fabricação de *hardware*, componentes e dispositivos para atividades de *software*, em decorrência da convergência tecnológica. O modelo representa esquematicamente as atividades da indústria de telecomunicações, organizadas em camadas: a partir da camada I de elementos de redes (equipamentos, sistemas e redes de comunicação), e principalmente por meio da interface TCP/IP, chegando a camadas superiores de serviços e aplicações (operadoras de telecomunicação, acesso à internet, hospedagem seb, *middleware* e aplicativos). Esse modelo está apresentado na Tabela 1.

A convergência digital resultante da internet fez migrar as atividades de maior valor agregado e maior margem para as camadas superiores do Modelo de Fransman (2007) para conteúdos e serviços, a despeito da fundamental importância de melhoria de capacidade e qualidade dos equipamentos e infraestrutura de telecomunicações e dados. Com isso, as margens e a lucratividade de fabricantes de *hardware* e provedores de conectividade são reduzidas ao lucro normal, eliminando a capacidade de



investimento. Além disso, a rápida difusão da IoT elimina as fronteiras entre os mercados consumidores, ampliando a demanda global por componentes eletrônicos e produtos intermediários, virtualmente para todos os setores econômicos.

Tabela 1 - Topologia do ecossistema de TIC

Camada	Atividade	Componentes	Exemplos de empresas
V	Clientes e consumidores	Domicílios, governo, empresas grandes e pequenas, etc.	-
VI	Provedores de conteúdo e mídia	Empresas de mídia, produção de conteúdo, programação de rádio e televisão, jogos.	TimeWarner, Disney, Grupo Abril, Rede Globo, Uol
III	Intermediação	Empresas de internet, aplicações, agregadoras de conteúdo, publicidade.	Google, Yahoo!, Facebook, Amazon
II	Operadoras de rede e serviços de telecomunicação	Provedores de serviços fixos e móveis de voz e dados, provedoras de internet, televisão, difusão.	Verizon, AT&T, T- Mobile, Vodafone, América Móvil e Telefônica
I	Infraestrutura e provedores de tecnologia	Fabricantes de <i>hardware</i> , incluindo roteadores, <i>switches</i> , semicondutores, eletrônicos de consumo, equipamentos e sistemas de rede; desenvolvimento de <i>software</i> , incluindo sistemas operacionais, exceto aplicações de internet.	Huawei, Cisco, Ericsson, Samsung, Apple, Nokia, Oracle, ZTE

Fonte: baseado no modelo simplificado de Fransman (2007).

3.2.1. Estrutura da cadeia de valor dos bens de informática

A cadeia de valor de bens apoiados pela Lei de Informática é composta por produtos selecionados da cadeia de valor da indústria eletroeletrônica e contempla: equipamentos e componentes para a indústria de TIC; equipamentos e componentes elétricos e eletrônicos para outras indústrias, especialmente, médica, automotiva e aeroespacial/defesa; equipamentos e componentes elétricos e eletrônicos para a indústria de bens duráveis aos consumidores; componentes e equipamentos para infraestrutura elétrica (*utilities*); motores e baterias para outras indústrias e para consumidor final; e bens de informática para o consumidor final. Segundo dados, as exportações mundiais desse setor eram da ordem de US\$ 616 bilhões para componentes eletrônicos, US\$ 508 bilhões para equipamentos

elétricos, US\$ 1,4 trilhão para produtos finais eletrônicos e produtos intermediários, e US\$ 342 bilhões para eletrônicos ao consumidor.

A Figura 2 representa os elos e as atividades da cadeia de valor global dos bens de informática. Cada um dos elos é caracterizado a seguir.

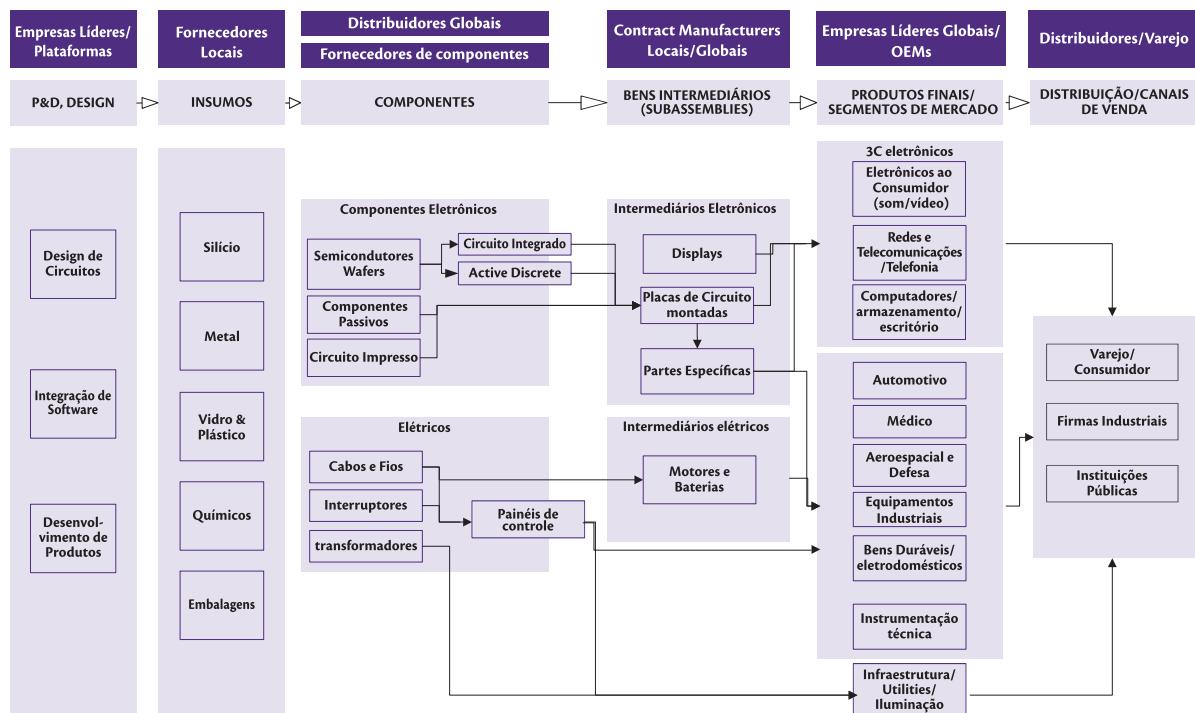


Figura 2 - Desenho da cadeia global de valor de bens de informática

Fonte: elaboração própria.



Insumos

Os insumos necessários à fabricação de bens eletroeletrônicos variam conforme a natureza do componente, se elétrico ou eletrônico. Os materiais usados para a fabricação de semicondutores incluem: silício, plástico, cerâmica, vários metais (principalmente alumínio e cobre, mas também ouro e prata) e outros materiais. Químicos, como o boro, gálio, fósforo e arsênio são usados no processo de tratamento de semicondutores. Esses insumos servirão para fabricar principalmente placas de circuito e *wafers* de processamento de dados.

Componentes elétricos e eletrônicos

O próximo estágio na cadeia é a fabricação e a montagem de componentes elétricos e eletrônicos. Os componentes eletrônicos usualmente são elementos com cabos ou pontas que permitem que sejam soldadas a placas de circuito impresso para desempenharem funcionalidades específicas em um circuito eletrônico, tais como capacitores, resistores, etc. Eles podem ser considerados ativos ou passivos, caso controlem a intensidade da corrente elétrica que os atravessa. Componentes semicondutores ativos e passivos são combinados em conjuntos, constituindo circuitos integrados, que são os componentes mais importantes e caros dos equipamentos e produtos eletroeletrônicos. Usualmente esses componentes possibilitam armazenamento e processamento de informação e incluem, por exemplo, memórias, placas lógicas, microprocessadores e microcontroladores. De maneira ampla, exemplos de componentes eletroeletrônicos incluem circuitos impressos, *wafers/circuitos integrados*, diodos, capacitores, resistores, varistores, microprocessadores, memória, *chips* lógicos, etc.

Produtos intermediários (*subassemblies*)

No processo de fabricação de bens eletroeletrônicos, os produtos finais não são montados com base apenas nos componentes, mas contam com partes prontas e subprodutos intermediários que servem a uma gama de produtos, tais como placas de circuito, *displays*, dispositivos de interface, motores e geradores, transformadores, cabos e fios, interruptores e baterias. Esses produtos intermediários são fabricados e montados por empresas especializadas em um elo anterior da cadeia de valor. Os produtos intermediários/subconjuntos eletrônicos variam de acordo com o produto final; contudo as placas de circuito são encontradas na grande maioria dos produtos finais – até mesmo em eletrodomésticos

e bens de consumo. As placas de circuito são montadas em invólucros plásticos ou de metal para serem comercializadas como produto intermediário. As empresas nesse elo da cadeia podem fabricar a placa de circuito impresso ou apenas montá-la nas caixas. Por vezes adquirem os componentes, mas podem trabalhar em consignação com fornecedores de componentes. O processo de montagem envolve a fabricação dos *cases*, a montagem e instalação de componentes e cabos, bem como o teste do conjunto. Ao final, o conjunto configura um produto intermediário pronto e específico para o produto final ao qual será integrado.

Importante produto intermediário são os *displays* e, quando presentes, constituem-se das partes mais caras do dispositivo – considere, por exemplo, um televisor ou celular. Atualmente as tecnologias mais comuns são LCD e OLED, superando tecnologias anteriores, tais como tela de plasma, LED e *displays* de tubo (CRT). Os mercados de telas são definidos pelo tamanho delas – grandes (para monitores e televisores) ou pequenas (para dispositivos portáteis e celulares). Segundo a IDC (2019), a tecnologia OLED tem tendência de substituição completa do LCD, mas o mercado de LCD em 2016 ainda era bem maior do que o do OLED (US\$ 85 bilhões contra US\$ 15 bilhões).

A venda de componentes e bens intermediários variam conforme o valor relativo da peça. Componentes eletrônicos passivos (à exceção dos semicondutores), por causa do seu valor mais baixo, são usualmente vendidos por meio de distribuidores, em grande volume. De outra forma, semicondutores e placas de circuito são mais comumente vendidos diretamente pelos fabricantes aos fabricantes de produtos eletrônicos finais. O modelo de comercialização é influenciado pela diferenciação do produto e pelo tamanho do pedido. Em muitos casos, os componentes e produtos intermediários são fabricados sob especificações customizadas, diretamente aos fabricantes de produtos finais, em grandes remessas. Quando são componentes padronizados, sem significativa diferenciação, podem ser vendidos em grande quantidade por distribuidores. Clientes menores, que compram em menor quantidade, usualmente precisam comprar em distribuidores e representantes.

Produtos finais

Os produtos finais da cadeia de valor dos bens de informática são destinados a um leque cada dia mais amplo de segmentos de mercado, desde a indústria de computadores e eletrônicos de consumo (TV, som e vídeo) até setores automotivo, médico, aeroespacial e defesa. O crescimento da IoT levará a uma expansão do mercado final para potencialmente todos os segmentos de bens de consumo, incluindo eletrodomésticos e bens duráveis. Além disso, eletroeletrônicos são um importante insumo



nas indústrias de transformação, com tendência de acentuado crescimento da demanda em decorrência da Indústria 4.0, da automação e da digitalização da produção. Os principais mercados consumidores são os setores de computadores, celulares e eletrônicos ao consumidor (televisores, etc.).

Atualmente a distinção entre o que é considerado computador, celular e eletrônicos ao consumidor é cada vez mais mercadológica do que técnica. As funcionalidades presentes em um computador portátil são equivalentes às encontradas em um celular, *tablet* ou televisor, com crescente convergência entre os usos – celulares e *tablets* são cada vez mais usados para funções de computadores e consumo de mídia. Um fator agravante dessa crescente convergência dos dispositivos é a desmaterialização das mídias, com a transferência de conteúdos para a nuvem e consolidação do *streaming* quanto modo de consumo de mídia. Com isso, aparelhos com componentes de reprodução de discos (CD/DVD/*blue-ray*) estão se tornando desnecessários. Isso terá um crescente impacto negativo sobre a produção e as exportações de componentes e de mídias físicas, com crescimento correspondente de softwares relacionados aos serviços de assinatura de *streaming*.

No segmento de computadores, também estão incluídos os dispositivos de armazenamento, servidores e equipamentos de escritório, tanto produtos comerciais disponíveis ao consumidor, como produtos corporativos para compras por empresas. São incluídas nesta categoria: computadores para uso pessoal (*laptops*, *desktops*), computadores para uso empresarial (servidores e dispositivos de armazenamento), impressoras, *scanners*, copiadoras, bem como partes de sistemas de computadores vendidos individualmente (teclado, monitor, *mouse*, etc.).

No mercado global de computadores, as empresas norte-americanas têm posição de liderança, com aproximadamente um terço do mercado (FREDERICK *et al.*, 2017), mas as empresas asiáticas, como Lenovo, Asus e Samsung, estão crescendo rapidamente. A fabricação por contrato é o modelo de produção dominante nesse segmento, com número muito pequeno de empresas do tipo ODM/SEM (*original design manufacturers* – OEM; *electronics manufacturing service* – EMS), dominando o mercado: das cinco principais marcas de computadores, apenas a Samsung e a Lenovo têm fabricação própria (FREDERICK *et al.*, 2017).

O segmento de eletrônicos ao consumidor inclui dispositivos de multimídia (televisores, aparelhos de áudio e vídeo), câmeras e videogames. Nesse segmento, apenas televisores e *hardware* de videogames apresentam crescimento; enquanto câmeras e reprodutores de áudio e vídeo apresentam redução, dada a sua substituição por computadores e celulares. A maior participação no mercado global ainda pertence às empresas japonesas (26%), mas sob ameaça próxima das coreanas (21%) e das chinesas (9%): Samsung, LG e Sony são as principais empresas (FREDERICK *et al.*, 2017).

Em relação aos consoles de videogame, esse segmento apresenta uma lógica muito particular de gerações tecnológicas e, desde o seu surgimento, é dominado por empresas japonesas e americanas. O mercado global é altamente concentrado, com três empresas principais respondendo por 80% das vendas em 2015: Sony (42%), Microsoft (23%) e Nintendo (15%) (EUROMONITOR, 2016).

Nesse segmento, diferentemente do de computadores, a maior parte das empresas possui fábricas próprias e processo de fabricação quase totalmente integrado verticalmente. A Samsung e a LG, por exemplo, terceirizam menos de 15% da produção final (EUROMONITOR, 2016). Esse comportamento também é observado na Sony e nas principais empresas chinesas. No entanto, a despeito da grande integração, a produção é quase inteiramente realizada em localidades *offshore*.

No segmento de celulares, à exceção da Apple, as marcas não asiáticas estão perdendo participação de mercado para empresas coreanas e chinesas. Há um importante movimento de aquisição por parte de novos entrantes, por exemplo, a aquisição da tradicional Motorola pela chinesa Lenovo. As três principais empresas no segmento de celulares em 2015 foram Samsung, Apple e Huawei (com 40% de participação em volume) (EUROMONITOR, 2016).

Em termos de modelos de negócios, observamos uma variedade de alternativas, desde a fabricação verticalizada (como as coreanas), embora offshore, até modelos mistos (Lenovo e ZTE), e fabricação terceirizada (Huawei, Xiaomi, Apple).

3.3. Evolução do mercado internacional

3.3.1 Distribuição geográfica da oferta e demanda global

Seguindo a tendência apontada, a Ásia tem se consolidado como centro de gravidade do mercado global de eletroeletrônicos, tanto na oferta quanto na demanda. A migração do parque fabril para os países orientais, em virtude dos seus custos inferiores e do acesso às matérias-primas, se deu de forma mais gradual; no entanto o crescimento do mercado consumidor asiático tem se dado de forma muito mais acelerada. A oferta global é representada tanto por fabricantes de produtos finais quanto por fornecedores de componentes e bens intermediários.



A Tabela 3 apresenta os maiores exportadores de produtos intermediários (*subassemblies*) e de produtos finais. A evidência aponta que esses dois conjuntos de bens são produzidos pelos mesmos países, embora possa haver variação entre as participações relativas. China/Hong Kong mantém a sua liderança nas atividades de montagem e manufatura, com 44% das exportações em 2014, posição que ocupou ao longo da década anterior. México e Tailândia apresentaram crescimento, mas os demais países mantiveram sua exportação constante ou perderam volume (por exemplo, Japão e Malásia).

A Tabela 4 apresenta os maiores exportadores de componentes eletroeletrônicos em 2014. O total exportado do mundo foi de US\$ 616 bilhões em 2014. Maiores exportadores foram a China/Hong Kong, Cingapura, EUA, Alemanha e Japão. Entre os países no grupo, China e Coreia do Sul tiveram as maiores taxas de crescimento desde 2007. Os 10 maiores exportadores responderam por 79% das exportações globais, demonstrando grande concentração global. Componentes elétricos são mais fabricados na Europa, enquanto a Ásia concentra a produção de eletrônicos.

Os principais consumidores de componentes eletroeletrônicos são a Europa Ocidental, China/Hong Kong, EUA e Japão. Desses, o que mais cresce em demanda é a China, resultante da expansão do mercado interno de consumidores e do aumento do acesso à internet e conectividade (FREDERICK; GEREFFI, 2016).

Tabela 2 - Exportações mundiais de eletroeletrônicos pelo estágio na cadeia de valor e categoria (2007-2014)

Estágio/setor/ categoria	Valor (US\$ bilhões)				Participação no mercado global (%)				CAGR* (%)
	2007	2010	2012	2014	2007	2010	2012	2014	
Eletroeletrônicos – total	2,253	2,447	2,729	2,905					4
Eletrônicos – total	1,642	1,776	1,943	2,055	73	73	71	71	3
Componentes eletrônicos	465	541	558	616	21	22	20	21	4
Produtos eletrônicos finais/ bens intermediários eletrônicos	1,177	1,236	1,385	1,439	52	50	51	50	3
Elétricos – total	611	671	786	850	27	27	29	29	5
Equipamentos elétricos	366	411	477	508	16	17	17	17	5

Estágio/setor/ categoria	Valor (US\$ bilhões)				Participação no mercado global (%)				CAGR* (%)
	2007	2010	2012	2014	2007	2010	2012	2014	
Produtos elétricos finais/ bens intermediários elétricos	245	260	309	342	11	11	11	12	5
Totais por estágio da cadeia									
Componentes eletroeletrônicos	831	952	1,035	1,124	37	39	38	39	4
Produtos finais/ bens intermediários eletrônicos	1,422	1,496	1,694	1,781	63	61	62	61	3
Categorias de produtos finais e bens intermediários									
Eletrônicos ao consumidor	580	616	674	721	41	41	40	40	3
Computadores, armazenamento, escritório	451	459	525	526	32	31	31	30	2
Eletrodomésticos	180	188	224	256	13	13	13	14	5
Equipamentos industriais	105	113	135	141	7	8	8	8	4
Médico	42	47	52	52	3	3	3	3	3

Fonte: elaboração própria com base em dados de UN COMTRADE (2015), dados até 2014.

Nota: *taxa de crescimento anual composta.

Obs.: o maior segmento de eletrônicos ao consumidor é o de telefones celulares e câmeras.

**Tabela 3 - Dez maiores países exportadores mundiais de
produtos finais/bens intermediários eletroeletrônicos (2014)**

Exportador	Valor (US\$ bilhões)				Participação no mercado global (%)				CAGR(%)
	2007	2010	2012	2014	2007	2010	2012	2014	
Mundo	1,422	1,496	1,694	1,781					3
China/Hong Kong	452	558	701	777	32	37	41	44	8
EUA	128	130	149	153	9	9	9	9	3
Alemanha	104	88	98	101	7	6	6	6	0
México	58	72	77	82	4	5	5	5	5



Exportador	Valor (US\$ bilhões)				Participação no mercado global (%)				CAGR(%)
	2007	2010	2012	2014	2007	2010	2012	2014	
Coreia do Sul	68	65	64	75	5	4	4	4	1
Países baixos	67	62	64	69	5	4	4	4	0
Japão	69	58	59	48	5	4	3	3	-5
Cingapura	38	43	45	42	3	3	3	2	1
Tailândia	30	35	40	39	2	2	2	2	4
Malásia	46	42	37	35	3	3	2	2	-4
Top 10 (em 2014)	1,061	1,154	1,334	1,421	75	77	79	80	4

Fonte: elaboração própria com base em dados de UN COMTRADE (2015), dados até 2014.

Obs.: ranking com base no valor exportado.

Tabela 4 - Dez maiores países exportadores de componentes eletroeletrônicos (2014)

Exportador	Valor (US\$ bilhões)				Participação no mercado global (%)				CAGR (%)
	2007	2010	2012	2014	2007	2010	2012	2014	
World	831	952	1,035	1,124					4
China/Hong Kong	172	245	296	350	21	26	29	31	11
Cingapura	83	98	95	103	10	10	9	9	3
EUA	88	88	89	94	11	9	9	8	1
Alemanha	73	79	82	88	9	8	8	8	3
Japão	80	88	85	71	10	9	8	6	-2
Coreia do Sul	43	58	67	78	5	6	6	7	9
Malásia	35	38	42	48	4	4	4	4	5
França	27	27	27	27	3	3	3	2	0
México	18	17	21	24	2	2	2	2	5
Top 10 (em 2014)	618	738	803	883	74	78	78	79	

Fonte: elaboração própria com base em dados de UN COMTRADE (2015), dados até 2014.

Obs.: os produtos incentivados pela Lei de Informática enquadram-se em cerca de 105 códigos de produtos segundo a classificação internacional. Nesta tabela, não estão incluídos os produtos referentes ao código 854430.

A Tabela 5 apresenta as exportações globais da cadeia de valor dos bens incentivados pela Lei de Informática, por elo da cadeia, entre 2012 e 2017. Essa migração para a Ásia pode ser constatada pelo crescimento nas exportações da China/Hong Kong, contra uma redução em países europeus, com exceção da Alemanha, conforme apresentado na Tabela 4.

**Tabela 5 - Exportações globais da cadeia de valor de bens incentivados
pela Lei de Informática, por elo da cadeia (2012-2017)**

Estágio da cadeia de valor	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Em US\$ bilhões CAGR (%) 2012-2017
Componentes elétricos	29,76	31,72	32,85	28,91	27,86	30,75	0,65
Componentes eletrônicos	98,46	113,53	118,30	120,02	114,69	122,27	4,43
Bens intermediários (subassemblies) – elétricos	74,88	81,07	86,39	79,55	81,92	89,28	3,58
Bens intermediários (subassemblies) – eletrônicos	114,07	109,58	105,85	96,55	92,55	98,31	-2,93
Produtos finais – computadores, armazenamento, escritório	155,78	160,67	163,97	144,11	134,63	146,52	-1,22
Produtos finais – eletrônicos ao consumidor	213,83	224,89	229,27	230,87	223,53	242,16	2,52
Produtos finais – equipamentos industriais	140,24	147,73	155,39	142,39	143,94	167,44	3,61
Produtos finais – automotivo	18,48	20,19	20,97	19,19	18,82	19,97	1,56
Produtos finais – médico	56,40	60,29	62,54	57,90	59,27	64,22	2,63

Fonte: elaboração dos autores com base em dados UN COMTRADE (2018), dados até 2017.

Nota: códigos HS selecionados de bens incentivados.



Tabela 6 - Exportações globais da cadeia de valor de bens incentivados pela Lei de Informática, por elo da cadeia, e participação na cadeia de bens incentivados e de eletroeletrônicos em geral (2017)

Cadeia de valor	2017	Exportações de bens incentivados (%)	Exportações de eletroeletrônicos (%) [*]
Componentes elétricos	30,75	3,13	0,20
Componentes eletrônicos	122,27	12,47	0,78
Bens intermediários (subassemblies) – elétricos	89,28	9,10	0,57
Bens intermediários (subassemblies) – eletrônicos	98,31	10,02	0,62
Produtos finais – computadores, armazenamento, escritório	146,52	14,94	0,93
Produtos finais – eletrônicos ao consumidor	242,16	24,69	1,54
Produtos finais – equipamentos industriais	167,44	17,07	1,06
Produtos finais – automotivo	19,97	2,04%	–
Produtos finais – médico	64,22	6,55%	–

Fonte: elaboração dos autores com base em dados UN COMTRADE (2018), dados até 2017.

Nota: * produtos nos capítulos HS 84-85.

Obs.: códigos HS selecionados de bens incentivados.

Tabela 7 - Dez maiores países exportadores na cadeia global de valor dos bens incentivados (2012-2017)

País	2012	2013	2014	2015	2016	2017	US\$ bilhões CAGR (%) 2017/2012
China	367,20	404,95	426,99	432,41	404,92	446,66	4,00
Hong Kong	160,49	173,78	184,64	190,81	190,00	196,40	4,12
União Europeia	167,91	169,17	170,21	150,83	148,56	164,46	-0,41
Alemanha	123,77	127,89	133,33	117,50	120,60	136,67	2,00
França	32,66	32,93	32,18	28,97	28,60	30,57	-1,31
Reino Unido	28,38	29,52	31,18	28,65	26,93	27,92	-0,33
República Tcheca	18,02	19,04	21,46	19,59	19,47	24,77	6,57
Hungria	17,79	16,98	15,82	13,75	14,46	15,78	-2,37
Suíça	15,25	15,39	15,22	14,19	14,25	15,05	-0,26
Bélgica	13,28	14,82	14,59	14,03	14,02	14,61	1,93

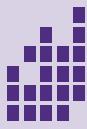
Fonte: elaboração dos autores com base em dados UN COMTRADE (2018), dados até 2017.

Obs.: códigos HS selecionados de bens incentivados.

Em relação à cadeia global de valor específica dos bens incentivados pela Lei de Informática, observamos uma configuração semelhante à da cadeia de eletrônicos em geral, com dominância da China/Hong Kong. Notadamente os EUA, o Japão, a Coreia ou outros asiáticos não aparecem entre os 10 maiores exportadores. Além da China, os maiores exportadores são países da Europa Ocidental e da República Tcheca. O crescimento das exportações por estágio da cadeia se manteve relativamente estável, com destaque para a retração da exportação de bens intermediários eletrônicos e para o crescimento das exportações de componentes eletrônicos e bens intermediários elétricos.

3.3.2 Principais empresas e segmentos da cadeia global de valor de bens de informática

A indústria global de bens de informática é composta por três principais conjuntos de empresas: líderes, fornecedoras de primeiro nível (*Tier 1*) e fornecedores de componentes. Cada um desses conjuntos responde por um estágio da cadeia de valor. Muitos outros atores desempenham atividades relevantes,



tais como desenvolvedores de *software*, fabricantes de equipamentos de produção, distribuidores e fabricantes de componentes e subsistemas genéricos, mas o comportamento dos atores nesses três conjuntos são os mais importantes para a compreensão da cadeia global de valor e entendimento de oportunidades de desenvolvimento para o Brasil. A captura de valor nas CGVs pelas empresas líderes e fornecedores de primeiro nível é extremamente alta (STURGEON; KAWAKAMI, 2011). Esses atores controlam o desenvolvimento de produtos e das tecnologias, determinando as condições de competitividade na cadeia global de valor.

Empresas líderes

As empresas líderes dominam as atividades de maior valor adicionado na cadeia de valor. Como mencionado, atividades no início e no fim da cadeia são as de maior valor, e justamente as que estão concentradas nas mãos das líderes, a saber: pesquisa e desenvolvimento de produtos, *design*, *marketing*, *branding*. Usualmente adotam uma estratégia de plataforma, de modo a determinar o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias e a capturar a maior parcela do valor global da produção. São responsáveis pela introdução de novas gerações de produtos e de novas tecnologias e aplicações. Embora algumas empresas realizem a fabricação e a montagem em instalações próprias, em localidades *offshore*, a maioria delas terceiriza a fabricação e a montagem para fornecedores especializados, sob contrato. A terceirização de fabricação e montagem tem sido uma forte tendência (STURGEON; KAWAKAMI, 2011), uma vez que permite às líderes se concentrarem nas atividades intangíveis de maior valor – acentuando ainda mais o formato de sorriso da cadeia de valor. Esse comportamento evidencia a concentração de valor em atividades intangíveis relacionadas a *design*, P&D e *software*, relegando atividades de menor valor a países e empresas fabricantes de peças, componentes e *hardware* em geral.

Fornecedores de primeiro nível

Os fornecedores *Tier 1* são empresas intensivas em tecnologia, atuando sob contrato para as empresas líderes. São geralmente de grande porte e atuam em uma variedade de atividades, desde a aquisição de componentes e montagem de placas de circuito até a fabricação de produtos finais e testes. As maiores empresas nesse segmento atendem aos mercados de computadores, celulares e eletrônicos ao consumidor (chamado segmento 3C); outras, além das *tops 15* globais, atendem a importantes

mercados de nicho, tais como automotivo, médico, etc. Esses fabricantes sob contrato (*contract manufacturers*) atuam como orquestradores da cadeia de valor e possuem as próprias redes globais de fornecimento de peças, partes e insumos. Fornecedores especializados (*contract manufacturers*) são responsáveis pela aquisição da maior parte dos componentes em nome dos clientes finais (líderes das cadeias) e, por consequência, negociam grande volume de itens. Todavia possuem baixo poder de barganha e margens restritas, pois os preços e as condições de aquisição dos componentes mais valiosos – por exemplo, microprocessadores e circuitos integrados importantes – são negociados diretamente pelas líderes com os fornecedores de componentes, como, por exemplo, o chips da Intel. Logo, as decisões de negociação na mão de *contract manufacturers* se restringe a componentes de mais baixo valor agregado e baixa diferenciação, frequentemente comprados de distribuidores (STURGEON; KAWAKAMI, 2011).

Esse segmento responde pela maior parcela das atividades de manufatura. Em 2014, ele respondeu por algo entre US\$ 406 bilhões a US\$ 490 bilhões (FREDERICK; LEE, 2017). Além da fabricação, alguns fabricantes contratados também fornecem serviços de design. Coletivamente, estas empresas são chamadas de EMS (*electronic manufacturing services*), quando realizam apenas montagem e fabricação; e ODM (*original design manufacturers*), quando incorporam alguma atividade de design e projeto. O serviço de manufatura de componentes sem design (EMS), por ser uma atividade mais genérica, permite vender para um grande número de mercados, mas dá pouco poder de mercado às empresas, devido à alta substitutibilidade. Os serviços de design (ODM) possuem maior diferenciação, mas tendem a ser mais específicos, reduzindo o mercado potencial.

Fornecedores de componentes

Componentes tanto podem ser eletrônicos e elétricos de baixa diferenciação e baixo valor, como microprocessadores e microcontroladores de elevado valor agregado e diferenciação. Fornecedores de componentes genéricos tem baixo poder na cadeia e vendem sua produção por meio de distribuidores. Contudo empresas de componentes bem-sucedidas no estabelecimento de um diferencial significativo, muitas vezes, tornam-se líderes de uma plataforma e passam a negociar diretamente com as empresas líderes da cadeia. Na cadeia de eletroeletrônicos, diferentemente do que acontece em outras cadeias globais de valor, alguns líderes de plataformas – fabricantes de componentes – exercem até mais influência sobre a inovação do que as empresas líderes. As sedes das maiores empresas de componentes eletrônicos se localizam predominantemente em países desenvolvidos – EUA, Japão, Coreia do Sul, Taiwan e países da Europa Ocidental –, enquanto as suas



fábricas se localizam em países de baixo custo (como a China). Em alguns casos, a fábrica pertence à empresa matriz; em outros casos, estabelecem-se contratos de *joint venture*; também fabricam por contrato de fornecedores exclusivos.

3.4. O futuro da cadeia global de valor das TICs

A CGV de TIC apresenta importantes tendências de reconfiguração nos próximos anos, abrindo janelas de oportunidades e desafiando os atuais líderes. Consequência do processo de acirramento da globalização, juntamente com a difusão das tecnologias de informação e comunicação, as cadeias globais de valor fundamentalmente redesenham o comércio internacional desde a década de 1990. Pelo menos cinco importantes fatores estão alterando as dinâmicas e o funcionamento das cadeias globais nos dias de hoje (GEREFFI; FERNANDEZ-STARK, 2016; OECD, 2017): i) a racionalização e a consolidação produtiva e geográfica das cadeias; ii) uma orientação das cadeias para a Ásia; iii) as novas tecnologias digitais e a Indústria 4.0; iv) a servitização e o desenvolvimento de plataformas; e v) a pressão por maior sustentabilidade ambiental.

Segundo Gereffi e Fernandez-Stark (2016), o processo de racionalização das cadeias é uma consequência da crise e da necessidade de melhoria da eficiência produtiva: empresas líderes das cadeias de valor, em busca da redução de custos de transação, estão reduzindo o comprimento de suas cadeias de fornecimento para incluir menor quantidade de fornecedores mais tecnologicamente competentes e estrategicamente localizados. Esse movimento de consolidação das cadeias, tanto no nível nacional quanto no global, já tem sido observado desde antes da crise, em alguns setores específicos, mas, na última década, o fenômeno tem se acentuado e expandido para todas as cadeias. Como resultado desse processo, observa-se a consolidação de intermediários muito grandes, cujo papel na cadeia se torna crucial em decorrência do poder de corretagem que passam a desempenhar. Esses atores, ao mesmo tempo que assumem a maior parte do risco do fornecimento, coordenam as etapas anteriores de compras de componentes e organização dos fornecedores. Em contrapartida, esse fenômeno impede a entrada de empresas menores nas cadeias globais, particularmente em setores onde economias de escala e escopo são necessárias para se alcançar a competitividade.

A segunda tendência (GEREFFI; FERNANDEZ-STARK, 2016) é a notável orientação das cadeias para a Ásia, como resultado tanto das dinâmicas de fornecimento quanto de demanda. As vantagens de custos dos produtores asiáticos consolidaram a Ásia como importante centro fornecedor das cadeias globais. No entanto o aumento do mercado consumidor, em países como a China, torna a

Ásia um importante centro de demanda, também, resultando em uma reorientação da localização das cadeias na região. Esse padrão é evidenciado por um aumento do fluxo de comércio entre a Ásia e as outras regiões em desenvolvimento, sem a intermediação de países desenvolvidos. Até a virada do século, o padrão regular de comércio era liderado por países no Hemisfério Norte, com parceiros de ambos os Hemisférios, Norte e Sul.

Hoje, observa-se forte aceleração do comércio Sul-Sul, puxado pela Ásia com parceiros no Norte da África, África Subsaariana e América Latina. Números recentes do mercado global de TIC (EUROPEAN COMMISSION, 2018) colocam a China em primeiro lugar no mundo em valor adicionado de TIC em 2015 pela primeira vez, ultrapassando os EUA, com € 715 bilhões de paridade poder de compra (PPS), enquanto juntamente com Índia, Japão, Coreia do Sul e Taiwan responderam por 50% do valor global de TIC adicionado nesse ano.

Ainda que sejam pequenas em termos globais, algumas economias da região apresentam setor de TIC muito forte, segundo a European Commission (2018). Taiwan, por exemplo, apresentou a maior participação do valor adicionado do setor de TIC no PIB (15,8%); a maior participação do setor de TIC no emprego (9,0%); a maior proporção de pesquisadores em P&D de TIC (quase 70% de todos os pesquisadores do país estão no setor de TIC); e, em segundo lugar global, apenas depois dos EUA, na produtividade do setor (€ 129 mil PPS/pessoa). Dados do mesmo estudo apontam que, no tocante às atividades da cadeia, a força dos países asiáticos está em componentes e dispositivos, com a exceção da Índia; em termos de serviços de TIC, os países ocidentais ainda são líderes globais em valor adicionado de serviços de TIC, puxados pelos EUA (84%) e pela União Europeia (90%).

A transformação do processo produtivo em decorrência das tecnologias da Indústria 4.0 e manufatura aditiva é a terceira tendência observada (GEREFFI; FERNANDEZ-STARK, 2016). Esses processos de automação inteligente, interface humano-máquina e manufatura aditiva modificaram, de forma significativa, os processos produtivos com implicações importantes na estrutura de custos relativa e, consequentemente, na configuração de cadeias globais de valor de bens manufaturados.

A quarta força, segundo estudo da Confederação Nacional da Indústria (CNI) (IEL, 2018), é o estabelecimento de plataformas e a tendência de servitização – transformação nos modelos de negócios e adição de valor a bens manufaturados por meio de serviços associados, tais como modelos de comercialização por assinatura ou pagamento por uso – que tem modificado a maneira de comercializar e financiar a produção de bens. Esse processo está bastante avançado em segmentos intensivos em capital: em vez de vender produtos, fornecedores cada vez mais estão vendendo a



funcionalidade desejada, mediante modelos de pagamento de assinaturas. Esse modelo reduz os custos de transação e gestão de ativos para o cliente, enquanto uniformiza o fluxo de caixa e otimiza o uso de recursos do fornecedor, que utiliza um mesmo sistema para toda a sua carteira de clientes.

Por fim, relatório da OECD (2017) sugere que a conformação de um novo paradigma produtivo – ambientalmente sustentável – está se desenhando sob o imperativo da redução do consumo de recursos e da sustentabilidade ambiental da produção em todos os setores. A atuação das cadeias globais de valor, dispersas pelo globo, resulta em maior impacto ambiental decorrente do consumo de combustíveis pelo transporte, elevada emissão de gases, resíduos sólidos (embalagens), etc. No intuito de reduzir o consumo de recursos e os impactos ambientais, grandes empresas reduzirão as distâncias geográficas de suas operações, assim como tornarão os processos cada vez mais digitais.

Por um lado, os fatores que levaram ao surgimento e à consolidação das cadeias globais de valor continuam atuando em escala global, com tendência de expansão ainda maior destas cadeias de comércio global; por outro, a difusão das tecnologias digitais, em especial àquelas ligadas à Indústria 4.0, e a concentração geográfica podem levar a uma reconfiguração crítica das cadeias globais (OECD, 2017). O que se desenha é um processo de redução do comprimento das cadeias com eliminação de elos, por meio da consolidação de grandes *players* intermediários, e uma concentração geográfica em localidades próximas aos seus mercados compradores e com modelos de operação intensivos em serviços e informação.

3.5. Considerações finais

As empresas líderes da CGV de TIC localizam-se, em sua maioria, nos países desenvolvidos, especialmente Europa, Japão e Estados Unidos. Em contraste, economias emergentes são caracterizadas pela atuação em bens intermediários e fabricação de componentes, embora a experiência recente de alguns países asiáticos demonstre o potencial de *upgrade* para consolidação de novos líderes em uma nova configuração geográfica da cadeia.

As vantagens estratégicas das empresas líderes advêm não apenas na forma de P&D e inovação, mas também no retorno de atividades de design, projeto, consolidação de marcas e desenvolvimento de mercado. As líderes de plataformas impõem padrões técnicos e de mercado, o que lhes possibilita capturar maior parcela dos lucros da indústria global e manter o controle sobre a trajetória de desenvolvimento tecnológico do setor. Apesar de as CGVs possibilitarem a entrada de economias

emergentes em mercados globais, ampliando suas participações no mercado e equilíbrio da balança comercial, a atuação de países em desenvolvimento nessas CGVs não é sempre benéfica. Indústrias locais correm o risco de aprisionamento (*lock-in*) em padrões tecnológicos definidos externamente, da dependência de tecnologia produzida externamente, assim como da atuação em elos menos rentáveis dessas cadeias. Para serem capazes de capturar maior parte do valor produzido, países em desenvolvimento não devem descuidar do fortalecimento de suas capacitações, especialmente nas atividades de P&D e inovação, de modo a moverem-se para atividades de maior valor agregado. Eventualmente, à medida que se aproximem da fronteira tecnológica, poderão se deparar com um dilema estratégico que tem afligido, por exemplo, algumas empresas sul-coreanas: manterem a estratégia competitiva de baixo custo; ou competirem diretamente com líderes da CGV na geração de seus próprios produtos e plataformas, para captura de valor em elos de design e marca.

3.6. Referências

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Relatório contendo alternativas de aprimoramento da Lei de Informática.** Subsídios técnicos para o aprimoramento da Lei de Informática. Relatório Técnico final. (Reservado). Brasília: 2019.

EUROMONITOR. **Consumer electronics statistics.** London: Euromonitor, 2016. Disponível em: <https://www.euromonitor.com/consumer-electronics-industry>.

EUROPEAN COMMISION. **Prospective Insights on R&D in ICT (PREDICT).** Key Facts Report 2018. Disponível em: <https://ec.europa.eu/jrc/en/predict/editions/2018>.

FRANSMAN, M. **The new ICT ecosystem:** implications for Europe. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/CBO9780511676130>.

FREDERICK, S. et al. **Korea in global value chains:** pathways for industrial transformation. Durham, NC: Duke University, 2017. 195 p. Disponível em: <https://scholars.duke.edu/display/pub1295490>.

FREDERICK, S.; GEREFFI, G. **Costa Rica in the electronics global value chain:** opportunities for upgrading. Durham, NC: Duke University, 2013. 63 p. Disponível em: https://gvcc.duke.edu/wp-content/uploads/2013-08-20_Ch3_Electronics.pdf.



FREDERICK, S.; GEREFFI, G. **The Philippines in the electronics & electrical global value chain.** Durham, NC: Duke University, 2016. 79 p. Disponível em: https://gvcc.duke.edu/wp-content/uploads/2016_Philippines_Electronics_Electrical_Global_Value_Chain.pdf.

FREDERICK, S.; LEE, J. An Introduction to Korea's Economy. In: FREDERICK, S. et al. **Korea in global value chains:** pathways for industrial transformation. Durham, NC: Duke University, 2017. Disponível em: https://gvcc.duke.edu/wp-content/uploads/2017-09-27_CH2-Introduction-to-Koreas-Economy.pdf.

GEREFFI, G.; FERNANDEZ-STARK, K. **Global value chain analysis:** a primer. 2nd edition. Durham, NC: Duke University, 2016. Disponível em: https://gvcc.duke.edu/wp-content/uploads/Duke_CGGC_Global_Value_Chain_GVC_Analysis_Primer_2nd_Ed_2016.pdf.

GEREFFI, Gary; HUMPHREY, John; STURGEON, Timothy. The governance of global value chains. **Review of International Political Economy**, v. 12, n. 1, p. 78-104, 2005. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/fisheries/docs/GVC_Governance.pdf.

INDÚSTRIA 2027. **Estudo de sistema produtivo tecnologias de informação e comunicação (TIC).** (Focos Setoriais: Microeletrônica, Equipamentos e Sistemas de Telecomunicação e Software). Relatório do Projeto Indústria 2027 – riscos e oportunidades para o Brasil diante de inovações disruptivas. Brasília: IEL, 2018. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/cni/canais/industria-2027>.

INTERNATIONAL DATA CORPORATION (IDC). **Global ICT spending.** IDC, 2019. Disponível em: <https://www.idc.com/promo/global-ict-spending/forecast>.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD). **The Future of Global Value Chains:** “Business as Usual” or “A New Normal”? Paris: OECD, Directorate for Science, Technology and Innovation Policy Note, September 2017. 58 p. Disponível em: <http://governance4o.com/wp-content/uploads/2018/11/NewNormal.pdf>.

RODRIK, D. New technologies, global value chains, and the developing economies. Pathways for Prosperity Commission. **Background Paper Series**, Oxford University, n. 1, 2018. Disponível em: https://drodrrik.scholar.harvard.edu/files/dani-rodrrik/files/new_technologies_global_value_chains_developing_economies.pdf.

STURGEON, T.; KAWAKAMI, M. Global value chains in the electronics industry: characteristics, crisis, and upgrading opportunities for firms from developing countries. **International Journal of**

Technological Learning, Innovation and Development, v.4, n. 1, p.120-147, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Timothy_Sturgeon/publication/227441000_Global_value_chains_in_the_electronics_industry_Characteristics_crisis_and_upgrading_opportunities_for_firms_from_developing_countries/links/5529678d0cf29b22c9bf4ddb/Global-value-chains-in-the-electronics-industry-Characteristics-crisis-and-upgrading-opportunities-for-firms-from-developing-countries.pdf.

STURGEON, T.; KAWAKAMI, M. Global value chains in the electronics industry: characteristics, crisis, and upgrading opportunities for firms from developing countries. **International Journal of Technological Learning, Innovation and Development**, 4, p.120-147, 2011.

UN COMTRADE. **ICT Statistics**. United Nations Comtrade Database, 2015. Disponível em: <https://comtrade.un.org/>.

UN COMTRADE. **ICT Statistics**. United Nations Comtrade Database, 2018. Disponível em: <https://comtrade.un.org/>.



Capítulo 4 | A experiência da Samsung na estruturação de uma base local de P&D e a construção de interações com a academia e os institutos de P&D



4. A experiência da Samsung na estruturação de uma base local de P&D e a construção de interações com a academia e os institutos de P&D

Fernando Campos de Arruda Jr.⁵
Miguel Gustavo Lizárraga⁶

Para a economia de uma nação crescer, é necessário que aconteça um grande desenvolvimento tecnológico por meio do aumento da capacidade em desenvolver e difundir inovações tecnológicas internamente. Assim, a inovação tem papel fundamental para a conquista de diferenciais competitivos, seja para os países movimentarem a economia ou para as empresas obterem vantagens competitivas em relação a seus concorrentes.

As empresas precisam inovar para continuar competindo no mundo atual e para conseguirem mercados maiores ou para abrir novos nichos de consumo para seus produtos e serviços, o que eleva a necessidade de realização de pesquisas que atendam ao rápido processo de inovação tecnológica, gerando altos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I) por parte das empresas do setor produtivo. Porém nota-se que elas dificilmente conseguem desenvolver todas as tecnologias internamente, com a eficácia e a rapidez necessárias. Com isso, é crescente a necessidade de sua aproximação a centros de pesquisa, laboratórios universitários e empresariais, o que gera uma relação entre aqueles que desenvolvem e/ou detêm a tecnologia com aqueles que irão utilizá-la (SEGATTO-MENDES; SBRAGIA, 2002).

Um dos vértices da interação entre esses atores e que assume papel importante nessa intermediação é o governo, o qual promove a inovação no país por meio da promulgação de um conjunto de leis cujo objetivo principal é fornecer incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo, melhorando, assim, o desenvolvimento industrial do país. Particularmente, a criação da Lei nº 8.248/1991 (BRASIL, 1991b), conhecida como Lei de Informática, representou uma mudança diante dos instrumentos anteriores de apoio ao setor, tirando o foco das medidas mais protecionistas e movendo-o para o fomento de capacitações tecnológicas por meio de mecanismo de incentivo fiscal, promovendo o aumento da densidade produtiva e tecnológica na indústria

⁵ Samsung R&D Institute Brazil.

⁶ Samsung R&D Institute Brazil.

brasileira de tecnologias da informação e comunicação (TICs). Nesse contexto, a Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda., desde 2004, vem se servindo desses incentivos para fomentar o ecossistema de inovação de forma consistente e abrangente.

Para tanto, num primeiro momento, a Samsung criou duas Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs), uma na cidade de Campinas em São Paulo, o Samsung Instituto de Desenvolvimento para a Informática (Sidi) e o outro na cidade de Manaus no Amazonas, o Samsung Instituto de Desenvolvimento para a Informática da Amazônia (Sidia). Cada um desses institutos possui um capital humano composto por profissionais com viés nas áreas de engenharia e ciência da computação. O papel desses institutos foi no início de desenvolver, melhorar e incluir inovações incrementais nos produtos da empresa, notadamente aqueles de mercado de consumo, tais como telefones móveis celulares, monitores de vídeo, impressoras e TVs pela execução de atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Entretanto é sabido que existem limitações em trabalhar num contexto de inovação fechada, isto é, geração de novas tecnologias que ocorrem exclusivamente dentro das empresas. Sendo assim, a Samsung passou a usar a estratégia de ampliar seu conjunto de parceiros tecnológicos para outros institutos de P&D sem fins lucrativos e universidades. A motivação para o fomento, a implementação e a expansão do ecossistema de inovação aberta são: ter acesso às fronteiras científicas do conhecimento (estado da arte), aumentar o poder preditivo da ciência, delegar, terceirizar ou dividir atividades específicas relacionadas ao desenvolvimento de tecnologias e à falta de recursos capital e humano (BONACCORSI; PICCALUGA, 1994).

No entanto existe um ganho também para os parceiros tecnológicos das empresas, sendo que, entre os principais, podemos mencionar: a oportunidade de exposição dos alunos e profissionais capacitados a problemas práticos e reais de mercado; o acesso à tecnologia em que a indústria tem especial conhecimento; o acesso ao financiamento de pesquisa, seja a empresa como fonte, seja o governo; o acesso a capacidades industriais e à possibilidade de alternativas de emprego (GEISLER, 2001).

4.1. Estruturação da P&D Samsung

Nos últimos anos, corporações globais como a Samsung têm enfrentado desafios crescentes advindos de rápidas mudanças tecnológicas. As corporações multinacionais aumentaram seus esforços para integrar suas subsidiárias em pesquisa, desenvolvimento e atividades de inovação; essas empresas



aumentaram a descentralização das atividades de inovação de maneira que cada subsidiária contribui para gerar conhecimento e inovação para o benefício da corporação (CANTWELL; MUDAMBI, 2005).

Portanto, as sedes multinacionais passaram a analisar cuidadosamente as capacidades de suas subsidiárias para decidir qual delas receberá mais responsabilidades de inovação. Ao mesmo tempo, as subsidiárias contribuem para o processo de descentralização de atividades, buscando mais responsabilidades, a fim de garantir sua competitividade e sobrevivência. Seguindo essa tendência, a Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda criou um Centro de PD&I interno denominado de Samsung R&D Institute Brazil (SRBR), o qual foi constituído não apenas para servir ao papel de apoiar o desenvolvimento local de produtos, mas também com o objetivo de criar interfaces e oportunidades específicas em âmbito global.

O SRBR faz parte do conjunto de centros de PD&I da Samsung no mundo com foco no mercado de eletrônica de consumo. O SRBR é encarregado de realizar atividades de PD&I, criando ofertas inovadoras que possam solidificar a posição da empresa como líder global. É necessário destacar que alguns centros de PD&I da Samsung estão mais perto das atividades de desenvolvimento e engenharia, enquanto outros, como o caso do SRBR, estão encarregados de atuar no campo de pesquisa aplicada e desenvolvimento.

Embora a Samsung exerça atividades de PD&I no Brasil desde 2004, principalmente por meio de parceiros externos, como universidades e centros de PD&I privados, o SRBR foi formalmente constituído em 2011, com fomento da Lei de Informática, oferecendo inicialmente desenvolvimento de novas funcionalidades, características e atualizações de software para dispositivos móveis, computadores pessoais (PCs) e impressoras. Desde 2012, expandiu sua responsabilidade, incluindo pesquisa básica e aplicada em tecnologias baseadas em suas principais competências internas nas áreas de inteligência artificial, segurança em sistema embarcados, multimídia, Internet das Coisas e realidade virtual e aumentada, ligadas à estratégia tecnológica de P&D global da empresa.

Assim, para o início das interações entre Samsung, academia e institutos de PD&I, a empresa, por meio do SRBR, teve primeiro que se estruturar internamente para criar grupos que tratassesem de atividades e processos inerentes às atividades de PD&I. Nesse sentido, os grupos que atuam nesses processos são:

- Gestão de fundos: que trata da elegibilidade, pertinência e adequação das atividades e custos dos projetos de P&D.
- Sensoriamento tecnológico: que ativamente atualiza as bases de dados de tecnologias-chave e de estado da arte que estão em desenvolvimento por universidades e institutos no Brasil.
- Propriedade intelectual: que trata do fomento à inovação, à geração e à manutenção do portfólio de patentes da empresa.

- Tecnologias avançadas: que são compostas por analistas e engenheiros, com mestrado e doutorado, que interagem diretamente com universidades e institutos de P&D no desenvolvimento das atividades de pesquisa e sua respectiva transferência e internalização de tecnologia.

Estes grupos interagem com a academia e os institutos de P&D por meio de um processo bem definido que permite fazer a gestão, passo a passo, desde a concepção do conceito de um novo projeto até sua entrega final. Este processo está resumido na Figura 1.

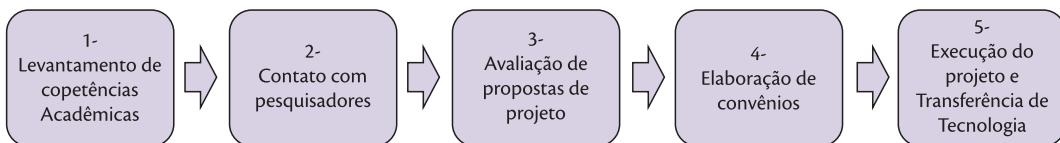


Figura 1 - Processo de gestão da criação de projetos

Fonte: Samsung. Elaboração própria.

Vale salientar que existem outras linhas de ação estratégicas como parcerias com institutos de P&D privados e startups – pequenas empresas de base tecnológica – que possuem experiência em tecnologias-chave da empresa e que seguem um processo semelhante.

O levantamento de competência de universidades e pesquisadores (fase 1 da Fig. 1) foi baseado em uma metodologia interna desenvolvida pelo SRBR, seguindo as diretrizes da sua sede na Coreia do Sul. Alguns dos critérios que fazem parte da elaboração deste ranking foram: número de publicações em revistas indexadas, número de patentes, número de teses e dissertações, antecedentes da colaboração de universidades e pesquisadores com empresas e institutos de pesquisa, entre outros (LEITE; LENHARI; LIZÁRRAGA, 2014).

Com base no conhecimento das competências das universidades e de seus professores e em função de uma demanda técnica, ocorre o contato com a universidade e o respectivo pesquisador (fase 2), que possui potencial para colaborar na solução da demanda e gerar a inovação.

A fase 3 do processo é a avaliação das propostas de projeto que vêm atender à demanda técnica colocada. Além da avaliação técnica propriamente dita, é levado em consideração, na seleção do melhor projeto, o alinhamento da proposta com a estratégia da empresa, sua contribuição no estado da arte dessa tecnologia, o relacionamento que a empresa tem com a instituição proponente e a maturidade de seu processo de transferência de tecnologia (LENHARI; LEITE; LIZÁRRAGA, 2014).



Após a avaliação estratégica com base nos multicritérios de direção propostos na fase 3, se faz a elaboração dos convênios e/ou contratos específicos (fase 4). Nessa fase, devem ser resolvidas questões legais, questões de tecnologia e propriedade intelectual (PERKMANN; SALTER, 2012), a fim de assinar os contratos formalizando a parceria.

Uma vez que os projetos estejam em andamento, existem mecanismos específicos para controle, acompanhamento, revisões técnicas e de transferência de tecnologia que são feitas por pesquisadores da Samsung com experiência na respectiva tecnologia. Essas ações fazem parte da fase 5.

A seguir apresentaremos como é feita a interação com a academia e os institutos de P&D com base nas fases do processo Samsung de gestão de projetos.

4.2. Interação com a academia e institutos de P&D

Fase 1. Levantamento de competências acadêmicas: esta atividade é principalmente executada pelo Grupo de Sensoriamento Tecnológico que faz varredura constante nas publicações científicas, dissertações e teses acadêmicas, publicações técnicas em revistas especializadas, participação em feiras e congressos, incentivos e normas governamentais em áreas de interesse da Samsung, com a finalidade de mapear as competências e tendências técnicas no Brasil. Essa massa de dados serve como referência para que, de forma eficiente, se possa selecionar a universidade ou os instituto de PD&I que tem potencial em atender a uma eventual demanda. Nessa fase, ainda não existe uma interação direta com a academia e o trabalho de coleta de dados é feito, na maioria das vezes, por meio das informações disponibilizadas pelas instituições nos seus sites na internet.

Fase 2. Contato com professores: uma vez existindo uma demanda técnica, seja esta gerada localmente ou proveniente da matriz da empresa, o Grupo de Tecnologias Avançadas gera um documento com objetivos, requisitos e resultados de inovação esperados, denominada de RFP (*Request for Proposal*). Nesse momento, inicia-se o contato com o Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) da universidade. A Samsung entende que esta é a porta de entrada para formalizar o interesse em ter uma parceria com essa instituição.

O NIT, por sua vez, nos fornece informações mais detalhadas sobre os professores que previamente foram mapeados na fase anterior e faz chegar até eles a RFP. Ainda, antes de passar a RFP adiante, é assinado um *Termo de Confidencialidade* entre a empresa e a universidade que cobre os temas que

serão discutidos entre o grupo de pesquisadores da empresa e os professores da universidade. Assim, as informações entre ambos podem fluir sem restrições e, dessa forma, convergir rapidamente no entendimento da demanda e na geração da proposta de Plano de Trabalho.

Nessa fase, temos notado que algumas universidades têm processos mais maduros para colaborar com o professor na elaboração da proposta de projeto. Em alguns casos, existe um Escritório de Projetos dentro da universidade que, além de dar suporte à parte burocrática do processo, também colabora diretamente com o professor na confecção do Plano de Trabalho, principalmente no que toca à formatação inicial da parte financeira da proposta.

Fase 3. Avaliação de propostas de projeto: uma vez elaborada a proposta de Plano de Trabalho do projeto, esta é avaliada primariamente pelo Grupo de Tecnologias Avançadas. Dependendo da área do conhecimento a que se refere a proposta, ela poderá ser revista por um conjunto de pesquisadores especialistas em inteligência artificial, segurança em sistema embarcados, multimídia, Internet das Coisas ou realidade virtual e aumentada. Sem dúvida, o mérito técnico do projeto é fundamental para se gerar a inovação desejada, entretanto, visto que a Samsung utiliza incentivos de Lei de Informática para sua execução, nesta fase o papel do Grupo de Gestão de Fundos da empresa é de suma importância, pois é ele que levanta os riscos de eventuais glosas que podem vir a surgir em função de uma atividade que não seja elegível, adequada ou pertinente no contexto específico do projeto. Em função dessa análise, é possível melhor adequar despesas do projeto e sua eficiência para atingir os resultados esperados.

De forma análoga à fase anterior, temos percebido diferentes graus de maturidade das instituições de ensino e PD&I com relação ao conhecimento de conceitos e ao arcabouço legal relacionado aos incentivos governamentais. Em um ou outro caso isolado, nos deparamos, por exemplo, com a seguinte situação: a unidade acadêmica que iria executar a proposta de projeto não possuía o credenciamento junto ao Comitê da Área de Tecnologia da Informação (Cati). Assim, é mais comum encontrar divergências na alocação de algumas das despesas do projeto nas rubricas definidas pela lei; entretanto esse problema vem sendo minimizado, uma vez que o MCTI tem publicado manuais de avaliação de relatórios que apresentam exemplos e contraexemplos do uso das rubricas para um conjunto vasto de tipos de despesa.

Fase 4. Elaboração de convênios: nesta fase, a Samsung tem como boa prática a utilização de um *template* (modelo de documento) padrão de Convênio junto às universidades e aos institutos de P&D em que constam principalmente objetivos, arcabouço legal da Lei de Informática, obrigações de cada uma das participantes do projeto, processos financeiros, confidencialidade das informações



e propriedade intelectual. Este *template* passa pela avaliação do NIT da universidade e por sua procuradoria legal. Em geral, a grande maioria das cláusulas não requerem maiores discussões, no entanto o ponto nevrágico recai sobre questões de propriedade intelectual (PI) e exploração dos resultados. Nesse ponto específico, o Grupo de Propriedade Intelectual da Samsung, com suporte do seu departamento legal, promove, de forma aberta, a discussão sobre as cláusulas de PI com a universidade. Um ponto-chave para o sucesso da negociação tem sido primeiramente estar de acordo com o potencial de geração de inovação que pode ter o projeto e, em seguida, ter o conhecimento dos limites que permitam viabilizar a execução do projeto sem ir contra uma norma ou regra que esteja previamente definida pelas instituições. Podemos mencionar, como exemplo desse tipo de negociação, a necessidade de que a propriedade intelectual seja compartilhada entre as partes. Nesse caso, a negociação deve focar na razão entre o valor da contribuição técnica da universidade e o aporte financeiro que a empresa faz no projeto.

Uma vez de acordo com os termos do convênio, o próximo passo é iniciar o processo de trâmite para a assinatura do mesmo e seu respectivo plano de trabalho. O tempo desse trâmite varia de instituição para instituição, contudo é possível traçar um tempo médio para esse processo em função do amplo número de convênios que a Samsung já firmou com parceiros tecnológicos:

- Universidades públicas: levam em média de 6 a 12 meses no processo de assinatura do primeiro convênio em parceria com a empresa. Já a partir do segundo convênio com a mesma instituição, este tempo cai para cerca de três meses, visto que os *templates* de convênio, o plano de trabalho e as questões sobre propriedade intelectual já estão validados pelos respectivos departamentos jurídicos.
- Universidades privadas: a assinatura da documentação para execução do projeto leva até dois meses.
- Institutos privados de P&D: contratos são assinados em até um mês.

Fase 5. Execução do projeto e transferência de tecnologia: a interação entre o time da empresa e da universidade é intensa ao longo de toda a execução do projeto em duas frentes: tecnicamente por meio das reuniões constantes entre os pesquisadores da universidade e a liderança técnica da empresa; e administrativamente entre a Fundação de Apoio Administrativo da Universidade e o grupo de Gestão de Fundos da Samsung.

Na primeira frente, a Samsung pratica dois tipos de abordagens com relação ao acompanhamento das atividades de pesquisa e que impactam diretamente na internalização da tecnologia, são estas:

Execução da pesquisa conforme definida no plano de trabalho em que a empresa faz a validação das entregas técnicas da universidade de forma interna. Nesse modelo, caso exista algum desvio técnico,

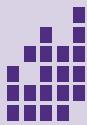
este é apontado pela empresa para posterior correção da universidade. No final do projeto, todos os resultados são entregues à Samsung e esta faz a alocação de um time para processar a tecnologia, baseando-se principalmente na documentação recebida.

- O segundo modelo de execução de projeto é realizar atividades conjuntas e interativas entre o time de pesquisa da universidade e os engenheiros e pesquisadores da empresa desde o início do projeto. Nesse caso, como o objetivo e os resultados planejados são um só, as equipes trabalham de forma sinérgica e complementar, criando um círculo virtuoso entre o conhecimento acadêmico que visa à solução do problema aliado à experiência e entendimento da tecnologia que será embarcada no produto da empresa. A gestão desse tipo de projeto é um pouco mais complexa, porém o ganho na qualidade e no tempo de integração do resultado no produto é significativamente reduzido.

Uma boa prática nesse tipo de interação é a presença ativa de um gestor de projeto do lado da universidade que sirva de interface entre o professor coordenador do projeto e a gestão técnico-administrativa da empresa. Esse ator tem se mostrado muito útil, visto que permite que o professor e seus pesquisadores consigam dar foco naquilo que é mais importante, a busca de soluções no estado da arte para os desafios planteados no projeto, liberando o professor de atividades de aquisição de matérias e equipamentos, reportes e relatórios solicitados pela empresa, entre outros.

Outra iniciativa que a Samsung vem seguindo em busca de criar um ambiente que fomente a interação entre universidade e empresa é a implantação de Laboratórios de Colaboração Conjunta – Joint Labs. Esses laboratórios são ambientes dentro da universidade onde os alunos e professores que participam dos projetos podem usar para a execução de suas atividades de P&D. Os Joint Labs são também frequentados por engenheiros e pesquisadores da Samsung e, com isso, se promove a interação mais próxima entre os envolvidos no projeto.

Ademais, na segunda frente ligada à execução do projeto, temos as atividades relacionadas à parte administrativa. A interação da empresa, nesse caso, ocorre principalmente com a Fundação de Apoio Administrativo da universidade. Esta é quem faz o envio mensal da prestação de contas ocorridas no projeto durante esse período. Nesse processo, utiliza-se um *template* de planilha financeira que mantém um histórico detalhado de todos os custos do projeto e suas respectivas justificativas de elegibilidade, pertinência e adequação. Um ponto importante que deve ser mencionado nessa etapa é a necessidade de ser flexível com relação ao tempo e valor dos aportes a serem feitos ao longo do projeto.



Projetos com universidades possuem um viés muito forte em pesquisar assuntos no estado da arte, que inherentemente possuem riscos durante sua execução, o que, por sua vez, significa alta probabilidade de sofrerem alterações no seu planejamento inicial. Embora no convênio exista um plano inicial de execução de atividades e de desembolso financeiro, tanto a Fundação de Apoio quanto a Gestão de Fundos da empresa precisam trabalhar em conjunto para tratar, de forma assertiva, o replanejamento dos custos do projeto, garantindo o bom fluxo de caixa em função de mudanças de direcionamento de que a pesquisa necessite.

4.2.1 Ecossistema de inovação aberta da Samsung

Ultrapassando os muros da universidade e instituições de P&D, a Samsung fomenta o ecossistema de inovação por meio de duas iniciativas: a primeira ligada a atividades de formação de capital humano pelos centros de capacitação instalados em universidades; e a segunda que se serve de um programa de apoio a pequenas empresas de base tecnológica com suporte ao empreendedorismo.

Conforme apresentado na Figura 2, os centros de capacitação são denominados de *Ocean Centers* e possuem vínculo muito próximo ao meio acadêmico, oferecendo treinamentos e aulas complementares à grade curricular, inspirando e direcionando seus participantes para o empreendedorismo. Nessa mesma linha e num passo mais adiante no contexto do empreendedorismo, a expectativa da Samsung é que aqueles alunos que saíram altamente capacitados tecnicamente das universidades, que complementaram seu conhecimento acadêmico e que foram inspirados a empreender, tenham a oportunidade de iniciar o desenvolvimento do seu primeiro mínimo produto viável por meio do Programa de Economia Criativa.

A terceira iniciativa, que objetiva dar escala ao produto ou serviço desenvolvido pelo Programa de Economia Criativa, é o uso de fundos de investimentos. A Samsung ainda não implementou essa iniciativa no Brasil, embora já tenha resultados tangíveis desse conceito na Coreia do Sul e nos Estados Unidos.



Figura 2 - Ecossistema de inovação aberta da Samsung no Brasil

Fonte: Samsung. Elaboração própria.

4.3. Capacitação: criação dos *Ocean Centers*

Os centros de capacitação *Ocean Centers* possuem duas unidades atualmente em funcionamento, criadas em 2014. Uma das unidades encontra-se na cidade de São Paulo, na Universidade São Paulo (USP), e a outra na cidade de Manaus, na Universidade do Estado do Amazonas (UEA). Os *Ocean Centers* oferecem capacitação tecnológica e fomento ao ecossistema de inovação por meio de treinamentos, oficinas e palestras 100% gratuitas. O público-alvo dessa iniciativa são estudantes universitários, desenvolvedores de software, designers, profissionais liberais e empreendedores. Os três pilares que lhes dão sustento são:

- Capacitação: fornecendo cursos abertos que promovem o uso de tecnologias da Samsung, dando suporte ao empreendedorismo, explorando técnicas de design e inteligência artificial.
- Desenvolvimento: oferecendo programas intensivos de desenvolvimento de aplicativos, jogos, serviços para plataformas de telefones celulares, dispositivos vestíveis, tablets, smart TVs e dispositivos de IoT.
- Parcerias: promovendo eventos e palestras em universidades, empresas, startups, comunidades e para o governo.



Ao longo dos últimos cinco anos, a integração entre os *Ocean Centers* e as universidades nas quais eles estão inseridos tem sido tão intensa que atualmente alguns dos cursos oferecidos por essa iniciativa recebem certificados emitidos pela UEA e a Politécnica da USP.

4.4. Fomento ao empreendedorismo: Programa de Economia Criativa

Existe hoje a compreensão de que as *startups* possuem papel fundamental no ecossistema de inovação, ao levarem para o mercado, de forma rápida e eficiente, a tangibilização de novas tecnologias ou novos modelos de negócio. Nesse contexto, empresas do setor produtivo vêm adicionando as *startups* como atores relevantes em sua estratégia de inovação aberta.

Como forma de aproximação da Samsung com as *startups*, o Programa de Economia Criativa – *Creative Startups* foi criado em 2015, resultado de uma parceria entre a Samsung, a Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos Inovadores (Anprotec) e o Centro Coreano de Economia Criativa e Inovação (CCEI) e com o apoio de ministérios do Brasil e da Coreia do Sul, mostrando seu grande potencial de impacto nacional. O programa tem como objetivo identificar, selecionar e oferecer suporte a empreendimentos inovadores em áreas tecnológicas de interesse da Samsung.

A fim de atingir tais objetivos, a empresa contou com o uso de recursos via Lei de Informática (BRASIL, 1991a; 1991b) para investimento em *startups*, conferindo à empresa o pioneirismo nessa iniciativa. Como forma de delineamento do programa, anualmente são realizadas chamadas públicas para a seleção de *startups* de todas as regiões do Brasil.

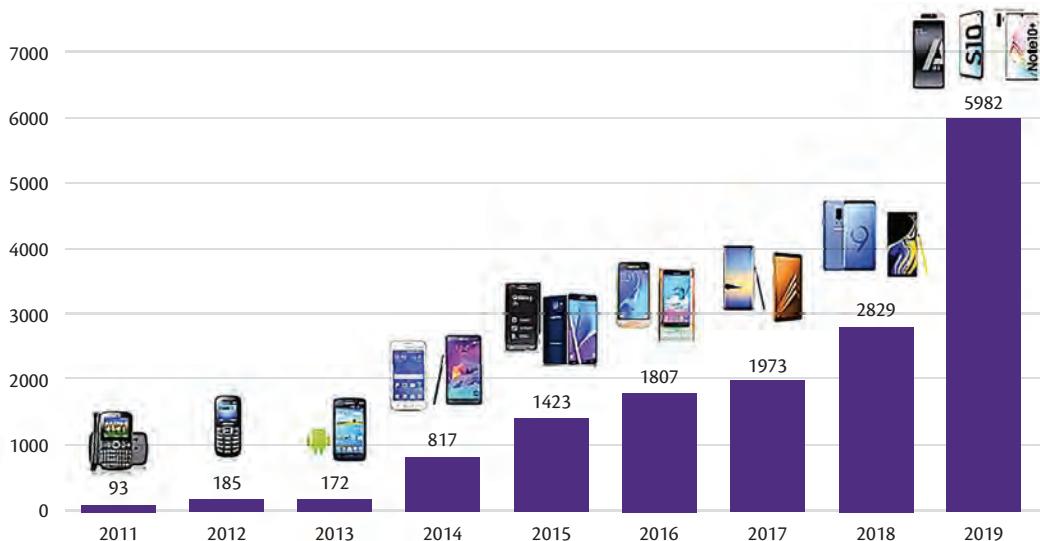
Este programa foi estabelecido para fomentar a inovação e a atividade empreendedora pela realização de investimentos diretos para criação e desenvolvimento de empresas de base tecnológica. A metodologia oferece aos empreendedores um conjunto de recursos, tais como: treinamentos, mentorias, metodologia de *design thinking*, acesso à tecnologia e equipamentos, e suporte financeiro.

4.5. Resultados

A seguir apresentamos os resultados relevantes decorrentes dos investimentos em P&D realizados pela Samsung com os recursos incentivados da Lei de Informática.

4.5.1 Atividades de desenvolvimento

Conforme mencionado na seção que trata da estruturação do P&D da Samsung, além das atividades de pesquisa básica e aplicada, o SRBR possui uma equipe que desenvolve novas funcionalidades, características e atualizações de *software* para dispositivos móveis. O Gráfico 1 apresenta a evolução da quantidade de número de projetos de *software* que a Samsung desenvolveu internamente nos últimos anos.



- Mais de 14.000 versões de *software* lançadas.
- Mais de 180 novos modelos lanchados no mercado da América Latina.
- Mais de 50 milhões de unidades de dispositivos móveis vendidos na América Latina por ano, que utilizam o *software* desenvolvido pelo SRBR.

Gráfico 1 - Número de projetos de SW desenvolvidos pelo SRBR por ano

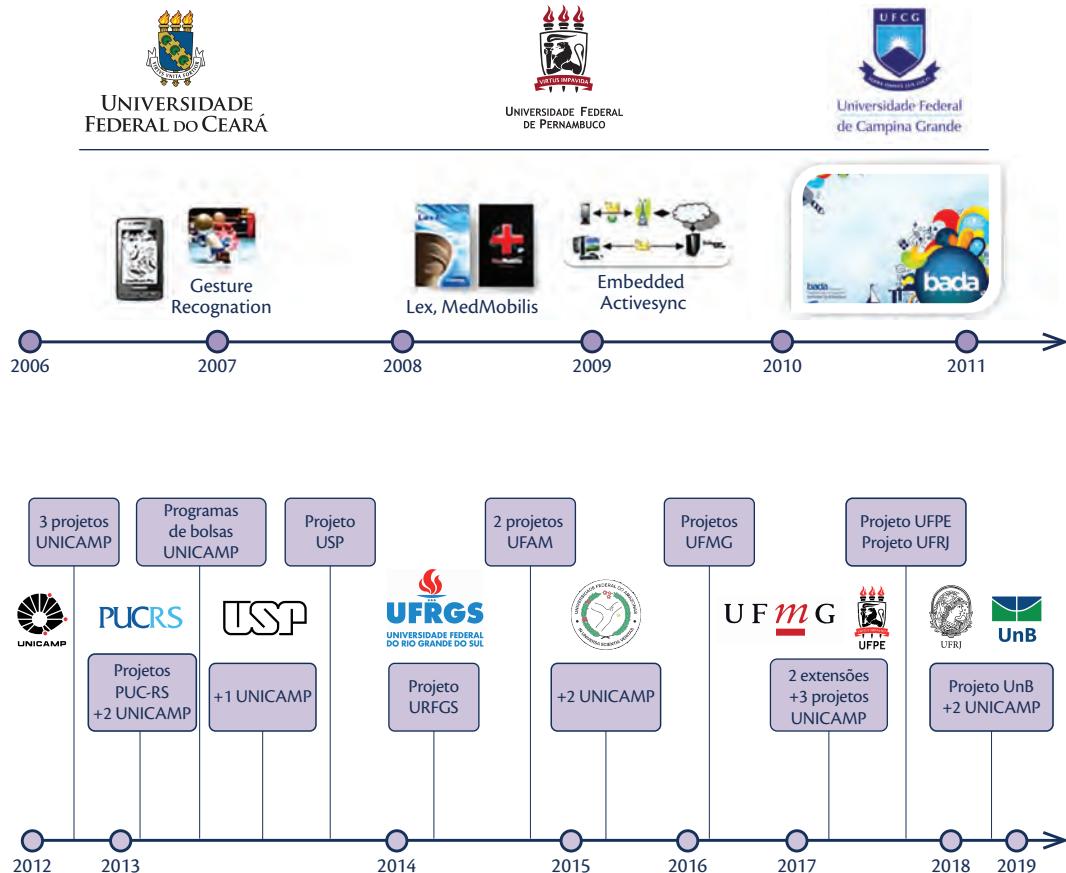
Fonte: Samsung. Elaboração própria.

4.5.2 Universidades

O início das atividades de pesquisa conjunta entre a Samsung e as universidades ocorreu com parcerias na região Nordeste do país. A partir de 2012, passou-se a ampliar esse ecossistema para universidades do Sudeste e do Sul e, finalmente, do Centro-Oeste. As atuais linhas de pesquisa concentram-se nas áreas de inteligência artificial, segurança em sistema embarcados, multimídia, Internet das Coisas e



realidade virtual e aumentada, que se encontram alinhadas à estratégia tecnológica de P&D global da empresa A Figura 3 mostra a linha do tempo da evolução dessas parcerias.



- Mais de 37 projetos de pesquisa executados.
- 5 projetos de pesquisa atualmente em andamento.
- Mais de 270 professores e alunos envolvidos.
- 2 programas de bolsa de estudos implementados para alunos de universidades.
- 1 laboratório de pesquisa conjunto .

Figura 3 - Linha do tempo de parcerias em projetos de pesquisa com universidades

Fonte: Samsung. Elaboração própria.

4.5.3 Propriedade intelectual

Resultado das atividades exercidas por engenheiros e pesquisadores da Samsung no Brasil em parcerias com universidades e institutos de pesquisa, foram depositadas até o momento 146 propostas de patentes. Destas, 96 foram depositadas no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (Inpi) no Brasil e as outras 50 no United States Patent and Trademark Office (USPTO) nos Estados Unidos. O Gráfico 2 apresenta esses depósitos distribuídos anualmente.

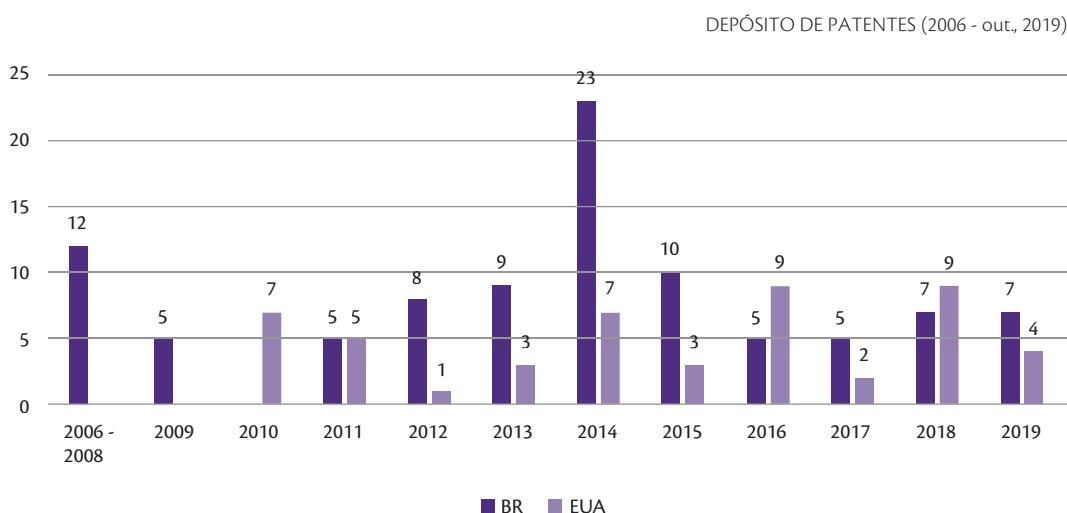


Gráfico 2 - Número de patentes depositadas no Brasil e nos Estados Unidos

Fonte: Samsung. Elaboração própria.

Ainda, desse portfólio de patentes, 25 já foram concedidas pelo USPTO e duas pelo Inpi.

Com relação a publicações científicas, a Samsung, isoladamente ou em parceria com universidades e instituições de P&D, possui ao todo 322 publicações, e sua grande maioria (262) faz parte de anais de congressos e revistas internacionais, e as outras 60 publicações são nacionais. O Gráfico 3 apresenta a distribuição dessas publicações ano a ano.



PUBLICAÇÕES (2006 - out, 2019)

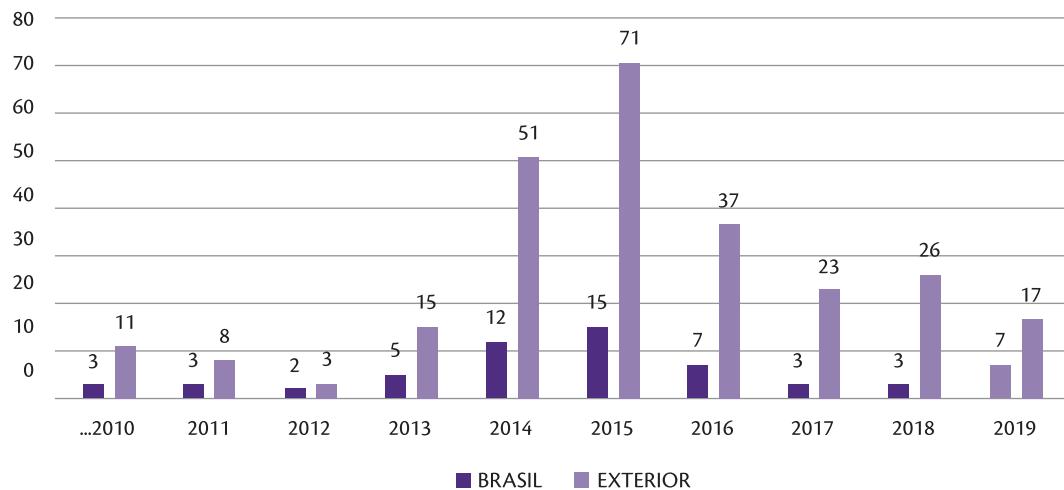


Gráfico 3 - Distribuição de publicações anualmente

Fonte: Samsung. Elaboração própria.

A Figura 4 apresenta a distribuição geográfica das 1.061 propostas apresentadas desde o início do Programa de Economia Criativa. Os temas de projeto das startups circundam as áreas de saúde digital, agronegócios, realidade aumentada, segurança e Internet das Coisas.

Ocean Center:

- 3.167 sessões de treinamento realizadas em cinco anos.
- Mais de 68.200 participantes nas sessões.
- 94% dos participantes consideraram o conteúdo apresentado como relevante.
- 91% dos participantes consideraram que os treinamentos atenderam ou excederam suas expectativas.

Creative Startups:

- 45 startups aceleradas em todas as regiões do Brasil.
- + R\$ 8 milhões investidos nas startups aceleradas.
- 27 incubadoras foram envolvidas em todo o Brasil para dar suporte ao programa.
- 1.061 propostas submetidas como resposta às quatro chamadas públicas lançadas desde 2015.

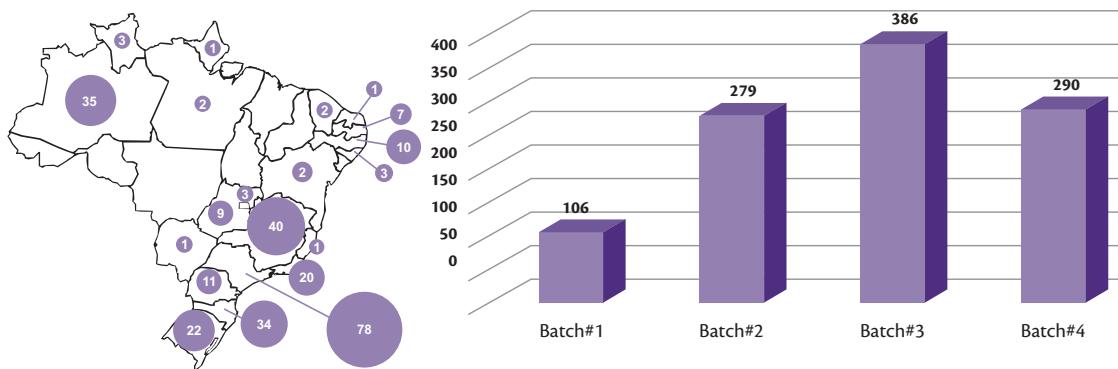


Figura 4 - Distribuição das propostas de projetos de startups no Brasil

Fonte: Samsung. Elaboração própria.

4.6. Conclusão

A geração de inovação frutifica ao máximo em um ambiente de inovação aberta, em que diversos atores, agrupados em um ecossistema de inovação, colaborem dentro de suas competências e especializações para a obtenção de resultados significativos.

A implementação de um ecossistema de inovação com tais características é uma tarefa complexa, que requer o desenvolvimento de sofisticados processos de gestão que permitam, para cada projeto



ou pesquisa, identificar os parceiros adequados, estabelecer as atividades e metas de cada um, lidar com as questões jurídicas e de propriedade intelectual e efetuar a gestão financeira de contratos e convênios.

Beneficiada pela Lei de Informática desde 2004, a Samsung Eletrônica da Amazônia desenvolveu importante ecossistema de inovação, coordenado por seu centro de PD&I, o SRBR – Samsung R&D Institute Brazil, e formado por relevantes universidades, Centros de PD&I e centros de capacitação, que executam, de forma integrada, projetos de desenvolvimento, projetos de pesquisa em áreas da fronteira do conhecimento, programas de capacitação e programas de fomento à inovação e ao empreendedorismo.

Cabe notar que, além da criação do SRBR, a Samsung foi responsável pela criação de dois importantes Centros de PD&I, o Sidi e o Sidia, bem como de dois centros de capacitação – os *Ocean Centers* – instalados em universidades públicas.

Conjuntamente, o ecossistema criado pela Samsung no país engloba atualmente mais de 2.000 engenheiros e pesquisadores, tendo gerado relevantes resultados, tais como o desenvolvimento do software de todos os modelos de dispositivos móveis comercializados pela empresa no Brasil e países da América Latina, a geração de 146 patentes, das quais 50 depositadas no USPTO, a publicação de 322 artigos, sendo mais de 80% em periódicos e anais do exterior, a realização de mais de 3 mil sessões de capacitação para estudantes e desenvolvedores com mais de 68 mil participações e o investimento de mais de 8 milhões de reais em empresas nascentes de base tecnológica.

Tais realizações não teriam sido possíveis sem os investimentos em PD&I viabilizados pela Lei de Informática, razão pela qual a Samsung reitera sua visão no sentido de ser tal política pública essencial para o desenvolvimento tecnológico do país na área de TICs.

4.7. Referências

BONACCORSI, A.; PICCALUGA, A. A theoretical framework for the evaluation of university-industry relationships. **R&D Management**, v. 24, n. 3, p. 229-247, 1994. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.1994.tb00876.x>.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.387, de 30 de dezembro de 1991**. Dá nova redação ao § 1º do art. 3º aos arts. 7º e 9º do Decreto-Lei nº 288. 1991a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>

[ccivil_03/leis/l8387.htm#:~:text=LEI%20N%C2%B0%208.387%2C%20DE%2030%20DE%20DEZEMBRO%20DE%201991&text=D%C3%A1%20nova%20reda%C3%A7%C3%A3o%20ao%20%C2%A7,1953%C2%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A1ncias.](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8387.htm#:~:text=LEI%20N%C2%B0%208.387%2C%20DE%2030%20DE%20DEZEMBRO%20DE%201991&text=D%C3%A1%20nova%20reda%C3%A7%C3%A3o%20ao%20%C2%A7,1953%C2%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A1ncias.)

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991.** Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação, e dá outras providências. 1991b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8248.htm.

CANTWELL, J.A.; MUDAMBI, R. MNE competence-creating subsidiary mandates. **Strategic Management Journal**, v. 26, n. 12, p. 1109-1128, Dec. 2005. Disponível em: <http://www.venuereading.com/web/FILES/business/imdp285.pdf>.

GEISLER, E. Explaining the generation and performance of intersector technology cooperation: a survey of the literature. **Technology Analysis & Strategic Management**, v. 13, n. 2, p. 195-206, 2001. DOI: 10.1080/09537320125169.

LEITE, M.V.; LENHARI, C.L.; LIZÁRRAGA, M.G. Ranking of the best Brazilian universities and researchers in information and communication technology: a methodology for a R&D Lab of a multinational company in Brazilian consumer electronics' industry. In: PICMET '14 Conference, Kanazawa, Japan. 2014. **Proceedings...** Kanazawa, Japan, p. 2636 – 2645, July, 2014.

LENHARI, C.L.; LEITE, M.V.; LIZÁRRAGA, M.G. Approach for evaluation and prioritization of a technological idea portfolio supporting the management of an R&D Lab of multinational corporation ibn the Brazilian consumer electronics' industry. In: PICMET '14 Conference, Kanazawa, Japan. 2014. **Proceedings...** Kanazawa, Japan, p. 2626 – 2635, July, 2014.

PERKMANNN, M.; SALTER, A. How to create productive partnerships with universities. **MIT Sloan Management Review**, v. 53, n. 4, Sum. 2012, p. 69-82.

SEGATTO-MENDES, A.P.; SBRAGIA, R. O processo de cooperação Universidade – Empresa em universidades brasileiras. **Revista de Administração da USP (RAUSP)**, v. 37, n. 4, p. 58-71, out./dez. 2002. Disponível em: <http://rausp.usp.br/wp-content/uploads/files/V3704058.pdf>.



A background image showing a computer monitor displaying a software interface for molecular modeling. The interface features a grid of hexagonal molecules, some with internal structures like rings or lines, connected by thin lines. A cursor arrow is visible on the screen, pointing towards the bottom right.

Capítulo 5 | Legado e evolução na parceria indústria e academia na UFC: Lei de Informática no fomento à inovação e ao empreendedorismo



5. Legado e evolução na parceria indústria e academia na UFC: Lei de Informática no fomento à inovação e ao empreendedorismo

Rossana M. C. Andrade⁷

Maria Liliane M. Gomes⁸

Rute N. S. Castro⁹

Maria Jackeline S. Sampaio¹⁰

Javam C. Machado¹¹

Francisco Rodrigo P. Cavalcanti¹²

Jarbas A. N. Silveira¹³

5.1. Introdução

Entre os vários papéis da universidade está o de produzir o conhecimento responsável pelo desenvolvimento da ciência e da tecnologia. No caso das universidades públicas, como a Universidade Federal do Ceará (UFC), tanto o corpo docente é excepcionalmente bem conceituado e com muitas habilidades, quanto os cursos de mestrado, doutorado e especializações possuem qualidade comprovada particularmente com os egressos desses cursos, espalhados por empresas e outras instituições de ensino e pesquisa do país.

Já a indústria de ponta, outro importante agente da sociedade, que possui o papel de gerar riquezas, necessita do conhecimento produzido nas universidades para atingir seus objetivos, de curto e longo prazo, especialmente para alcançar inovação.

⁷ Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas (GREat)/Departamento de Computação (DC) da Universidade Federal do Ceará (UFC).

⁸ GREat/DC/UFC.

⁹ GREat/DC/UFC.

¹⁰ GREat/DC/UFC.

¹¹ Laboratório de Sistemas e Bancos de Dados/DC/UFC.

¹² Grupo de Pesquisa em Telecomunicações Sem Fio (GTEL)/DC/UFC.

¹³ Laboratório de Engenharia de Sistemas de Computação (LESC)/DC/UFC.

Sendo assim, com a inovação e a globalização exercendo papel fundamental na economia nos últimos anos, a indústria encontrou na universidade o conhecimento necessário para a evolução de seus negócios. Por sua vez, a universidade viu na indústria uma excelente oportunidade para aplicar as tecnologia e pesquisas avançadas desenvolvidas por seus professores e alunos.

É necessário então fomentar as parcerias academia-indústria e criar condições para que esse relacionamento seja um sucesso. Nessa parceria, cada uma das partes traz diferentes experiências, objetivos e metas que podem se complementar se o relacionamento for bem conduzido, transformando os desafios em algo inovador e promissor.

Além da interação entre academia e indústria, temos, dentro do ecossistema de inovação, outros atores sociais: o governo, na abordagem de ecossistema de inovação de hélice tríplice desenvolvida por Etzkowitz e Leydesdorff, e a sociedade, adicionada pelo modelo chamado de quadrúplice hélice (CARAYANNIS; CAMPBELL, 2009).

Portanto, cientes da importância dessas parcerias (governo, indústria, academia e sociedade) e de fomentar a inovação e o empreendedorismo, o governo brasileiro, nas últimas décadas, decidiu investir em políticas de incentivo à união universidade-indústria, como, por exemplo, o Programa de Estímulo à Interação Universidade-Empresa para Apoio à Inovação (BRASIL, 2000), denominado Fundo Verde-Amarelo, o Plano de Ação em Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional (Pacti)¹⁴, a Lei do Bem (BRASIL, 2005), que beneficia com incentivos fiscais empresas que declararem investimento em pesquisa e inovação, editais de agências de fomento, como a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e as Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa, e a Lei de Informática (LI) (BRASIL, 1991). Todos esses incentivos do governo para a aproximação entre a academia e a indústria têm sido fundamentais para o avanço e sucesso das parcerias academia-indústria e, indiretamente, do retorno dessas parcerias para a sociedade e governo.

Mais especificamente, a Lei de Informática contribuiu para maior aproximação entre a indústria de tecnologia de informação e comunicação (TIC) e as universidades brasileiras, especialmente as localizadas nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste. A lei concede redução de Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para as empresas que invistam um percentual de seu faturamento em pesquisa e desenvolvimento (P&D), o que permitiu o fortalecimento das instituições beneficiadas e o crescimento quantitativo e qualitativo de vários grupos de pesquisa na última década, entre eles

¹⁴ Plano do Ministério de Ciência e Tecnologia implantado entre 2007 e 2010.



podemos citar: i) Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas (GREat) (UFC GREat, 2020) e Laboratório de Sistemas e Banco de Dados (LSBD) (UFC LSBD), vinculados ao Departamento de Computação da UFC; ii) Grupo de Pesquisa em Telecomunicações sem Fio (GTEL) (UFC GTEL, 2020) e Laboratório de Engenharia de Sistemas de Computação (LESC) (UFC LESC, 2013), vinculados ao Departamento de Teleinformática da UFC; e iii) Laboratório de Telecomunicações e Ciência e Engenharia de Materiais (Locem) (UFC LOCEM, 2020), vinculado ao Departamento de Física da UFC.

Nesse contexto, este artigo apresenta um relato da experiência vivida pela UFC durante os últimos 15 anos em relação à parceria com a indústria de *software* usando os incentivos de Lei de Informática. O foco principal é mostrar o legado para a UFC e a evolução dessa parceria indústria-academia, bem como os desafios enfrentados e superados para que essa parceria se tornasse vitoriosa. Assim, esperamos contribuir para mostrar os benefícios dos incentivos do governo por meio da Lei de Informática para fomentar que indústria e academia trabalhem juntas. Além disso, esperamos que este relato possa ajudar novas parcerias a se tornarem mais eficazes e duradouras.

5.2. A UFC e os grupos de pesquisa envolvidos na Lei de Informática

A Universidade Federal do Ceará (UFC), uma das maiores e melhores universidades do Brasil, foi criada pelo governo brasileiro em 1955, sob responsabilidade do Ministério da Educação (MEC). Atualmente, a UFC tem seis unidades credenciadas no Comitê da Área de Tecnologia da Informação (CatI) para o uso da Lei de Informática: o Departamento de Computação, o Departamento de Engenharia Elétrica, o Departamento de Física, o Departamento de Engenharia de Teleinformática, o Instituto Universidade Virtual e o Campus de Quixadá.

O Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas (GREat) (UFC GREat, 2020) é um grupo de pesquisa relevante para o desenvolvimento da inovação na universidade cearense, composto por professores, pesquisadores colaboradores e estudantes de graduação e pós-graduação dessa universidade citada e de outras instituições de ensino superior (IESs). Fundado em 2002 pela professora Rossana Andrade, o GREat, atualmente, possui professores do Departamento de Computação da UFC e de outras unidades dessa universidade, como o Departamento de Engenharia de Teleinformática (Deti), o campus avançado da UFC em Quixadá, e o Instituto UFC Virtual.

Nos projetos PD&I desenvolvidos em parceria com a indústria e a acadêmica há 15 anos, o time do GREat trabalha com projetos de diferentes magnitudes e domínios em Ciência da Computação e Telecomunicações. Encorajados pelos desafios envolvidos, o grupo atua, de forma proativa, em pesquisas realizadas em projetos, a fim de apoiar a resolução de problemas técnico-científicos. Durante esses anos de parceria academia-indústria, o GREat conseguiu aportar para a universidade muitas parcerias com a indústria por meio da Lei de Informática e tem como legado mais visível dois laboratórios de pesquisa com uma infraestrutura composta por ambientes modernos e inovadores dentro da universidade.

A missão do GREat é formar pesquisadores qualificados para atuarem tanto no meio acadêmico quanto no mercado de trabalho nas áreas de redes de computadores, engenharia de *software*, sistemas distribuídos, sistemas multimídia e sistemas de mídia digital. Para tanto, o GREat atua em duas vertentes principais: a formação de mestres e doutores e a pesquisa e desenvolvimento de soluções tecnológicas. A primeira acontece à medida que os professores do GREat fazem parte de programas de pós-graduação da UFC, como o Mestrado e Doutorado em Ciência da Computação e o Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Teleinformática. A segunda é estimulada mediante projetos de PD&I financiados por órgãos de fomento nacionais e estaduais, por institutos de pesquisa, pela Lei de Informática ou pela própria empresa interessada. Atualmente, os projetos do GREat são, na sua maioria, financiados pela Lei de Informática ou por órgãos de fomento, como o CNPq e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap). Quando esses projetos são feitos utilizando a Lei de Informática, uma Fundação de Apoio é utilizada como interveniente nos termos de cooperação com a indústria.

O Laboratório de Sistemas e Banco de Dados (UFC LSBD) é um Laboratório de P&D associado ao Departamento de Computação da UFC. Atualmente, o laboratório conta com cinco pesquisadores permanentes e, pelo menos, 40 outros profissionais, incluindo estudantes de graduação e pós-graduação em Computação, todos diretamente envolvidos em projetos de P&D, realizados em parceria com instituições públicas de pesquisa e organizações privadas. Concentram-se em produzir ciência com um grande resultado na formação de recursos humanos de elevada capacidade acadêmica, bem como qualidade na produção científica, mas também tentam aplicar essa competência científica na resolução de problemas relevantes dos parceiros industriais. Combinam a gestão com o foco no resultado com a capacidade técnica para produzir soluções em Computação. O trabalho do LSBD tem produzido, nos últimos 10 anos, teses de doutorado, dissertações de mestrado, artigos científicos e protótipos industriais num ambiente de trabalho criativo e agradável.



O Grupo de Pesquisa de Telecomunicações sem Fio (UFC GTEL, 2020) foi criado no ano 2000 com a missão de desenvolver tecnologia em comunicação sem fio, pela pesquisa acadêmica e aplicada, realizada por professores, alunos de graduação e de pós-graduação da UFC. Os trabalhos desenvolvidos visam sempre, por meio de modelos matemáticos, otimizar o uso da telefonia móvel para, em última análise, baratear custos e tornar o serviço mais confiável e seguro para os usuários, além de integrar as tecnologias atuais, viabilizando sua intercomunicação. São reproduzidas e estudadas pelos pesquisadores todas as dificuldades técnicas encontradas no dia a dia, como o intenso tráfego de sinais de rádio das grandes cidades e as limitações atuais das tecnologias de rede. A partir daí, são propostas novas soluções. O GTEL é reconhecido oficialmente pela UFC e registrado na base de grupos de pesquisa do CNPq. Sua atuação em pesquisa se dá em consonância com o Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Teleinformática, o que gera um reforço técnico e material para a produção científica e tecnológica de discentes e docentes atuantes em pós-graduação. Além de ser um laboratório de pesquisa, o GTEL é também um centro executor de projetos de pesquisa e desenvolvimento em parceria com empresas públicas e privadas e instituições de fomento.

O Laboratório de Engenharia de Sistemas de Computação (UFC LESC, 2013) é um dos laboratórios integrados ao Departamento de Engenharia de Teleinformática (Deti) da UFC e tem como missão ser um laboratório de desenvolvimento e pesquisa de ponta, dando a sustentação ao programa de graduação e pós-graduação do Deti (mestrado e doutorado). O LESC tem uma equipe de professores, de engenheiros de desenvolvimento, de técnicos e de estudantes de graduação e pós-graduação. A composição da equipe, composta por acadêmicos e engenheiros *full-time*, reflete o fato de que as atividades do laboratório incluem não somente a pesquisa acadêmica, mas também um lugar onde a alta tecnologia é desenvolvida. De fato, a pesquisa contribuiu sempre ao padrão elevado das atividades de desenvolvimento realizadas no laboratório, no sentido de que deu embasamento contínuo ao projeto de sistemas. Na outra mão, os projetos de desenvolvimento validaram muitas atividades de pesquisa ocorridas no LESC. A equipe do LESC acredita que essa sinergia entre pesquisa e desenvolvimento vem a ser uma das razões do sucesso dele. Tanto quanto a pesquisa, as atividades do LESC incluem modelagem de confiabilidade, tolerância à falha, sistemas *real-time*, processamento digital (incluindo imagem e sinal), sistemas embarcados e computação móvel. Muitas atividades de desenvolvimento realizadas no laboratório beneficiam-se dos resultados das pesquisas, sendo este o ponto inicial no processo de desenvolvimento. Entretanto, em consequência do estabelecimento de muitas parcerias com a indústria, o LESC desenvolve muitos projetos de desenvolvimento.

Outro laboratório que capta projetos da Lei de Informática na UFC é o Laboratório de Telecomunicações e Ciência e Engenharia de Materiais (UFC LOCEM, 2020), vinculado ao Departamento de Física (DFis) dessa universidade, que atua na área de tecnologia de sistema de comunicação. O Locem tem como

missão desenvolver pesquisas científicas e tecnológicas em componentes eletrônicos e ópticos, formando profissionais qualificados e gerando soluções inovadoras voltadas para a tecnologia de sistemas de comunicação.

5.3. A Lei de Informática e a parceria indústria-academia

A universidade é um centro privilegiado de conhecimento e sua autonomia e função crítica não podem sofrer escoriações. Já a indústria visa à produção e à geração de lucro. A ligação entre indústria e academia já existe no Brasil há algum tempo, porém, ainda, é processada com lentidão e pouco reconhecida. Para que esse cenário mude, é necessário que essa parceria seja ampliada a um novo patamar de desenvolvimento (TARALLI, 1995). Por exemplo, a grande diferença de objetivos entre academia e empresa não deve ser vista como empecilho, mas sim como uma união de duas forças distintas que fará com que os dois lados fiquem mais fortes no mercado competitivo. É importante observar que recursos significativos resultantes da reciprocidade entre as universidades e a indústria são uma grande vantagem para o setor produtivo, em curto prazo (TARALLI, 1995).

As empresas brasileiras sabem do risco que estão expostas e lidam, todos os dias, para buscar por qualidade e eficiência em seus produtos e processos (TARALLI, 1995). Já a academia necessita, de forma contínua, captar recursos volumosos para financiar as suas pesquisas nas mais diversas áreas avançadas de pesquisa, por exemplo, de TIC, as quais podemos citar: Internet das Coisas, sistemas embarcados, sistemas ubíquos, redes veiculares (ARAUJO *et al.*, 2020; BARRETO *et al.*, 2019; VIDAL *et al.*, 2019; CARVALHO *et al.*, 2018).

Apesar de terem motivações complementares para formar parcerias, a indústria e academia têm interesses, objetivos e metas distintos. As indústrias geralmente querem um resultado imediato e a universidade quer construir uma base científica mais sólida. Por conta disso, podemos citar o fato de que as indústrias geralmente não estimulam publicações dos resultados obtidos durante o trabalho conjunto em veículos científicos. Essa falta de estímulo às publicações pode ocorrer por causa de problemas de confidencialidade e cessão de direitos à propriedade intelectual. O fato é que essa questão vai de encontro aos interesses acadêmicos, uma vez que publicação é um dos fatores de avaliação dos programas de pós-graduação e dos pesquisadores. Sendo assim, as parcerias academia-indústria devem buscar uma simbiose entre o *return of investment* (ROI), que é a meta da indústria, e os indicadores de desempenho da academia, sempre buscando o sucesso na parceria e o crescimento mútuo (ANDRADE *et al.*, 2017).



Em 2021, a Lei de Informática completará três décadas, sendo um mecanismo de política pública que demanda tratar recursos relacionados à política industrial e à inovação para bens e serviços de informática e automação (SOUZA, 2011). A Lei de Informática, ao priorizar essa indústria, abriu oportunidades de parcerias para os diversos departamentos e institutos das universidades públicas relacionados a informática, ciência da computação, engenharia da computação, telecomunicações e áreas afins, que são o foco do relato deste artigo.

5.4. Lei de Informática: benefícios mensuráveis e não mensuráveis para a UFC

É importante ressaltar aqui que uma parceria deve ser vantajosa para cada participante. Por um lado, com relação à parceria academia-indústria, além da captação de recursos para pesquisas básicas e aplicadas, as universidades também têm a oportunidade de produzir pesquisas de ponta, formar pesquisadores, professores e alunos mais capacitados, ministrar ensinos associados a projetos de alta tecnologia e aumentar sua participação no desenvolvimento nacional. As empresas, por outro lado, têm como principais vantagens a inovação tecnológica a menores custos, a aquisição de conhecimento, o acesso a laboratórios e bibliotecas da universidade, o apoio de recursos humanos altamente qualificados, entre outros.

Além disso, essas parcerias incentivam a produtividade científica e tecnológica dos integrantes, o que leva à melhoria de índices institucionais de produtividade na pós-graduação da UFC. Sob esse aspecto, em recente matéria publicada pela universidade, em 11 de setembro de 2019, com o título de “UFC se mantém entre melhores do mundo e sobe para a 13ª posição no Brasil, aponta ranking THE”:

O melhor desempenho da UFC se deu na transferência de conhecimento, no qual a Universidade alcançou a 750ª posição mundial. Essa categoria refere-se à habilidade das universidades em ajudar a indústria com inovações, invenções e consultorias, sugerindo o quanto empresários se interessam em financiar pesquisas feitas pelas instituições de ensino e o quanto essas instituições são hábeis na atração de investimentos do mercado.

Tais resultados evidenciam a relevância desses apoios para a universidade.

Vale ressaltar ainda que a UFC busca melhorar sua posição em *rankings* de universidades por meio de indicadores de produção científica, tais como número de artigos por professor e número de citações

por artigo. Em notícia postada no site da UFC – intitulada “UFC é a 19^a melhor da América Latina, diz THE; resultado fecha com vitória ciclo de 4 anos” –, datada de 19 de junho de 2019, destaca o reitor:

Na pesquisa, a UFC passou de uma pontuação de 48.5 para 80.9 entre 2018 e 2019. Esta área, que observa o volume, os resultados e a reputação dos estudos desenvolvidos pela instituição, é a segunda de maior peso, representando 34% da nota final.

Tais índices também foram mencionados em outra notícia do mesmo sítio, do dia 24 de outubro de 2019, com o título de “UFC é a sétima do Brasil em inovação, diz ranking universidades empreendedoras”. O ranking mencionado na matéria está em sua terceira edição e é realizado pela Brasil Júnior, confederação de empresas juniores brasileiras. Nesta edição mais recente, a Universidade Federal do Ceará está entre as 10 melhores IESs na dimensão de inovação do ranking universidades empreendedoras, ocupando a 7^a posição. No ranking geral, que considera todas as dimensões de avaliação, a UFC encontra-se na 15^a colocação.

Dessa forma, observamos o benefício institucional que projetos de parceria com a indústria trazem para a UFC. Esses projetos só foram possíveis pela existência da Lei de Informática, que deu visibilidade às universidades do Nordeste, caso da UFC, e mostrou a PD&I de qualidade que fazemos em todo o Brasil e a possibilidade concreta de contribuir com a indústria.

5.4.1 GREat

As parcerias do Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas (GREat) (UFC GREat, 2020) em projetos da Lei de Informática variam em tempo de duração de acordo com o tipo de financiamento acordado e, geralmente, podem ser de três meses a um ano, com possibilidade de renovação. Quando a parceria é fechada diretamente com a empresa, tem-se maior abertura para negociar tanto a duração do acordo quanto possíveis extensões de prazo e renovações.

Em geral, as empresas parceiras do GREat buscam usar o conhecimento técnico e científico dos professores e pesquisadores do grupo para ajudá-los na melhoria dos processos de desenvolvimento dos seus produtos, no desenvolvimento de soluções inovadoras que lhes deem um diferencial competitivo e em técnicas que possibilitem um ganho de produtividade. Também há um interesse grande em projetos de inovação e desenvolvimento de *software web*, jogos e aplicações móveis, utilizando os conhecimentos avançados de engenharia de *software*, uma das áreas de *expertise* do grupo.



Nos últimos 15 anos, a maior parceira do GREat tem sido com a LG Electronics (LG Electronics, 2020) com a qual temos desenvolvido vários produtos de sucesso, como ferramentas *web* para uso interno da empresa, jogos e aplicativos para os celulares LG disponíveis no mercado nacional.

Para o GREat, é importante mencionar os grandes investimentos realizados nos últimos 15 anos das parcerias, entre esses investimentos, podemos citar: a construção do bloco 942-A da UFC (localizado no *Campus* do Pici e a sua recente ampliação, totalizando agora 3.085 metros quadrados), bem como a aquisição de equipamentos para a criação de uma nuvem computacional e, com um resumo dos dados coletados de 2002 a 2018, temos outros 2.636 itens trazidos para o patrimônio da universidade, mais de 900 empregos gerados, prêmios internacionais, registros de *software* e publicação de dezenas de artigos em conferências e periódicos nacionais e internacionais com assuntos vinculados aos projetos. Ressalta-se, ainda, o aporte financeiro para investimento em computadores, *notebooks* e outros equipamentos, tombados como patrimônio da UFC.

Além dos benefícios mensuráveis economicamente, citados anteriormente, resultados da parceria do GREat com a indústria usando a Lei de Informática, essas parcerias trouxeram os seguintes benefícios institucionais para a UFC, os quais não são mensuráveis economicamente:

- Abertura de oportunidades para a comunidade estudantil, por meio da contratação de alunos, com suas atividades remuneradas dentro do projeto. Entre eles, participantes de graduação e pós-graduação dos Departamentos de Computação, Teleinformática, Sistemas e Mídias Digitais e afins. Essa abertura para a contratação de participantes de diversas unidades acadêmicas incrementa a quantidade e qualidade do corpo discente dos referidos programas de graduação e pós-graduação, além da formação de recursos humanos altamente qualificados no estado do Ceará, dentro da universidade.
- Na concessão de bolsas de pesquisa para professores, pesquisadores e alunos da universidade cearense, por meio desses projetos, além do que foi citado nas contrapartidas economicamente mensuráveis, essas bolsas incentivam a produtividade científica e tecnológica dos integrantes, apoiando a realização de suas pesquisas e possibilitando a capacitação prática em um ambiente academia-indústria, o que leva à melhoria de índices institucionais de produtividade na pós-graduação da UFC. Quanto às bolsas concedidas aos alunos de pós-graduação, elas incrementam o número de bolsas já existentes no programa e permitem que mais alunos sejam eventualmente selecionados para o programa e, como egressos, retornam ao mercado de trabalho como uma mão de obra altamente qualificada.
- Publicação de artigos em periódicos e conferências científicas que compõem índices institucionais de produtividades na pós-graduação da UFC.
- Ambiente inovador e motivador para os alunos e professores/pesquisadores com o apoio financeiro para investimento em equipamentos e outros bens permanentes e materiais de consumo

para os laboratórios do GREat e do Departamento de Computação, no *campus* do Pici, mencionados nas contrapartidas economicamente mensuráveis.

- Ampliação da qualificação profissional e experiência em pesquisa dos professores da UFC e alunos de pós-graduação da UFC envolvidos nos projetos para participar de eventos, visando à apresentação de trabalhos com os resultados do projeto e a troca de conhecimento com outros profissionais e cientistas do setor de desenvolvimento de *software*. Isso é possível pelo apoio financeiro para participação em eventos científicos e tecnológicos nacionais e internacionais, citado nas contrapartidas economicamente mensuráveis.

5.4.2 GTEL

O Grupo de Pesquisa em Telecomunicações (GTEL) (UFC GTEL, 2020) foi criado para estudar as tecnologias de telecomunicações sem fio e sua evolução, principalmente a tecnologia de comunicação móvel celular (2G/3G/4G/5G) e a tecnologia de rede local sem fio (wifi). O grupo, fundado no ano 2000, contribuiu com técnicas para evolução dos padrões 2G para 3G (2000-2004), 3G para 4G (2004-2012) e 4G para 5G (2012-2020). O GTEL nasceu de forma concomitante com uma oportunidade de parceria com a multinacional sueca de telecomunicações, Ericsson. A empresa procurou a UFC interessada em investigar e testar algumas das ideias do professor Rodrigo Cavalcanti apresentadas em sua tese de doutorado na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) em 1999. A partir dessa primeira aproximação, iniciou-se uma relação institucional que é provavelmente uma das mais longas parcerias universidade-empresa existentes no Brasil atualmente. Nesses 20 anos, a Ericsson investiu em infraestrutura física (incluindo a construção do prédio sede do GTEL no *campus* da UFC), equipamentos e bolsas de pesquisa. A cooperação entre a UFC/GTEL e a Ericsson gerou mais de 250 trabalhos científicos publicados, 2 livros, cerca de 60 teses e dissertações e 45 famílias de patentes. Para além desses números, os alunos de graduação e pós-graduação envolvidos na cooperação beneficiam-se de uma formação de engenharia de excelência, em contato direto com a tecnologia mais atual, permitindo ampliar seus horizontes para além da teoria. Isto se torna ainda mais concreto por meio dos estágios de pesquisa dos alunos da UFC nos laboratórios da Ericsson em sua sede mundial em Estocolmo. Em resumo, a cooperação entre UFC/GTEL e Ericsson pode figurar como um exemplo de sucesso de colaboração universidade-empresa em que todos saem ganhando: ganha a universidade com o cofinanciamento de suas pesquisas e infraestrutura; ganha a empresa em termos de *know-how* e propriedade intelectual; ganham os alunos com formação de excelência que une teoria e prática, posicionando-os de forma privilegiada no mercado de trabalho.

Atualmente, o GTEL é formado por cerca de 50 colaboradores, sendo 15 pesquisadores doutores (docentes e pós-doutorandos), além de estudantes de graduação e pós-graduação e pessoal de apoio técnico e administrativo. O grupo conta com infraestrutura própria em laboratório exclusivo instalado



no campus do Pici, em Fortaleza. Podemos destacar, ainda, os seguintes benefícios observados no âmbito do GTEL com base em projetos estabelecidos no contexto da Lei de Informática:

- Participação nos projetos de pesquisadores e alunos de pós-graduação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Teleinformática da UFC, com a previsão orçamentária da concessão de bolsas de doutorado e pós-doutorado, incrementando a quantidade e qualidade do corpo discente e de pesquisadores do referido programa, além da formação de recursos humanos altamente qualificados no estado do Ceará.
- Apoio orçamentário para taxas de publicação de artigos em jornais científicos e conferências técnicas, que comporão índices institucionais de produtividade na pós-graduação da UFC.
- Produção de teses de pós-graduação resultante das pesquisas desenvolvidas nos projetos, com alta relevância e impacto socioeconômico posto que advindas diretamente da interação com a indústria.
- Transferência de conhecimentos técnicos atualizados sobre telecomunicações para os docentes da UFC participantes do projeto, tema este que está inserido em uma das principais linhas de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Teleinformática da UFC. No caso particular da parceria com a Ericsson, é importante observar que se trata de empresa líder mundial em telecomunicações e que emprega centenas de PhDs dedicados exclusivamente à pesquisa. Nesse sentido, a equipe de professores e discentes da UFC também se beneficia da troca de experiências com o corpo técnico altamente qualificado da empresa, o que se traduz em aulas com conhecimentos mais atualizados aprimorando, inclusive, o corpo discente não diretamente envolvido com os projetos. Tal atuação na fronteira da tecnologia é um diferencial em qualquer curso de Engenharia moderna, seja de graduação ou de pós-graduação.
- Contribuição significativa para o processo de internacionalização da UFC na medida em que permite o intercâmbio e a inserção de docentes e discentes no contexto de projetos de ponta do setor de telecomunicações do mundo.
- Previsão de verba não comprometida diretamente com o projeto (reserva) destinada a materiais de consumo e serviços de manutenção preventiva e corretiva e outras ações para o suporte e funcionamento de laboratórios de pesquisa e de equipamentos de pesquisa já instalados na UFC.

5.4.3 LESC

O Laboratório de Engenharia de Sistemas de Computação (LESC) (UFC LESC, 2013) foi fundado em 2004, com recursos oriundos da Lei de Informática e, inicialmente, funcionou como um laboratório avançado da Solectron, uma das grandes montadoras mundiais de bens de consumo em eletrônica, que estava então instalada em Sorocaba. Desde sua fundação, teve como objetivo ser um laboratório avançado de *hardware* e *firmware*, além de trabalhar fortemente em sistemas de diagnósticos de sistemas

de computação. O LESC manteve essa abordagem até meados de 2009, quando a Solelectron foi então adquirida pela Flextronics. Nessa mesma época, o *Flextronics Institute Technology* (FIT) já funcionava em Sorocaba, que concordaria com os mesmos recursos que então eram destinados ao LESC. Assim, este último passou a executar projetos de outras empresas, deixando de ser um laboratório exclusivo da Solelectron. Concomitantemente, passou a integrar a rede Sibratec e foi agraciado com recurso de R\$ 1 milhão de reais, para então expandir e equipar o laboratório. O LESC mais que quadruplicou sua área, saindo de 250 m² para 1.200 m² de área. Após o término da expansão, por volta de 2012, já contava com 20 engenheiros, em regime da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), e atuava na área de processamento digital de imagens e sinais, além da tradicional área de *hardware* e *firmware*. Recentemente, no ano de 2020, o LESC tornou-se uma unidade da Empresa Brasileira de Pesquisa e Inovação Industrial (Embrapii) na área de Sistemas Embarcados de Alta Complexidade, representando a UFC num seletivo grupo de unidades Embrapii.

5.5. Lições aprendidas

Na relação academia-indústria, como em qualquer parceria, a diferença de perfis pode ocasionar atritos entre as partes envolvidas e incorrer em desafios relativos à velocidade para tomadas de decisões, conflitos de interesses e atitudes, dificuldade de comunicação e questões mais sensíveis ao lidar com recursos financeiros. Em Andrade *et al.* (2017) são registradas algumas lições aprendidas com a experiência da UFC nesse tipo de parceria, as quais são resumidas a seguir.

Um dos pontos críticos documentado em Andrade *et al.* (2017) é a velocidade da tomada de decisões, pois, apesar de as fundações de apoio tornarem os trâmites legais menos burocráticos e mais flexíveis, alguns procedimentos, considerados triviais pelas empresas, ainda são demorados nessas instituições. Por isso, é recomendado deixar claro para todas as partes, logo no início, os procedimentos necessários, quais limitações e prazos existentes para cada uma das atividades que envolvem o projeto/parceria que está sendo iniciada em cada uma das partes. Uma vez que isso seja estabelecido e aceito, ocorre mais transparência a respeito das ações necessárias e fica mais claro todo o planejamento de cronograma e orçamento que deve ser feito para garantir que as demandas das partes sejam atendidas e o projeto seja iniciado no tempo necessário e concluído com sucesso.

Outro ponto mencionado em Andrade *et al.* (2017) diz respeito às diferenças de interesses e atitudes entre os envolvidos na parceria. Embora indústria e academia tenham o sucesso do projeto como objetivo em comum, cada um deles tem uma expectativa diferente em relação a vários pontos cruciais



para o bom andamento do projeto. Por exemplo, em relação à confidencialidade do projeto e às cláusulas relacionadas nos termos a serem assinados, elas podem ocasionar tanto a impossibilidade de publicação de um resultado de pesquisa quanto a dificuldade em registrar um *software* relativo às ferramentas desenvolvidas durante o projeto. A fim de gerenciar demandas desse tipo, é possível haver já um acordo formal para artigos e apresentações serem enviados previamente à empresa de modo a serem aprovados e autorizados antes da divulgação, além de estabelecer uma prévia negociação com a indústria, deixando claro quais são as medidas de produtividade que contam para as universidades. Para o registro de *software*, os projetos que desenvolvem ferramentas sob termos de confidencialidade e resultam em produtos passíveis de registro de *software* podem ser registrados junto ao Inpi (INPI, 2020) e negociadas, em paralelo, entre as partes as porcentagens de divisão de propriedade intelectual ou um contrato de cessão de direitos. Neste contrato, podem ficar como autores todos os envolvidos na construção do *software*, mantendo assim a propriedade intelectual do *software* para ambas as partes, mas cedendo para a indústria parceira o direito de exploração comercial sobre o produto.

Além dos desafios mencionados anteriormente, existe, ainda, uma problemática com a fragilidade na comunicação entre os parceiros, que pode decorrer de diversos fatores, como a mudança de diretoria ou *stakeholder* em posição estratégica dentro da empresa, ausência ou atraso na resposta da empresa ou da academia em relação ao que estava sendo desenvolvido, mudança no plano de trabalho para atender às expectativas de alguma das partes envolvidas e até falta de entendimento sobre determinado perfil profissional dentro da universidade, como os pesquisadores. De maneira geral, para melhorar a comunicação e amenizar a perda das informações históricas da parceria e mudanças estratégicas na condução do projeto, são incentivadas reuniões periódicas entre as lideranças e entre as equipes para sincronizar as atividades e o progresso no desenvolvimento do projeto e na documentação do mesmo, bem como uma concordância entre as partes interessadas para o fechamento do escopo em um prazo factível.

Além da falsa expectativa de que a indústria pode ter de que um projeto com a universidade possui custos gerais muito abaixo do mercado, decorrente do fato de não visar lucro nos projetos ou de possuir uma equipe formada por alunos de graduação, mestrado e doutorado, a mudança de requisitos durante o projeto, por parte da indústria parceira, também pode acarretar problemas nessa parceria indústria-academia no tocante aos recursos financeiros. Como lição aprendida em Andrade *et al.* (2017), existe a menção sobre o uso de técnicas de levantamento de requisitos para ajudar no entendimento do domínio da aplicação a ser desenvolvida (BARBOSA *et al.*, 2008) e consequentemente a elaboração de um cronograma mais detalhado. A implantação de um processo de medição (ALMEIDA, 2010a; CESAR, 2011b) também traz benefícios, pois, por meio dele, é possível acompanhar mais de perto o andamento do projeto, sendo possível tomar ações prévias, tais como

evitar a elevada mudança de requisitos ou convencer o cliente de uma potencial elevação no custo para o projeto em consequência de mudanças.

5.6. Discussão

Alguns dos desafios citados neste artigo poderiam ser solucionados com boas práticas de gerenciamento de projetos da engenharia de *software* (SOMMERVILLE, 2009), bem como atendendo aos níveis de qualidade observados nas diversas certificações existentes (TARALLI, 1995). Por exemplo, problemas de comunicação podem ser facilmente solucionados com a implementação de um plano eficiente de comunicação ou, ainda, com o gerenciamento de riscos e sua estratégia de mitigação.

Nesse contexto, outro exemplo é o uso de modelos de processos de desenvolvimento consolidados para os projetos desenvolvidos nas parcerias indústria-academia. De acordo com as características de cada projeto, cada equipe escolhe o processo de desenvolvimento a ser seguido. Em muitos casos de parcerias com empresas, o processo de desenvolvimento é exigido, via contrato, pela empresa. Atualmente, nos grupos citados neste artigo, alguns projetos utilizam o modelo iterativo e incremental como prototipação, outros utilizam metodologias ágeis, como o Scrum (SCHWABER, 2004), e outros modelos de processos próprios adaptados de modelos mais tradicionais.

Vale a pena mencionar também que um passo seguinte para maior maturidade nas parcerias dentro das universidades seria, então, a adoção de normas e procedimentos-padrão para todos os projetos. Entretanto, para que esse passo seja alcançado, é necessário maior engajamento dos gestores das universidades no sentido de dar mais apoio aos professores e pesquisadores que tenham esse perfil de captação de recursos com empresas usando mecanismos como a Lei de Informática. Os projetos de parques e polos tecnológicos (STEINER *et al.*, 2008) que hoje existem em várias universidades brasileiras suprem essa necessidade e já trazem um diferencial na captação de recursos das parcerias indústria-academia. Esse apoio institucional é fundamental para que os professores e pesquisadores possam se concentrar no seu perfil e se sintam motivados a continuar com as parcerias.

Nós acreditamos que, nas parcerias entre indústria e academia usando a Lei de Informática, mais importante do que os resultados é a motivação das equipes. Por um lado, a academia deve estar motivada para as parcerias que trazem demandas reais e a experiência prática necessária para motivar os estudantes nas disciplinas e pesquisas relacionadas e, por outro lado, a indústria deve estar fortemente interessada em buscar as novidades e os avanços tecnológicos que só a academia tem e



com o tempo de validar e capacitar os profissionais, investindo pesadamente, de maneira contínua, com recursos financeiros, com ou sem incentivos fiscais na parceria.

5.7. Conclusão

A parceria entre a UFC e a indústria no que tange a projetos de Lei de Informática propiciou um grande aprendizado nas áreas envolvidas, bem como a formação de profissionais mais preparados para o mercado de trabalho. Isso pode ser visto tanto nos resultados e relatos apresentados neste artigo quanto nos desafios existentes nesse tipo de parceria discutidos nas lições aprendidas.

É importante, então, compilar as vantagens mensuráveis e não mensuráveis dos projetos de Lei de Informática para os pesquisadores envolvidos e para a universidade como um todo, apresentadas anteriormente, tais como a construção e reforma de laboratórios, a aquisição de equipamentos de ponta, a formação de profissionais mais capacitados para o mercado, o apoio financeiro necessário para o retorno e fixação de recém-doutores, e a participação em eventos científicos nacionais e internacionais em consequência da publicação de artigos relacionados aos projetos.

Além disso, a solução parcial ou integral dos desafios no decorrer do desenvolvimento dos projetos trouxe resultados para os pesquisadores envolvidos e para a universidade como um todo em termos de experiência e esperamos que as lições aprendidas e relatadas neste artigo sirvam para outros projetos a serem executados nas parcerias indústria-academia.

Todavia os desafios são constantes e, por isso, podem ser vistos como motivação e transformados em metas contínuas para a inovação de ambos os lados, por exemplo: esforço de captação de novos recursos (locais, regionais, nacionais e internacionais); melhoria na qualidade dos resultados, sejam produtos de desenvolvimento ou de pesquisa, como patentes, registros de software e publicações resultantes das parcerias com a indústria; necessidade de sustentabilidade; e criação de mais empregos e empresas, dentro de parques tecnológicos.

Por fim, esperamos que este artigo contribua para a melhoria da parceria indústria-academia, bem como seja um exemplo positivo do uso da Lei de Informática que já vem sendo utilizada por diversas instituições brasileiras e sirva como ponto de partida para aquelas que estão iniciando.

5.8. Referências

ANDRADE, R. M.; LELLI, V.; CASTRO, R. N.; SANTOS, I. S. Fifteen years of industry and academia partnership: lessons learned from a Brazilian research group. *In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON SOFTWARE ENGINEERING RESEARCH AND INDUSTRIAL PRACTICE – IEEE/ACM, 4,* IEEE, May. 2017. **Proceedings...** IEEE, May. 2017 p. 10-16. <https://dl.acm.org/doi/10.1109/SER-IP.2017..2>.

ANDRADE, T. **Promepe:** Processo de medição simplificado baseado em padrões para micro e pequenas empresas, 214 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ciência da Computação) – Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2010a. Disponível em: <http://www.uece.br/ppgcc/wp-content/uploads/sites/51/2020/02/TARCIANE-DE-CASTRO-ANDRADE.pdf>.

ANDRADE, T; FREITAS, F; ANDRADE, R. M. C.; TEIXEIRA, J. Uma experiência de aplicação de padrões de estimativa em uma micro e pequena empresa de software. *In: LATIN AMERICAN CONFERENCE ON PATTERN LANGUAGES OF PROGRAMMING, 7,* Salvador, BA, 2010. **Anais...** Salvador, BA, 2010b. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/10.1145/2581507.2581522>.

ARAÚJO, Ítalo Linhares de; COSTA JUNIOR, Evilasio; DUARTE, Paulo; SANTOS, Ismayle de Sousa; OLIVEIRA, Pedro Almir Martins de; MENDES, Cícero Marcelo Oliveira; ANDRADE, Rossana Maria de Castro. Towards a taxonomy for the development of older adults healthcare applications. *In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 53.* 2020. **Proceedings...** 2020. Disponível em: <https://scholarspace.manoa.hawaii.edu/bitstream/10125/64172/1/0346.pdf>.

BARBOSA, G.; WERNECK, M.; FERNANDES, I. S. **Um processo de licitação de requisitos com foco na seleção da técnica de elicitação.** *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DE SOFTWARE, SBQS.* Ouro Preto, Minas Gerais, Jun. 2009. Disponível em: <https://docplayer.com.br/12369436-Um-processo-de-elicitacao-de-requisitos-com-foco-na-selecao-da-tecnica-de-elicitacao.html>.

BARRETO, C.; NOGUEIRA, Tales Paiva; MAIA, M. E. F.; ANDRADE, R. M. C. Towards a user profile generation approach for IOT applications. *In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON ADVANCES IN ICT INFRASTRUCTURES AND SERVICES, 7th.* (ADVANCE'2019), 2019, Praia, Cape Verde. **Annals...** Praia, Cape Verde. 2019

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991.** Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação, e dá outras providências. 1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8248.htm.



BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 11.196, de 21 de novembro de 2005.** Institui o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação – Repes, o Regime Especial de Aquisição de Bens de Capital para Empresas Exportadoras – Recap e o Programa de Inclusão Digital; dispõe sobre incentivos fiscais para a inovação tecnológica. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/l11196.htm.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 10.168, de 29 de dezembro de 2000.** Institui contribuição de intervenção de domínio econômico destinada a financiar o Programa de Estímulo à Interação Universidade-Empresa para o Apoio à Inovação e dá outras providências. Disponível em: <https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=10168&ano=2000&ato=cbfkXVq1EMNpWT97d>.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. Mode 3 and Quadruple Helix: toward a 21st century fractal innovation ecosystem. **International Journal of Technology Management.** v. 46, n. 3-4, p. 201-234, 2009. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3572572/mod_resource/content/1/8-carayannis2009.pdf.

CARVALHO, R. M.; ANDRADE, R. M. C.; MARCAL, K. O.; KOLSKI, C. Catalog of invisibility requirements for UbiComp and IoT applications. In: IEEE International Requirements Engineering Conference, 2018, Banff, Alberta, Canada. **Proceedings ...** Banff, Alberta, Canada. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1109/re.2018.00019>.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Relatório contendo alternativas de aprimoramento da Lei de Informática.** Subsídios técnicos para o aprimoramento da Lei de Informática. Relatório Técnico final. (Reservado). Brasília: 2019.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE APOIO AO DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO (FUNCAP). **Home page.** Disponível em: <http://www.funcap.ce.gov.br> Acesso em: 17 jun. 2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INTELECTUAL (INPI). **Home page.** Disponível em: <https://www.gov.br/inpi/pt-br>. Acesso em: 24 set. 2020.

LG Electronics. **Home page.** 2020. Disponível em: <https://www.lg.com/br>.

SCHWABER, K. **Agile project management with scrum.** Washington, DC: Microsoft Press, 2004. 44 p. Disponível em: <https://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/9780735619937/samplepages/9780735619937.pdf>.

SOMMERVILLE, I. **Engenharia de software**. 8. ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2009. ISBN 9788588639287.

SOUZA, Rodrigo Abdalla Filgueiras de. **Vinte anos da Lei de Informática:** estamos no caminho certo? 2011. 10 p. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/111108_radar16_3_cap3.pdf.

STEINER, J. E.; CASSIM, M. B.; ROBAZZI, A. C. **Parques tecnológicos:** ambientes de inovação. São Paulo: Instituto de estudos avançados da Universidade de São Paulo, 2008. 41 p. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/publicacoes/textos/steinerccassimrobaazziparquestec.pdf>.

TARALLI, Carmine. Universidade-Indústria: parceria na inovação. **Revista USP**, n. 25, p. 42-47, 1995. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/27046/28820>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC). Grupo de Redes de Computadores, Engenharia de Software e Sistemas. **Portal GREat**. 2020. Disponível em: <http://www.great.ufc.br/>. Acesso em: 17 jun. 2020.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC). Grupo de Pesquisa em Telecomunicações (GTEL). **Home page**. 2020. Disponível em: <https://gtel.ufc.br/>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC). Laboratório de Engenharia de Sistemas de Computação – LESC. **Home page**. 2013. Disponível em: <http://www.lesc.ufc.br/>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC). Laboratório de Sistemas e Banco De Dados – LSBD. **Home page**. <https://lsbd.ufc.br/pt/>.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ (UFC). Laboratório de Telecomunicações e Ciência e Engenharia de Materiais – LOCEM. **Home page**. 2020. Disponível em: <http://www.locem.ufc.br/>.

VIDAL, Vânia; PEQUENO, Valéria; NOGUEIRA, Tales; ANDRADE, Rossana; VENCESLAU, Amanda. IoT Semantic interoperability: a systematic mapping study. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ENTERPRISE INFORMATION SYSTEMS, 21st., 2019, Heraklion. **Proceedings...** 2019. p. 535-544. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Tales_Nogueira/publication/333441652_IoT_Semantic_Interoperability_A_Systematic_Mapping_Study/links/5da46d6b45851553ff8f6c27/IoT-Semantic-Interoperability-A-Systematic-Mapping-Study.pdf.



Capítulo 6 | Análise de Processos Produtivos Básicos (PPBs)



6. Análise de Processos Produtivos Básicos (PPBs)

Jorge Britto¹⁵

6.1. Introdução

Passados mais de 25 desde a criação da Lei de Informática, as grandes mudanças estruturais pelas quais o setor de TIC vem passando no mundo e no Brasil, em decorrência da crescente digitalização da manufatura e da servitização dos modelos de negócios, entre outras tendências, criam oportunidades para se aprimorar os fundamentos, as metodologias e os mecanismos de monitoramento e avaliação dessa política. Entre os requisitos para as empresas auferirem os benefícios da lei, destacam-se exigências em termos de processo produtivo básico (PPB), definido por meio da Lei nº 8.387, de 30 de dezembro de 1991 (BRASIL, 1991a), como sendo “o conjunto mínimo de operações, no estabelecimento fabril, que caracteriza a efetiva industrialização de determinado produto”. O PPB consiste de etapas fabris mínimas necessárias que as empresas deverão cumprir para fabricar determinado produto como uma das contrapartidas aos benefícios fiscais estabelecidos por lei. Atualmente, os PPBs são estabelecidos por meio de Portarias Interministeriais, assinadas pelos ministros da Economia (ME) e da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC)¹⁶. O presente estudo propõe uma avaliação da conveniência e da viabilidade de concessão dos benefícios da lei em função da agregação de valor efetivamente apresentada pelas empresas, referenciada ao modelo geral de PPB de Pontuação.

A análise desenvolvida neste capítulo contempla seis seções incluindo esta Introdução. A seção 6.2 recapitula os principais mecanismos de incentivo da Lei de Informática, antes das transformações implementadas a partir de 2019. A seção 6.3 faz uma revisão da literatura acadêmica recente e de avaliações de caráter *policy-oriented*, elaboradas por associações empresariais e organismos de governo sobre os impactos da Lei de Informática e dos principais entraves, gargalos e problemas identificados em termos da sua eficácia. Em seguida, a seção 6.4 faz breve sistematização das

¹⁵ Professor da Faculdade de Economia da Universidade Federal Fluminense (UFF).

¹⁶ O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) foi criado em 15 de março de 1985, por meio do Decreto nº 91.146. Em 14 de dezembro de 2011, a Lei nº 12.545 alterou o nome da pasta para Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Em maio de 2016, por meio da Lei nº 13.341, o nome do MCTI foi alterado para Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). A Medida Provisória nº 980, de 10 de junho de 2020, criou o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações; e, novamente, o Ministério das Comunicações. Portanto, a partir dessa data, o então Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) voltou a adotar a sigla MCTI.

principais propostas de ajustes na legislação em função da contestação de instrumentos da lei pela Organização Mundial do Comércio (OMC), com ênfase naqueles orientados para o aumento do valor agregado internamente. A seção 6.5 traz uma apreciação crítica de instrumentos de política relacionados à proposta de Processo Produtivo Avançado (PPA), em substituição ao PPB, bem como do modelo de PPB por Pontuação. A seção 6.6 sistematiza as transformações mais recentes na Lei de Informática, ainda em implementação, que apontam para a incorporação parcial dessas propostas – e, por último, as referências bibliográficas.

6.2. Arcabouço da legislação vigente até 2019

As empresas beneficiárias da Lei de Informática podiam, até 2019, auferir incentivos fiscais de redução ou isenção do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) e do Imposto sobre Importação (II), incidentes sobre os produtos incentivados, desde que parte das atividades de fabricação fosse executada em território nacional. Para justificar esses incentivos, a empresa deveria comprovar gastos em atividade de P&D e o cumprimento de parte das atividades de fabricação do produto incentivado, em território nacional. A operacionalização desses incentivos para um produto incentivado ocorria por meio de três instrumentos definidos no próprio corpo da lei: o Plano de Pesquisa e Desenvolvimento (Plano de P&D), que a empresa precisa apresentar para justificar o pleito; o enquadramento no PPB referente ao produto a ser incentivado; e o Relatório Demonstrativo Anual de Resultados (RDA), que é a principal ferramenta de acompanhamento e de verificação dos dispêndios em P&D, já que descreve em que medida os gastos realizados com P&D estão adequados ao previsto na legislação e registra os resultados obtidos por esses dispêndios para subsidiar a avaliação pelo corpo técnico da Superintendência da Zona Franca de Manaus (Suframa) e da então Secretaria de Políticas de Informática (Sepin/MCTIC). Com base nas informações coletadas pelo RDA, avalia-se o cumprimento do investimento obrigatório em P&D, segundo os percentuais definidos pela legislação pertinente.

Para auferir os benefícios oferecidos pela Lei de Informática, o processo de produção deve obedecer a um conjunto mínimo de critérios e operações técnicas para fabricação de bens de informática estabelecido pelo então MCTIC e pelo MDIC (depois, Ministério da Economia), o processo produtivo básico. Segundo a legislação vigente até 2019, para fazer jus aos benefícios fiscais, as indústrias de bens e serviços de informática deveriam aplicar, no mínimo, 4% do faturamento bruto no mercado interno, decorrente da comercialização de bens e serviços de informática (deduzidos os tributos correspondentes a tais comercializações), em atividades de P&D a serem realizadas no país, conforme projeto elaborado pelas próprias empresas. Esse percentual não incide sobre as vendas para exportação



e corresponde a uma contrapartida à fruição dos benefícios fiscais. No entanto os benefícios são concedidos aos produtos que se inserem no rol dos beneficiados, não à empresa indistintamente; enquanto os investimentos de contrapartida em projetos de P&D devem ser distribuídos de acordo com os percentuais preestabelecidos, conforme detalhado na Figura1.

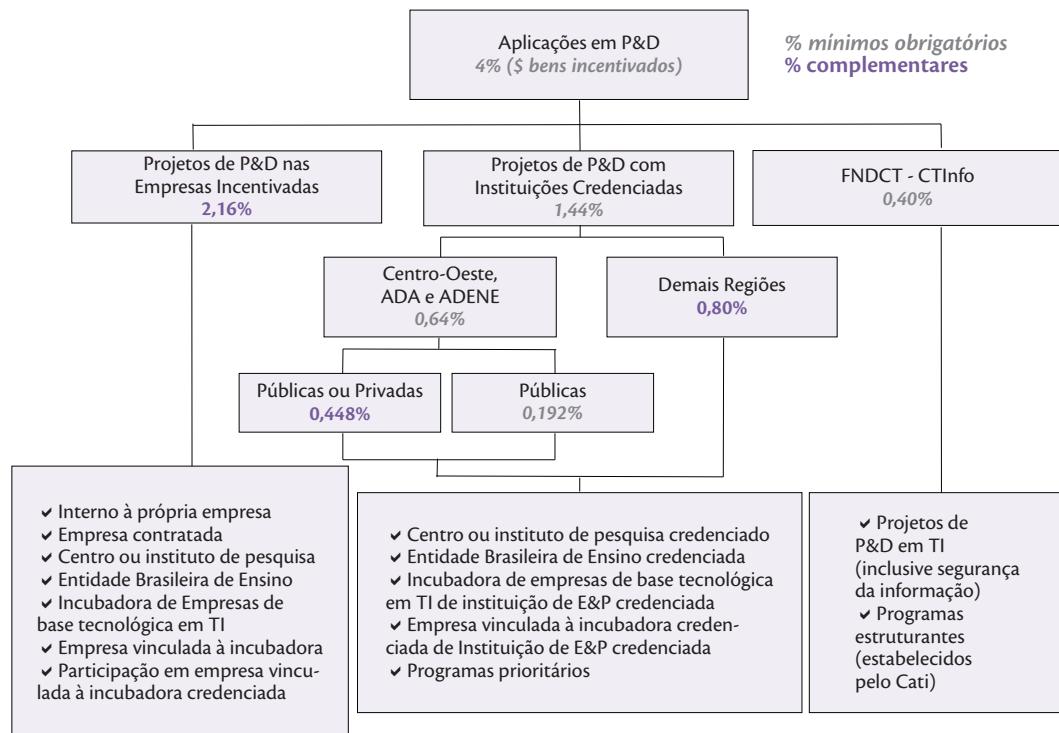


Figura 1 - Distribuição do percentual de investimentos em P&D associados à Lei de Informática

Fonte: CGEE (2019).

Nota: de acordo com a lei, ao longo do período 2005/2019, os investimentos deverão ser reduzidos segundo percentuais predefinidos.

O critério de exigência de PPB foi criado pela Lei nº 8.387/1991 (BRASIL, 1991a) e passou a ser utilizado como contrapartida a ser cumpridas pelas empresas que usufruem dos benefícios da Lei de Informática (BRASIL, 1991b) e da Lei de Informática para a Zona Franca de Manaus (ZFM) (BRASIL, 1991a). O PPB constitui uma contrapartida de valor agregado que, na prática, cumpre a função de uma espécie de “regra de origem” para fins do direito ao usufruto dos incentivos fiscais, tanto da Lei de Informática, quanto da ZFM e de outros programas. No caso dos bens de informática e telecomunicações, o PPB também uniformiza as regras produtivas da Zona Franca de Manaus e da Lei de Informática.

Ao operar como requisito básico para obtenção de incentivos, o PPB define um conjunto considerado mínimo de operações que devem ser realizadas no estabelecimento fabril da empresa para caracterizar a efetiva industrialização de um dado produto no território nacional. A legislação estabelece regras mínimas para industrialização do produto no país, determinando um nível de nacionalização mínimo para cada produto, orientado pelo objetivo do programa. A fixação de um PPB implica um processo de negociação envolvendo a empresa, o governo, outras empresas concorrentes e associações representativas dos setores envolvidos. O governo brasileiro analisa o pleito e busca o máximo de valor agregado possível, a elevação do nível de empregos a serem gerados, a possibilidade de exportação do produto, entre outros quesitos.

6.3. Impactos da Lei de Informática: análise de estudos acadêmicos e avaliações de caráter *policy-oriented*

Diversas análises têm se debruçado sobre a Lei de Informática, procurando discutir sua lógica, a efetividade dos seus instrumentos e a funcionalidade do aparato institucional mobilizado. Entre os estudos acadêmicos sobre o tema, é possível destacar como trabalhos recentes a tese de doutorado de Scholze (2016), que discute a eficácia da Lei de Informática e de outros incentivos estatais à luz das novas teorias regulatórias; a dissertações de mestrado de Fillipin (2016), que aborda a evolução recente da indústria de semicondutores, e a de Silva (2018), que analisa a concepção e a formulação da Lei de Informática com ênfase na análise da avaliação governamental. Todos esses trabalhos realizam, com maior ou menor grau de detalhamento, uma descrição e uma avaliação crítica dos instrumentos mobilizados e um mapeamento de análises sobre a temática, sejam aquelas de natureza mais acadêmica, sejam aquelas de perfil mais *policy-oriented* elaboradas por associações empresariais e órgão de governo.

Na análise da Lei de Informática, Garcia e Roselino (2004) ressaltam que ela exerceu, e continuaria a cumprir, papel fundamental no fomento ao processo de formação e capacitação de profissionais qualificados, por meio, principalmente, das interações com universidades e centros de pesquisa em todo o país, bem como na atração de empreendimentos de grandes empresas internacionais do complexo eletrônico. No entanto, no tocante ao desenvolvimento da capacitação local e da atração de atividades geradoras de valor, os autores apontam alguns problemas e lacunas da política. Em primeiro lugar, ressaltam que esses benefícios se concentraram em poucas empresas com elevados faturamentos. Em segundo lugar, apontam a dificuldade de precisar o montante de recursos direcionados para atividades efetivas em P&D, uma vez que as empresas buscam, por vezes, classificar como tal diversas outras atividades, sem a devida aferição por parte dos órgãos fiscalizadores. Em terceiro lugar,



relativamente à utilização do PPB, apontam que as empresas, apesar de terem estabelecido no Brasil apenas processos de montagem de placas (manufatura), não tiveram problemas no cumprimento dos requisitos mínimos exigidos, com a montagem das placas e dos equipamentos já sendo considerada suficiente para atender às necessidades de internalização da produção.

Outra crítica diz respeito à inadequação dos incentivos aos objetivos de equilíbrio da balança comercial do setor e de adensamento da cadeia produtiva local de componentes eletrônicos, evidenciados pelos vultosos déficits na balança comercial do setor, provocados principalmente pelas importações de componentes – em especial semicondutores. Nesse sentido, ressaltam que o desenvolvimento interno de atividades de P&D não garante per se a respectiva internalização das atividades produtivas mais relevantes e mais geradoras de valor, identificando-se a necessidade de se constituir mecanismos complementares mais efetivos, visando adensar as estruturas produtivas locais, para fazer frente à questão do elevado déficit desses segmentos. Por fim, apontam que, quanto à natureza das atividades tecnológicas desenvolvidas pelas empresas internacionais produtoras de equipamentos, tanto de telecomunicações quanto de informática, essas atividades contemplam principalmente investimentos em laboratórios voltados ao desenvolvimento de *software*, que apresentam custos de instalação menores, relativamente aos centros de desenvolvimento de *hardware*, que envolvem maiores irreversibilidades de investimentos. Nesse sentido, apesar de esse direcionamento refletir a importância crescente do *software* no setor de TIC, haveria indícios de que as atividades tecnológicas desenvolvidas pelas empresas internacionais se direcionam principalmente ao desenvolvimento de *software* de menor valor agregado, sendo voltadas à codificação e programação, sem incluir a arquitetura de sistemas mais complexos.

A análise de Bampi (2009) também aponta para a necessidade de revisão de mecanismos da Lei de Informática. Em primeiro lugar, o autor ressalta que essa lei não garante que os recursos previstos como contrapartida dos incentivos fiscais sejam efetivamente utilizados para P&D, pois a lei consideraria muitas atividades de prestação de serviços – por exemplo: treinamento, difusão de padrões, manutenção de softwares, etc. – como sendo atividades de P&D. Em segundo lugar, no tocante aos mecanismos de incentivo baseados no PPB, aponta a necessidade de se avançar no sentido de incentivar mais a engenharia de bens de TIC do que a montagem do bem propriamente dito, o que poderia ser realizado a partir da tipificação de processos produtivos e de engenharia mais avançados a serem incentivados. Além disso, em função da evolução tecnológica da indústria, o incentivo à montagem de placas e de computadores já não envolveria atividades intensivas em trabalho que justificariam esse tipo de benefício, principalmente em função da evolução dos componentes e da adoção de componentes de sistemas em chip (SOCs) e partes modulares, com reflexos na montagem de placas em plantas cada vez mais robotizadas.

Em função desse diagnóstico, Bampi (2009) recomenda aperfeiçoamentos na aplicação da Lei de Informática, que contemplam incentivos adicionais para os bens cuja produção incorpore, por *design*, componentes eletrônicos com agregação local de valor (com projeto no Brasil), ou *softwares* de empresa nacional, desde que sejam agregado ao produto incentivado e desenvolvido no país. Sugere também a definição de requisitos adicionais em termos de substituição de importações ou, alternativamente, de comprovação de execução de projeto de engenharia no país. Adicionalmente, recomenda avançar na proposta de criação de um PPB Cadeia, baseado na previsão de requisito global de PPB e de percentual único de P&D para o agregado de múltiplas empresas da cadeia de um mesmo produto – apesar das dificuldades para definir o que é tecnologia nacional em bens tão complexos. Destaca também a importância do desenvolvimento aplicativos de *softwares* vinculados a projetos de P&D celebrados pelas empresas incentivadas, que não estão encadeados com a cadeia de engenharia, mas com as atividades de suporte aos clientes e às estratégias comerciais das empresas de bens de TIC. Aponta, assim, a necessidade de uma visão mais integrada dos mecanismos de apoio à inovação e incentivos aos bens de TIC, contemplando uma integração de *hardware* e *software*, combinando produtos que incorporem *softwares* embarcados e *design* do produto. Menciona também a importância da implementação de políticas estruturadas de incentivo à capacitação de RH com *know how* relevante para as cadeias de informática, automação e do setor eletrônico e sua cadeia de fornecimento de partes e peças.

Estudo elaborado por equipe da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) (UNICAMP; CGEE, 2010) avalia que a ampliação da base produtiva na indústria, em função da Lei de Informática, deu-se em proporção maior do que a da base de criação de valor. Identifica, assim, a necessidade de novos instrumentos complementares aos atuais, já que uma competitividade baseada apenas em custos e focada no mercado interno tende a agregar e a apropriar menos valor do que aquela baseada em estímulos de competição global. Nesse sentido, o estudo aponta, entre os fundamentos para ampliação dos impactos positivos da Lei de Informática, a adoção de estímulos progressivos por densidade do investimento e por resultados alcançados, a partir de maior monitoramento, com base em um sistema de avaliação continuada de resultados e impactos, com sistema de indicadores direcionados para a medição da densidade produtiva e tecnológica da indústria de TIs no Brasil, acompanhada pela revisão periódica do leque de atividades consideradas elegíveis, como pesquisa e desenvolvimento, considerando a evolução global da dinâmica de inovação do setor.

A avaliação de Souza (2011) aponta que a intenção da política de apoio às TICs de buscar o adensamento da cadeia produtiva no Brasil baseia-se em instrumentos que se mostraram inadequados. Argumenta, nesse sentido, que, ao focar os incentivos apenas na etapa de menor valor agregado e menor grau de investimento em P&D – pois a desoneração do IPI seria limitada aos bens finais –, se perde a



justificativa da política de elevar volume de investimentos em P&D. Além disso, ao privilegiar os elos finais da cadeia produtiva, desfaz-se também uma segunda justificativa associada aos possíveis efeitos transversais. Outro problema da lei decorreria da terceirização do processo de montagem e integração para as *Contract Equipment Manufacturer* (CEM), empresas especializadas apenas nas suas atividades-fim e que investem fração pequena de sua receita em P&D, inferior ao previsto pela lei, gerando dois desdobramentos: aumento de custos para as CEMs e falta de incentivo para as empresas que realmente fazem o desenvolvimento dos produtos. O autor também aponta que os incentivos previstos estão direcionados para empresas que já atuam no mercado, embora grande parte da inovação no setor nas últimas duas décadas tenha surgido a partir da criação de novas empresas (*startups*).

A análise de Prochnik *et al.* (2015) demonstra que os dois principais requisitos para empresas interessadas nos benefícios fiscais, isto é, a exigência de conteúdo local e de investimento em P&D, não geram sinergias um para o outro. Por um lado, os PPBs não requerem que as empresas façam atividades complexas, aquelas que demandam maiores investimentos em P&D. Por outro lado, a Lei de Informática não foi planejada para que as empresas venham a fazer investimentos em P&D nos produtos incentivados, valorizando esses produtos, pois, para conseguir os benefícios da lei, as empresas precisam especificar o projeto de produção, no entanto como a atividade de P&D é um requisito para o desenvolvimento deste projeto, o investimento obrigatório costuma incidir sobre os aprimoramentos posteriores do produto ou de outros produtos.

A análise de Zylberberg (2016) ressalta que, num contexto em que o setor de eletrônicos passou a ser dominado por empresas líderes globais, o PPB foi instituído como um meio de garantir que os fornecedores brasileiros tivessem oportunidades de participar das cadeias de suprimento locais dessas empresas, e talvez, até mesmo, de suas cadeias globais de suprimentos. Entretanto o instrumento provou ser muito rígido e inflexível para realizar seu objetivo declarado. A Tabela 1, a seguir, detalha o PPB para *notebooks*, *netbooks* e *ultrabooks* e ilustra o grau em que o estado brasileiro procurou especificar a taxa de nacionalização. A análise deste PPB mostra que parte das expectativas incorporadas no PPB não foram cumpridas. As empresas têm localizado a produção de componentes simples, como carregadores e peças moldadas por injeção de plástico, interagindo com fornecedores locais. Componentes mais complexos, como *drives* de estado sólido (SSD) e memória de acesso aleatório dinâmica (DRAM), são importados ou montados e empacotados localmente. Desse modo, o valor agregado local permanece marginal. Em contrapartida, o aumento dos requisitos de conteúdo local tornou o Brasil um local de investimento mais atraente para fornecedores de componentes globais, superando as próprias empresas locais que a lei buscava originariamente proteger. Além disso, o acelerado processo de evolução das tecnologias de base digital reforçaria a ineficácia da política, pois

esses requisitos detalhados de conteúdo local não evoluem com as tecnologias que eles pretendem codificar. Finalmente, a questão do monitoramento seria crítica. Com mais de 3.000 PPBs autorizados, é difícil para qualquer agência do governo garantir que os requisitos de conteúdo local estejam sendo atendidos. Assim, a ameaça de sanção por não cumprimento é inexistente.

Tabela 1 - Notebook, netbook, ultrabook: exigências de nacionalização em PPB (%)

Componentes	Cotas 2013	Cotas 2014	Cotas 2015	Cotas 2016
Placa-mãe	80	90	90	90
Interface de comunicação	50	80	80	80
Interface de comunicação sem fio	45	70	80	80
Conversores AC/DC (com PPB)	30	50	50	50
HDD (com PPB)	10	20	30	30
Bateria (com PPB)	60	80	80	80
Memória RAM produzida com PPB	30	10	10	10
Memória RAM montada no Brasil	0	50	60	80
Circuito integrado de DRAM produzido com PPB	0	40	30	10
Circuito DRAM integrado montado no Brasil	30	40	40	40
Módulo de circuito integrado SSD produzido com PPB	40	50	50	50
Módulo de circuito integrado SSD montado no Brasil	30	50	60	60
Circuito integrado LPDRAM	0	10	30	40

Fonte: Positivo Informática.

Zylberberg (2016) argumenta também que seria importante, em simultâneo com os ajustes necessários na Lei de Informática, que os formuladores de políticas procurassem reforçar a participação do país nos segmentos de *software* e serviços integrados à cadeia global de valor de TIC, melhorando o acesso a plataformas globais, investindo em treinamento de mão de obra e criando condições para a estruturação de empresas de *software* competitivas globalmente, o que permitiria ao Brasil passar progressivamente de um situação de dependência na montagem de *hardware* de baixo valor agregado para um *player* importante nos segmentos de *software* e serviços de alto valor agregado. Ressalta, nesse sentido, que o Brasil participa de quase todos os segmentos da cadeia de valor das TICs, desde o projeto de circuitos integrados até a montagem final de produtos. No entanto a participação é bastante



superficial e depende fortemente de importações. Além disso, não se identifica um estágio específico da cadeia ou segmento de mercado em que o Brasil se mostre globalmente competitivo. Argumenta, nesse sentido, que isso é um sintoma de políticas industriais amplas, desfocadas e implementadas no país. Ao incentivar as empresas a localizar a produção de ampla gama de componentes, em vez de se concentrarem em um número limitado de segmentos mais atraentes, o país teria criado uma base de fornecimento sem especialização perceptível, sobre a qual pudesse construir uma competitividade global. Além disso, o setor de TIC do país depende fortemente de empresas multinacionais, tanto em termos de fabricantes contratados quanto de líderes de plataforma, os quais realizam P&D no Brasil em troca de incentivos fiscais oferecidos por meio da Lei de Informática, contratando serviços de P&D que geralmente poucos resultados efetivos demonstram.

A análise de Queiroz Filho (2019) busca avaliar o impacto da Lei de Informática de forma quantitativa, utilizando a técnica de diferenças em diferenças (DID), considerando a variável “pessoal ocupado técnico-científico” como *proxy* para o investimento privado em P&D. Para reduzir o viés de autosseleção e aprimorar a comparabilidade entre empresas beneficiadas e não beneficiadas, aplica-se o método de *Propensity Score Matching* (PSM) e a reamostragem por *bootstrap* para corrigir o desbalanceamento entre tratados e não tratados da amostra. Por meio da análise realizada, não foi possível afirmar que as empresas beneficiadas investem em P&D além do que seria esperado na ausência do programa.

Entre as análises com perfil mais nitidamente *policy-oriented*, cabe mencionar a avaliação do Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (ledi) (2014) e da Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2015) que aponta que o conjunto de incentivos a atividades de P&D seria ineficaz para mudar radicalmente o cenário de inovação no país, sobretudo porque tendem a se concentrar em número reduzido de empresas. Além disso, seria necessário rever as referidas leis para adequar o conceito de P&D para fins dos investimentos exigidos, de forma a considerar as diversas etapas das atividades das empresas beneficiadas, e atualizar o conceito de política industrial nacional, de forma a contemplar a inserção dos serviços, por exemplo uso e desenvolvimento de softwares, focando os incentivos na cadeia de valor e não apenas na montagem final dos bens de informática.

Na avaliação da Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (Abinee) (2014), apesar dos problemas identificados, a Lei de Informática é considerada um exemplo de sucesso, pois, em conjunto com outros marcos legais, teria contribuído para reforçar uma posição de destaque no cenário tecnológico mundial, com o país correspondendo ao quarto maior mercado de TI e Telecom, depois dos Estados Unidos, da China e do Japão. A análise reconhece que, no contexto de redes globais, o Brasil tem o desafio de progredir de forma escalonada, realizando programas e atividades que agreguem mais valor a seus produtos industriais, num contexto em que já atuam no Brasil os principais atores

da indústria mundial de TIC e do segmento de manufatura sob contrato (*Contract Manufacturing* ou *Electronic Contract Manufacturing*). Também identifica que o direcionamento dos benefícios da lei principalmente para manufatura de produtos finais faz com que, na falta de produção de componentes eletrônicos, a indústria seja abastecida por meio da importação massiva de componentes, partes e peças. Para compensar esse desequilíbrio, a indústria precisaria estar capacitada e ter atrativos para exportar mais, o que demandaria medidas ativas de política industrial.

Na avaliação da Abinee (2014), o reforço da competitividade da indústria, com ampliação da sua capacidade exportadora e avanços progressivos na cadeia de fornecimento, deveria ser orientada pelas atividades com maior potencial de inovação tecnológica. Um exemplo possível de ação nesse sentido seria a prorrogação e a ampliação dos benefícios do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores e Displays (*Padis*) para todos os componentes a serem definidos estrategicamente no Programa de Adensamento da Cadeia Eletrônica (*Pace*), além dos que já estão previstos, notadamente semicondutores e *displays*. Nesse sentido, argumenta que, no coração da indústria de TIC, reside o segmento de componentes eletrônicos, que se articularia com o segmento de *software* embarcado e de aplicações. Seria também importante que os projetos de arquitetura/*design* dos componentes fossem desenvolvidos em consonância com os projetos de bens finais, para que a indústria eletrônica avance tecnologicamente e preserve a sua capacidade competitiva. Além disso, o *software* embarcado como elemento de agregação de valor aos componentes e ao bem final necessitaria de uma política que favorecesse a indústria que vai desenvolvê-lo no Brasil e agregar valor para toda a cadeia produtiva. Com vistas ao aprimoramento da Lei de Informática, a Abinee aponta para a possibilidade de transformação do PPB em um instrumento que permita à empresa escolher, entre as várias opções disponíveis, as etapas de valor agregado local mais adequadas ao seu produto e à sua operação, assegurando produtividade, escala e, principalmente, competitividade para as empresas do setor. Aponta também para a necessidade de ampliação do conceito de valor agregado local abrangendo toda a cadeia de valor de uma solução de TIC incluindo, por exemplo, insumos, manufatura, *hardware*, *software* embarcado, aplicativos, engenharia de sistemas e integração de soluções.

Em 2014, com base em trabalhos anteriores do Tribunal de Contas da União (TCU) e na avaliação da Política de Informática produzida pela Unicamp e CGEE (2010), a Corte elaborou um diagnóstico amplo de falhas na aplicação da Lei de Informática. Foram diagnosticados como principais problemas: a ausência de impacto nas exportações; a concentração das atividades de P&D em desenvolvimento experimental e não em pesquisa; efeitos limitados na agregação de valor; aumento da capacidade de inovação, porém com densidade científica e tecnológica relativamente baixa; modelo institucional que favorece somente a instalação de montadoras de equipamentos; incentivos voltados para



empresas que já atuam no mercado, em detrimento de novas empresas. Além disso, a análise do TCU encontrou ineficiências no processo de concessão dos benefícios, principalmente em relação ao tempo excessivo para análise dos pedidos, com descumprimento dos prazos previstos na legislação, o que constitui fator limitante para a eficiência da política pública. Na operacionalização das políticas, são destacados problemas decorrentes de ineficiências no processo de análise dos RDAs; falhas no processo de monitoramento e avaliação dos dispositivos de P&D e falhas no processo de avaliação dos dispositivos do PPB. Além disso, são mencionadas falhas no processo de avaliação ex post da Lei de Informática e na gestão intrassetorial das diversas políticas públicas relacionadas a TICs.

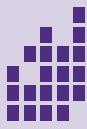
6.4. Contestação da OMC a instrumentos da Lei de Informática e propostas de reformulação

No período mais recente, é possível destacar as conclusões do estudo do TCU (BRASIL, 2018) elaborado em função de resultados dos painéis na OMC que atacaram agressivamente dois dos três pilares do programa: o PPB, especialmente na sua forma encadeada ou neste PPBs; e o benefício por meio da redução do IPI na venda de produtos. Este estudo procura elaborar diferentes cenários para a Lei de Informática, como reflexo de exigências pós-painéis da OMC. Entre as principais regras da Lei de Informática avaliadas, particular ênfase é atribuída à exigência de PPB. Considera-se que esse tipo de instrumento, em geral, não possui restrições predeterminadas, podendo ser estabelecido de forma genérica ou específica (por produto, por tipo de produto, etc.) e podendo ser modelado para se adaptar às mais diversas situações e estruturas de mercado e também para induzir resultados predeterminados (estímulo a projetos, produção de componente se valor agregado, etc.). Ademais, salienta-se que o gerenciamento desse tipo de regra é altamente complexo e trabalhoso, identificando-se um *trade-off* entre as qualidades da norma e seu custo de gestão. Entre os principais problemas associados a esse tipo de instrumento, são mencionados o excesso e o grau de especificidades das regras num ambiente tecnológico altamente volátil, a necessidade de acomodação de diferentes modelos de negócio, demandando a criação de demasiadas excepcionalidades e a tendência de ele concentrar-se em etapas de montagem, cujo valor agregado é baixo. Identifica-se, nesse sentido, um paradoxo do valor agregado”, pois, embora o PPB seja um instrumento de adensamento de cadeia produtiva e de indução de valor agregado, ele reduz a competitividade da indústria ao obrigá-la a realizar no país etapas que poderiam ter custo menor ou qualidade superior se realizadas no exterior.

Entre as conclusões do estudo do TCU, são enfatizados ajustes necessários para se avançar na direção de etapas de maior valor agregado. O cenário apresentado busca a manutenção do programa,

adequando-o aos resultados atuais e prováveis do painel de modo a gerar o menor impacto possível sobre a indústria, introduzindo aperfeiçoamentos que permitem maior adaptabilidade das normas, proporcionalidade dos benefícios e que deslocam os requisitos no sentido dos elos mais nobres da cadeia de valor, privilegiando as empresas que geram mais valor e adensamento tecnológico. Nesse sentido, propõe-se alterar a forma e a estrutura dos PPBs de modo a eliminar os PPBs e verticalizar as etapas produtivas, em atendimento às decisões dos painéis, o que contribuiria para melhorar a agregação de valor e tecnológica em relação ao modelo atual por meio da adoção de um modelo mais simples, padronizado e estável de regramento das etapas produtivas, que se convencionou chamar de PPB de Pontuação, o qual será objeto de análise neste documento mais adiante. Além disso, com a mudança proposta, incorpora-se a possibilidade de contagem da realização de investimentos adicionais em P&D para o atingimento da meta global do PPB, buscando-se valorizar as atividades de empresas que executem etapas mais nobres na cadeia de valor.

Uma análise realizada pela Controladoria-Geral da União (CGU) (BRASIL, 2019c) apresenta uma consolidação dos resultados de 14 avaliações de impacto sobre a Lei de Informática nos últimos anos, realizadas por diferentes atores. Aponta, nesse sentido, que a maior parte das avaliações analisadas indicou a ausência de impactos significativos em dimensões relacionadas à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico, tais como: adensamento da cadeia produtiva, desenvolvimento de novas tecnologias, aumento do valor agregado e investimento em P&D. Segundo a avaliação da CGU, a maior parte dos estudos indica que a Lei de Informática apresenta impactos limitados nas dimensões relativas à produtividade; à balança comercial; aos arranjos produtivos locais; ao desenvolvimento tecnológico; ao aumento do valor agregado. Já em termos das propostas no sentido de aumentar a efetividade das políticas, a síntese de avaliações realizada pela CGU (BRASIL, 2019c) aponta para seis macroestratégias principais: i) definição de temática estratégica, com destaque para a importância de definição de uma agenda estratégica de P&D, com aumento dos gastos em setores de alta tecnologia, apoio a setores competitivos e identificação de empresas de alto dinamismo; ii) reformulação da capacitação tecnológica, com foco na importância de reforçar o vínculo entre atividades de P&D e internalização de etapas, com base em mecanismos de interação entre agentes, estímulo à realização de parcerias e premiação a projetos com interações locais, incluindo o apoio às multinacionais envolvidas; iii) combinação com outros instrumentos de incentivo, especialmente a ampliação das políticas de TIC, com mobilização de novos instrumentos, diversificação dos instrumentos de apoio à P&D e mobilização de compras públicas; iv) aumento do foco no mercado internacional com ênfase no aumento de estímulos e benefícios a exportações, integração ao mercado internacional e inserção em cadeias globais; v) aumento do monitoramento e da avaliação e do *foresight* com vistas ao fortalecimento da capacidade de avaliação da aplicação dos benefícios pelas empresas, particularmente das atividades elegíveis como P&D, a partir de maior acompanhamento pelo gestor público; e vi) estímulo progressivo à maior



P&D, por meio da implementação de sistemas de pontuação, definindo-se estímulos progressivos em função da densidade do investimento..

Entre as propostas de ajustes na legislação, cabe destacar, em particular, o documento elaborado pela LCA Consultores para a Abinee, que aborda três aspectos principais: a substituição do PPB pelo PPA; as medidas para ampliar as exportações; e as linhas de financiamento específicas para os fabricantes de componentes. A estratégia perseguida busca agregar maior valor em diversas etapas que compõem um produto final, por meio da absorção de conteúdo local, com base no conjunto da cadeia TIC – incluindo insumos, manufatura, *hardware*, *software* embarcado, aplicativos, engenharia de sistemas e integração de soluções – como parte dessa estratégia. Nesse sentido, propõe-se a concessão de benefícios progressivos, caso os fabricantes de bens finais alcancem maior agregação local de valor, permitindo às empresas a escolha das etapas de produção nas quais aplicaria maior valor agregado local.

No âmbito dessa proposta, destaca-se o intuito de aperfeiçoamento da Lei de Informática e das exigências de PPB, propondo-se uma redução para 1% em termos do percentual a ser investido em P&D para fabricantes de componentes, com o investimento realizado em ativo fixo, também devendo ser considerado nas contrapartidas, permitindo uma compensação em relação ao percentual de P&D. Além disso, propõe considerar máquinas e equipamentos específicos com tecnologia avançada para produção de componentes em regime diferenciado de depreciação e criar mecanismo de aprovação automática, após cinco anos, por decurso de prazo na análise dos relatórios de P&D. Propõe-se também uma alteração no ano de referência de cumprimento do investimento em P&D com relação ao ano do faturamento, passando-se a considerar o faturamento do ano t e o investimento em P&D no ano $t+1$ em contraposição à regra atual na qual o investimento em P&D é calculado com base no faturamento do mesmo ano, bem como que o investimento realizado em ativo fixo também seja considerado nas contrapartidas, permitindo compensação para percentual de P&D.

No tocante às exigências de PPB, destaca-se a flexibilização do modelo de compras para os insumos, sem necessidade de especificar todos os produtos a serem adquiridos internamente, mas determinando um percentual em valor de insumos a serem adquiridos no mercado doméstico. Em função da nova metodologia proposta, aponta-se a possibilidade de uma migração para um modelo de PPA incorporando uma visão estratégica. Contrapõe-se, nesse sentido, à visão de alguns analistas, os quais apontam que, ao estabelecer que partes e peças devem ser feitas no Brasil, o modelo do PPB cria uma reserva de mercado e eleva preços. Com o PPA, a ideia seria que os fabricantes de eletrônicos decidissem quais parceiros querem atrair para o país. A proposta baseia-se na criação de pacote de benefícios adicionais para as empresas que atendem ao PPA, constituído de isenções progressivas e/

ou créditos tributários adicionais (PIS/Cofins¹⁷ e IPI) para os fabricantes de bens finais que adquirirem componentes nacionais. Nesse sentido, menciona-se também a possibilidade de formação de condomínios (baseados na coordenação estratégica entre empresas demandantes e fabricantes) que poderiam ser incluídos no PPA do bem final. O valor desses incentivos dependeria da aquisição de componentes nacionais, a partir da definição de um menu de opções de insumos a serem adquiridos, com incentivo à incorporação de valor agregado na produção local de componentes e por meio da engenharia local desenvolvidas por empresas localizadas a jusante na cadeia. A proposta propicia também compensações diferenciadas de percentual de P&D ao longo da cadeia, caso um elo invista mais expressivamente em P&D, auxiliando o cumprimento da contrapartida existente no Padis, Pace e Lei de Informática, definindo-se uma pontuação acumulada em função do nível de agregação local. Do ponto de vista operacional, propõe-se também um prazo para inserção de novos produtos no programa de PPA, estipulando-se sanções ao não cumprimento do prazo de 120 dias.

6.5. Apreciação do modelo de PPB de Pontuação

O PPB é uma contrapartida de valor agregado e na prática cumpre a função de uma espécie de *regra de origem* para fins do direito ao usufruto dos incentivos fiscais. Regras de contrapartidas, como os PPBs que não possuem restrições predeterminadas, podem ser estabelecidas de forma genérica ou específica (por produto, por tipo de produto, etc.), bem como serem modeladas para adaptarem-se às mais diversas situações e estrutura de mercado e também para induzirem resultados predeterminados (estímulo a projetos, produção de componente de valor agregado, etc.). O ideal é que a regra de contrapartida permita um bom nível de adaptabilidade e diretividade, com baixo custo administrativo. O gerenciamento desse tipo de regra pode ser complexo e trabalhoso, demandando a existência de uma estrutura funcional e de recursos humanos qualificados e compatíveis. Assim, identifica-se um *trade-off* entre as qualidades da norma e seu custo de gestão. Tendo em conta os argumentos expostos, alguns problemas associados à operacionalização de PPBs tradicionais podem ser destacados, como o excesso de quantidade e especificidades das regras num ambiente tecnológico altamente volátil, resultando em grande número de pedidos de alteração e a ênfase em etapas de montagem, cujo valor agregado é baixo. Além disso, essa regra, na prática, acaba tendo de se moldar a diferentes modelos de negócio, demandando a criação de demasiadas excepcionalidades. Em particular, identifica-se um paradoxo do valor agregado, pois, embora o PPB seja instrumento de adensamento de cadeia produtiva e, portanto, de indução de valor agregado, ele reduz a competitividade da indústria ao obrigá-la a

¹⁷ Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social.



realizar etapas que poderiam ter custo menor ou qualidade superior se realizadas no exterior. Logo, os requisitos de etapas tendem a aumentar o valor agregado da cadeia local, mas podem, no entanto, reduzir a competitividade da indústria de bens a jusante.

A partir da análise de 108 PPBs em relação às etapas da cadeia de valor de bens de informática, encontramos a predominância de atividades de manufatura e montagem de bens finais (70 PPBs) e bens intermediários (27). Essa evidência é condizente com o entendimento de que a indústria brasileira é fortemente dependente das importações de peças, partes e componentes. A análise dos PPBs à luz da *smiling curve* indica que as etapas produtivas básicas descritas nos PPBs concentram-se quase exclusivamente (com uma exceção) nas atividades de produção, na base da curva sorriso, confirmando o foco da política nas atividades de montagem e manufatura. As etapas produtivas dos PPBs quase sempre dizem respeito às atividades como injeção plástica, corte, dobra, pintura/estampa, fresamento, separação, montagem, soldagem, integração, regulagem/configuração, teste, embalagem, ou seja, atividades padronizadas e de baixa diferenciação. Dos 108 PPBs analisados, 33 possuem, adicionalmente, regras alternativas que facultam à empresa a realização de outras atividades em substituição às etapas básicas. Nestas foi possível observar algumas atividades de pré e pós-produção, notadamente projeto, P&D, desenvolvimento de software embarcado, exportação e reciclagem.

Diversas análises reforçam o entendimento de que a Lei de Informática, em particular por meio dos PPBs, estimula o adensamento da atividade produtiva no setor de Informática sem, contudo, ser capaz de incentivar atividades de maior valor agregado. Por uma lado, o incentivo fiscal a atividades de manufatura atrai para o país justamente as atividades de menor complexidade, sensíveis à competitividade por custos, mas pouco impacta na localização de atividades de mais alto valor, como *design*, projeto, *marketing* ou pós-produção. Por outro lado, a obrigatoriedade ao cumprimento de tarefas predefinidas, apesar de aumentar o volume da produção local, podem reduzir a flexibilidade das empresas em terceirizar atividades de potencial menor custo no exterior, reduzindo sua competitividade internacional.

Ao mesmo tempo, os Painéis na OMC atacaram agressivamente o PPB, especialmente na sua forma encadeada, ou *nested* PPBs. Nesse sentido, um cenário viável da lei de TIC diante dessas críticas busca manter a magnitude do benefício hoje concedido (modal de 12% do faturamento) e o equilíbrio inter-regional, introduzindo elementos de proporcionalidade e flexibilidade ao programa; ao mesmo tempo que busca deslocar as etapas produtivas num sentido de maior valor agregado na cadeia. Para que esse cenário seja viável, é necessário que as etapas produtivas simples continuem com o *status* de não condenadas na apelação. Em contraste, as etapas produtivas encadeadas, os *nested* PPBs, não poderiam ser mantidos nesse contexto.

Assim, no que diz respeito aos PPBs, um primeiro passo seria a verticalização das etapas produtivas, eliminando os *nested* PPBs. Isso exclui procedimentos, formas e linguagens pouco adequadas aos termos da OMC. Dessa maneira, propõe-se a adoção de uma estrutura padronizada de PPB, conhecida por PPB de Pontuação, na qual as etapas produtivas são listadas numa tabela e pontuadas com pesos proporcionais aos respectivos valores agregados. Nesse sistema, estabelece-se uma meta de pontos a serem atingidos e as empresas podem cumprí-los com total grau de liberdade, como regra geral. Essa construção flexível permite maior adaptabilidade de diferentes modelos de negócio e situações de mercado aos PPBs.

O modelo de PPB de Pontuação busca dar maior flexibilidade ao modelo de PPBs diante das constantes mudanças nos padrões tecnológicos das empresas, em seus processos produtivos, nos modelos de negócios e nas características da demanda, entre outros. Nesse modelo, estabelece-se uma pontuação para cada uma das etapas mandatórias descritas no PPB seguindo a estrutura de custos do produto e define-se uma meta de pontuação para a empresa beneficiada atingir que busca refletir o grau de agregação de valor dos processos produtivos. Cabe à empresa habilitada escolher, conforme as condições internas e de mercado, que etapas executar entre as pontuadas na tabela de forma a atingir a pontuação exigida para obter o benefício. Alguns PPBs por pontuação facultam à empresa a opção de complementar a pontuação mínima exigida com a realização de atividades adicionais de P&D.

O modelo de PPB por Pontuação foi proposto, inicialmente, no Estudo sobre Cenários para a Lei de Informática pós-Painéis da OMC WT/DS472/R e WT/DS497/R (BRASIL, 2018). Uma melhoria importante, em termos das próprias etapas produtivas, refere-se à introdução da etapa de projeto e desenvolvimento no país. Essa etapa, que deve receber pesos expressivos, deslocam o foco dos PPBs atuais da montagem para as etapas de desenvolvimento de produto e pesquisa. Desse modo, valorizam-se as empresas que realizam esforços nas etapas mais nobres da cadeira de valor. Sugere-se que o cálculo do benefício passe a ser feito de forma proporcional ao atingimento da meta de pontuação das etapas de valor agregado. Assim, é possível creditar 100% do benefício às empresas que atingirem 100% da meta. Nessa sistemática, é a empresa que estabelece o quanto utilizará do benefício, em razão de seu planejamento de produção e de investimentos em P&D. O cálculo do crédito fiscal poderia ser feito com base no percentual da meta de pontos das etapas de valor agregado, programada pela empresa, para o ano-calendário, seguindo a fórmula:



$$Vct = (Mpe/Mva) * (VP&Dm * 3)$$

Em que:

Vct = Valor do Crédito Tributário

Mpe = Meta Programada pela Empresa para Etapas de Valor Agregado

Mva = Meta Total das Etapas de Valor Agregado

VP&Dm = Valor do P&D mínimo

A principal diferença introduzida pelo PPB de Pontuação é que, para assegurar o benefício da lei, uma empresa pode decidir quais etapas executar, conforme seu modelo de negócios em um dado momento do tempo, desde que obtenha a pontuação mínima exigida. Havendo mudanças internas ou externas na atratividade de algumas atividades, a empresa pode optar por substituir etapas executadas por outras, sem necessidade de alteração das regras, mantendo o benefício, uma vez que permaneça obtendo a pontuação mínima exigida. A possibilidade de pontuar atividades de P&D também é aventada como uma mudança conceitual relevante em relação ao modelo atual.

Avalia-se que a proposta do modelo de PPB de Pontuação é muito positiva e mais adequada ao atual desenho da cadeia de valor dos bens de TIC do que o modelo de PPB tradicional. A proposta reflete claramente o aprendizado acumulado em mais de 25 anos da condução da Lei de Informática e busca corrigir distorções significativas, trazendo vantagens claras para as empresas e os formuladores de políticas. Além disso, esse modelo assegura maior liberdade, flexibilidade e adaptabilidade das regras a diferentes modelos de negócios; cria condições para a relativização do poder de monopólio de fornecedores e prestadores de serviço; assegura maior estabilidade e previsibilidade das regras; e fornece uma métrica adequada para introdução de benefício proporcional.

Apesar dos avanços obtidos na proposta de PPB de Pontuação, e a despeito da contrapartida de investimento em P&D exigida para elegibilidade das empresas, essa proposta de PPB ainda se encontra arraigada a uma lógica que incentiva o adensamento das atividades de manufatura e montagem, sendo menos efetiva nos estágios da cadeia que resultam em maior agregação de valor, como ilustrado pela curva sorriso. Uma análise dos processos produtivos básicos à luz da cadeia de valor de bens de informática e do conceito de curva sorriso demonstra essa concentração de atividades no estágio intermediário, no fundo da curva.

Embora o modelo de pontuação efetivamente dê maior flexibilidade de decisão às empresas sobre que etapas executar sem que isso envolva uma alteração formal nas regras, trata-se ainda de um modelo estático em essência, que não oferece aos gestores da política instrumento efetivo de induzir mudanças no comportamento das empresas que levem ao atingimento dos objetivos da lei – entre eles, o adensamento da cadeia produtiva e de valor no país em direção a atividades de maior valor agregado. Ao ampliar irrestritamente o leque de escolhas para as empresas em termos de que etapas produtivas executar de acordo com a sua conveniência, deixa-se, ainda, espaço para que as empresas optem por desenvolver apenas etapas de menor agregado ou aquelas convenientes apenas para garantir a pontuação mínima para obter e manter o benefício fiscal, as quais podem não coincidir com aquelas que os gestores da política considerem fundamentais para que a lei cumpra seus objetivos.

Além disso, a especificação dos pontos apenas em função da estrutura de custos do produto (ou conjunto de produtos), que é objeto do PPB, não dá aos gestores da política efetivo controle sobre os requisitos para a concessão e a manutenção dos benefícios em termos da participação das empresas nos elos da cadeia produtiva e de valor. Não parece haver qualquer justificativa para o uso da estrutura de custos como referência na definição dos pontos que não a percepção de ausência de outro tipo de informação. Embora de natureza subjetiva comparativamente à informação sobre a estrutura de custos, a relevância estratégica de cada uma das atividades do PPB, em dado momento do tempo para o setor no país, deveria ser levada em conta no estabelecimento não apenas da pontuação das atividades mandatárias, mas também da meta de pontuação que a empresa deve atingir.

Ressalte-se ainda que o modelo de pontuação não faz distinção entre os requisitos de habilitação para participação no programa e os de contrapartida para permanência nele – no caso, a realização de atividades de P&D. Ainda que o estímulo a atividades de P&D seja recomendado pelo TCU no item 9.5.8 do Acórdão 458/2014 (BRASIL, 2014), dada sua importância para que a lei cumpra seus objetivos, o fato é que a lei ainda trata essa contrapartida de forma muito inespecífica, carecendo de critérios e instrumentos de permitam conectá-la com o setor de TIC, e o modelo de PPB por pontuação proposto não logra suprir essa carência.

Assim, embora traga maior flexibilidade e adaptabilidade à realidade das empresas e também assegure maior estabilidade e previsibilidade às regras de cumprimento dos PPBs, o modelo de pontuação proposto é ainda insuficiente, em termos dos seus instrumentos, para capacitar o governo a direcionar essa política no sentido de influenciar o tecido industrial e incentivar o desenvolvimento das indústrias de TIC no país de forma dinâmica.



Acredita-se, nesse sentido, que o modelo de pontuação pode trazer vantagens ainda maiores e mais significativas se introduzidas algumas melhorias. Dois princípios gerais deveriam nortear a calibração dos incentivos. Para um aumento do valor agregado pela indústria brasileira, seria necessária uma reforma nos instrumentos para: i) estimular principalmente as atividades de pré e pós-produção, notadamente as de maior valor na curva sorriso, a saber: pesquisa, desenvolvimento, projeto/design, desenvolvimento de software embarcado, serviços atrelados (servitização), distribuição, marketing e propriedade intelectual; e ii) incentivar empresas cujos modelos de negócios se voltem à geração de valor no território nacional, por meio de P&D, engenharia e projetos, e não aquelas que realizam essas atividades em suas sedes globais ou que apenas se concentram na atuação de baixo custo/baixo valor.

Tendo em conta esses princípios, algumas propostas de aperfeiçoamento do instrumento podem ser destacadas. Em primeiro lugar, é possível dotar o modelo de PPB de Pontuação de algum componente dinâmico, já que, como o modelo atual, o modelo de pontuação proposto segue com um caráter essencialmente estático e qualquer tentativa de mudança pode ser percebida como quebra de estabilidade. Nesse sentido, seria importante construir um modelo de pontuação que reflete a dinâmica da realidade setorial e das decisões organizacionais; logo, a sugestão aqui é a construção de PPB dinâmicos, incorporando-se princípio de melhoria contínua à avaliação de PPB e realizando ajustamento na forma de prêmios para ganhos de pontuação em atividades de natureza mais estratégica.

Em segundo lugar, é preciso que o formulador de política tenha maior controle sobre os requisitos impostos para a concessão dos benefícios em termos dos elos da cadeia de valor, em função da relevância estratégica atribuída a cada um deles em um dado momento do tempo e não apenas da participação das atividades incentivadas na estrutura de custos. É certo que é preciso ampliar o leque de escolhas para empresas em termos de que etapas produtivas executar de acordo com seu modelo de negócios e sua capacidade de reação às mudanças internas e externas a que estão sujeitas. No entanto isso não deve ser feito em detrimento da capacidade dos formuladores de política de direcionar essa política industrial no sentido de influenciar o tecido industrial e incentivar o desenvolvimento das indústrias de TIC no país de forma dinâmica. Uma opção a ser considerada seria vincular estrutura de pontuação a atributos básicos da competitividade e de como eles se articulam à capacidade de agregação de valor. Em particular, seria possível vinculação de pontuação a atributos de eficiência/custos; diferenciação; customização e inovação (principalmente por meio da incorporação de tecnologias pervasivas no campo da TI).

Visando avançar nessa direção, entende-se que vale considerar a possibilidade de inclusão de duas modificações no modelo de PPB de Pontuação: i) o agrupamento de atividades; e ii) a instituição de rampas de pontuação.

- i. Agrupamento das atividades – com fulcro de dotar o formulador da política de maior capacidade de definir focos para o fomento à agregação de valor, as listas de etapas produtivas que integram o PPB de Pontuação poderiam ser agrupadas de acordo com os elos da cadeia de valor da informática. Os pontos continuariam sendo atribuídos a cada atividade per se, mas existiria a possibilidade de definir perfis de pontuação também para cada um dos grupos de atividades definidos no PPB. Nessa sistemática, para obter o benefício, a empresa teria que cumprir uma pontuação mínima e máxima em cada grupo de etapas, podendo, por exemplo, ser vedada a hipótese de zerar a pontuação em determinado grupo (ou seja, a empresa não executar atividades em determinado elo da cadeia) ou impor um teto de pontuação acumulada para determinados grupos. Ambas sistemáticas permitem evitar que toda a pontuação fique concentrada em determinado elo (isto é, a empresa só executar etapas em determinado elo da cadeia). A combinação do agrupamento de atividades com a ponderação entre grupos pode permitir que a lei aumente as chances de promover o desenvolvimento mais equilibrado da cadeia de valor no país e ampliar o nível de inserção das empresas nela, estimulando-se mais determinadas atividades produtivas (e não apenas aquelas que garantam às empresas pontuação mínima para ter acesso aos incentivos). Ressalte-se, no entanto, que essas combinações devem ser pensadas de forma a não forçar a perda de especialização ou a diversificação excessiva das empresas. Do contrário, estaria se colocando em risco justamente uma das principais vantagens do PPB de Pontuação, que é a flexibilidade e a adaptabilidade das regras a diferentes modelos de negócios.
- ii. PPB de Pontuação em Rampa – busca atender à necessidade de introduzir um componente dinâmico ao modelo sugerido de PPB de Pontuação, caso seja de interesse do formulador da política, pode-se introduzir um requisito de pontos a ser atingido para a obtenção do benefício que seja crescente com o passar do tempo. O objetivo é fornecer o incentivo mediante a contrapartida de que as empresas progridam para se manterem no programa, por exemplo, investindo no desenvolvimento de novas capacitações ou em P&D ou em novas plantas para executar novas etapas. Para isso, combina-se uma pontuação inicial para obter o benefício no período imediatamente após a concessão e uma meta de aumento dessa pontuação inicial a ser alcançada ao longo do tempo para que o benefício concedido seja mantido em períodos seguintes. A métrica dinâmica reflete a trajetória de ganho da empresa ao longo do tempo, ou seja, sua progressão na rampa à medida que atende aos requisitos que definem cada segmento da rampa. Nesse caso, a rampa poderia ser fixada para esses agrupamentos, reduzindo os riscos de *engessamento* da empresa na realização ou expansão futura de atividades muito específicas. Ademais, para implementar uma sistemática de incentivo à melhoria contínua e flexível, seria importante ter instrumentos para avaliar se um eventual avanço, em etapas correlatas, justificaria a concessão de benefício, mas em situações em que não houve avanço em uma etapa básica utilizada como referência para medir a ascensão ao longo da rampa.



6.6. A título de conclusão: mudanças introduzidas na sistemática de PPBs com reformulação da Lei de Informática (2019)

Em 26 de dezembro de 2019, foi aprovada a Lei nº 13.969 (BRASIL, 2019d), que dispõe sobre a política industrial para o setor de tecnologias da informação e comunicação e para o setor de semicondutores, alterando o texto legal das Leis nº 8.248/1991 (Lei de Informática) (BRASIL, 2019b), nº 11.484/2007 (Padis e PATVD) (BRASIL, 2007), nº 10.637/2002 (PIS e Pasep) (BRASIL, 2002), e nº 8.387/1991 (Lei de Informática da ZFM) (BRASIL, 1991b). A partir dessa aprovação, a Lei de Informática foi reformulada. As alterações impostas na nova lei decorreram das contestações das políticas de incentivos previstos na Lei de Informática e na Lei do Padis levantadas pela OMC. Entre as regras questionadas na Lei de Informática, é possível apontar o benefício fiscal concedido sobre o recolhimento do IPI e alguns dos requisitos impostos pelas portarias interministeriais de PPB, as quais estão em atualização desde junho de 2019.

A mudança mais drástica implementada pela Lei nº 13.969/2019 (BRASIL, 2019d) foi a alteração do incentivo de redução do IPI. O novo benefício fiscal será aproveitado por meio de créditos financeiros que levam em conta o valor do investimento de PD&I das empresas e o valor do faturamento em produtos que cumpram as regras do processo produtivo básico das empresas habilitadas no programa. É possível também apontar as alterações na forma de cálculo da base de obrigação de investimento de PD&I, nas limitações de investimento por ICTs e na abrangência do escopo dos depósitos em programas e projetos de interesse nacional nas áreas de tecnologias da informação e comunicação considerados prioritários.

Segundo a nova legislação, os PPBs deverão passar por alterações para adequação à nova legislação, uma vez que a nova fórmula de cálculo do benefício prevê um PPB por sistema de pontuação e não como é hoje, por definição de cumprimento de etapa produtiva. A Portaria interministerial nº 46 (e 47 para a ZFM), publicada em 21 de outubro de 2019 (BRASIL, 2019e; 2019f), prevê que a pontuação atingida em cada etapa produtiva será determinada pelo número de realizações no país em relação ao número total da produção ou em relação ao número dessa etapa produtiva realizada na produção total, o que for maior. Também indica que não há obrigatoriedade de que o resultado das etapas produtivas realizadas seja agregado à própria produção incentivada da empresa, exceção a projeto e desenvolvimento, softwares embarcados, firmwares e middlewares, bem como à incorporação de capacidades específicas, como a de recepção de sinais de TV digital do tipo SBTVD. Também prevê que “é obrigatória a realização, no país, da etapa de integração final do produto, que deve incluir a integração da placa com função de processamento central, se houver”.

Com a publicação dos novos PPBs, foi instituído um sistema de pontuação em que cada etapa dá certo número de pontos para a empresa, que deve alcançar um mínimo para atingir a exigência de produção no Brasil. A nova metodologia está particularmente vinculada à revisão dos processos produtivos básicos de celulares e *notebooks*. Segundo os critérios anteriores, para um celular ser considerado um produto industrializado no país para efeitos da Lei nº 8.248/1991 (BRASIL, 1991b), ele precisaria incluir entre 50% a 80% de carregadores, baterias, fios e memórias também industrializados no país. Os novos PPBs eliminam a exigência. No lugar, é criado um sistema que dá pontos caso o fabricante incorpore etapas produtivas no Brasil. Com diferentes pesos, as 17 ou 18 etapas somam até 116 pontos. Para celulares, bastam 35 pontos para cumprir o PPB, 39 para os *notebooks*.

6.7. Referências

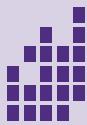
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). O **Brasil na infoera:** impactos da lei de informática no país. São Paulo, 2013. 66 p. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/programas/imagens/brainfo.pdf>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). **Prorrogação e aperfeiçoamento da Lei de Informática:** um imperativo para o Brasil do Século XXI. Abril 2014 44 p. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/programas/imagens/lei.pdf>.

BAMPI, S. (Coord.). **Perspectivas do investimento em eletrônica.** Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Economia; Unicamp: Instituto de Economia, 2008/2009.

BRASIL. Controladoria Geral da União (CGU). **Relatório de avaliação da Lei de Informática.** Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações Exercício, 2018. Brasília/DF, 1º abr. 2019. 2019c. Disponível em: <https://auditoria.cgu.gov.br/download/12827.pdf>.

BRASIL. Ministério da Economia, Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade. **Portaria Interministerial nº 46, de 9 de outubro de 2019.** Estabelece regras gerais de cumprimento de processos produtivos básicos de bens e serviços de tecnologias da informação e comunicação estabelecidos por metas de pontuação, produzidos no país. 2019e. Disponível em: <https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-interministerial-n-46-de-9-de-outubro-de-2019-222813445>.



BRASIL. Ministério da Economia, Secretaria Especial de Produtividade, Emprego e Competitividade. **Portaria Interministerial nº 47, de 9 de outubro de 2019.** Estabelece regras gerais de cumprimento de Processos Produtivos Básicos de bens e serviços de tecnologias da informação e comunicação estabelecidos por metas de pontuação, produzidos na Zona Franca de Manaus. 2019f. Disponível em: http://lex.com.br/legis_27896885_PORTARIA_INTERMINISTERIAL_N_47_DE_9_DE_OUTUBRO_DE_2019.aspx.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços – MDIC. Secretaria de Desenvolvimento e Competitividade Industrial. **Estudo sobre cenários para a lei de informática pós-painéis da OMC** (WT/DS472/R e WT/DS497/R), Determinação 9.9.1. Acórdão 729/2018-TCU-Plenário, 2018. p. 134 .

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.387, de 30 de dezembro de 1991.** Dá nova redação ao § 1º do art. 3º aos arts. 7º e 9º do Decreto-Lei nº 288. 1991a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8387.htm#:~:text=LEI%20N%C2%80%208.387%20DE%2030%20DE%20DEZEMBRO%20DE%201991&text=D%C3%A1%20nova%20reda%C3%A7%C3%A3o%20ao%20%C2%A7,1953%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A3ncias.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 11.484, de 31 de maio de 2007.** Dispõe sobre os incentivos às indústrias de equipamentos para TV Digital e de componentes eletrônicos semicondutores e sobre a proteção à propriedade intelectual das topografias de circuitos integrados, instituindo o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores – Padis e o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Equipamentos para a TV Digital – PATVD. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11484.htm.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 13.969, de 26 de dezembro de 2019.** Dispõe sobre a política industrial para o setor de tecnologias da informação e comunicação e para o setor de semicondutores. 2019d. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/L13969.htm.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991.** Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação, e dá outras providências. 1991b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8248.htm.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 10.637, de 30 de dezembro de 2002.** Dispõe sobre a não-cumulatividade na cobrança da contribuição para os Programas de Integração Social (PIS) e de Formação do Patrimônio do Servidor Público (Pasep), nos casos que especifica. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10637.htm.

BRASIL. Tribunal de Contas da União – TCU. **Auditoria na lei de informática.** Tribunal de Contas da União; Relator Ministro-Substituto André Luís de Carvalho. Brasília: TCU, Secretaria de Fiscalização de Tecnologia da Informação (Sefti), 2014. Disponível em: <https://portal.tcu.gov.br/lumis/portal/file/fileDownload.jsp?fileId=8A8182A25232C6DE0152A280431968EC>.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Relatório contendo alternativas de aprimoramento da Lei de Informática.** Subsídios técnicos para o aprimoramento da Lei de Informática. Relatório Técnico final. (Reservado). Brasília: 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **O Estado da Inovação no Brasil.** Brasília: CNI, 2015. 274 p. Disponível em: https://bucket-gw-cni-static-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/dc/1b/dc1b54e7-c58f-41d6-b609-2a996e5adb9b/agenda_mei2015_web2.pdf.

FILIPPIN, F. **Estado e desenvolvimento:** a indústria de semicondutores no Brasil. 285f. 2016. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Economia. Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP: 2016. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/321201/1/Filippin_Flavia_M.pdf.

GARCIA, R.; ROSELINO, J. Uma avaliação da lei de informática e de seus resultados como instrumento indutor de desenvolvimento tecnológico e industrial. **Gestão & Produção**, v. 11, n. 2, p. 177-185, mai./ago. 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/gp/v11n2/a04v11n2.pdf>.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). **Indústria e desenvolvimento:** reflexões e propostas do ledi para a economia brasileira. São Paulo: Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial, 584 p. 2014. Disponível em: https://iedi.org.br/anexos_legado/5522db6fobc9668e.pdf.

PACHECO, C. A. O financiamento do gasto em P&D do setor privado no Brasil e o perfil dos incentivos governamentais para P&D. **Revista USP**, São Paulo, n. 89, p. 256-276, mar./maio, 2011. Disponível em: <http://rusp.scielo.br/pdf/rusp/n89/18.pdf>.

PROCHNIK, Victor; LABRUNIE, Mateus Lino; SILVEIRA, Marco Antonio; RIBEIRO, Eduardo Pontual. A política da política industrial: o caso da Lei de Informática. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 14, n. especial, p. 133-152, 2015. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/download/8649103/15652/>.



QUEIROZ FILHO, Antonio Sergio Malaquias de. **Avaliação de impacto da Lei de Informática utilizando os métodos Propensity Score Matching e diferenças em diferenças.** 92f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: Ipea, 2019.

RIBEIRO, Eduardo; PROCHNIK, Victor; DENEGRI, João. Productivity in the Brazilian informatics industry and public subsidies: a quantitative assessment. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA. 39., Foz do Iguaçu-PR: Anpec, 2011. **Abstract...** Foz do Iguaçu-PR: Anpec, 2011. Disponível em: https://www.academia.edu/3137170/PRODUCTIVITY_IN_THE_BRAZILIAN_INFORMATICS_INDUSTRY_AND_PUBLIC_SUBSIDIES_A_QUANTITATIVE_ASSESSMENT_.

SALLES FILHO, Sérgio; STEFANUTO, Giancarlo; MATTOS, Carolina; ZEITOUM, Camila; CAMPOS, Fábio. Avaliação de impactos da Lei de Informática: uma análise da política industrial e de incentivo à inovação no setor de TICs brasileiro. **Revista Brasileira de Inovação**, v. 11, p. 191-218, 2012. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/download/8649041/15590/>.

SCHOLZE, S. H. C. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação em tecnologias da informação e comunicação:** Lei de Informática e incentivos fiscais à luz das novas teorias regulatórias. 290 f. Tese (Doutorado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2016. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/22454/1/2016_SimoneHenriquetaCossetinScholze.pdf.

SILVA, L. N. F. **Incentivos fiscais ao esforço inovativo e à inovação no Brasil:** uma análise crítica da gestão governamental. 135 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências e Letras (Campus Araraquara) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2018. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/153299/silva_Inf_me_arafcl.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

SOUZA, Rodrigo Abdalla Filgueiras de. Vinte anos da Lei de Informática: estamos no caminho certo? **Boletim Radar**, Brasília, n. 16, Ipea, p. 27-36, 2011. Disponível em: http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/radar/111108_radar16_3_cap3.pdf.

TIGRE, P. (Coord.). **Perspectivas do investimento em tecnologias da informação e comunicação.** Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Economia; Unicamp, Instituto de Economia. 2008/2009. 272 p. Relatório integrante da pesquisa “Perspectivas do Investimento no Brasil”, em parceria com o Instituto de Economia da Unicamp, financiada pelo BNDES.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (UNICAMP); CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Projeto de avaliação da política de informática** – Relatório Final. Unicamp-

Geopi/DPDC. Brasília, 2010. Disponível em: <http://www.scribd.com/doc/84859034/217783brasilhttp://www.scribd.com/doc/84859034/217783brasil>.

ZYLBERBERG, E. Redefining Brazil's role in information and communication technology global value chains. Saïd School of Business, University of Oxford, MIT-IPC Working Paper 16-003, June 2016. Disponível em: <https://ipc.mit.edu/sites/default/files/2019-03/16-003.pdf>.



Capítulo 7 | Os processos produtivos básicos dos bens de informática incentivados e a *smiling curve* da cadeia de valor de TIC no Brasil



7. Os processos produtivos básicos dos bens de informática incentivados e a *smiling curve* da cadeia de valor de TIC no Brasil

Emanoel Querette¹⁸

7.1. Introdução

A Lei de Informática foi editada em 1991 para fomentar o desenvolvimento do setor de tecnologias da informação e comunicação (TICs), que tem sua importância associada à sua condição de gerador de novas tecnologias aplicáveis a uma ampla gama de atividades. Trata-se de uma das mais longevas políticas de incentivo fiscais existentes no Brasil e uma ferramenta relevante para estimular investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e o adensamento da cadeia de valor. Passados mais de 25 anos desde a criação da Lei de Informática, hoje o setor de TIC experimenta grandes mudanças estruturais, em decorrência do crescente nível de digitalização da manufatura e entrega de conteúdo com base em plataformas digitais. Visando contribuir com o entendimento dos processos de agregação de valor na indústria, de modo a apoiar o processo de formulação e ajuste da política pública de fomento, este artigo analisa os processos produtivos básicos (PPBs) dos bens incentivados pela Lei de Informática como segundo elos da cadeia de valor e a noção de *smiling curve* (curva sorriso) característica dessa cadeia.

A Lei de Informática (BRASIL, 1991b e alterações posteriores) foi concebida para estimular a indústria brasileira de tecnologia da informação e comunicação, principalmente por meio do estímulo à instalação e operação de empresas de manufatura de *hardware*, não só pela concessão de incentivos fiscais, mas também por meio de contrapartidas exigidas dessas empresas no tocante à realização de pesquisa e desenvolvimento e da produção local. No entanto, considerando o caráter modularizado e globalmente distribuído da fabricação de bens de informática, notadamente caracterizando uma cadeia global de valor (CGVs), a definição do que consiste em produto nacional não é tarefa trivial.

¹⁸ Querette Consultoria e Pesquisa.

O espírito da política pública de incentivo à indústria de TICs no Brasil entende a necessidade de fortalecimento das capacitações locais, evitando que empresas multinacionais se beneficiem dos incentivos da lei, localizando no país apenas atividades de baixa agregação de valor e pouco componente de conhecimento. Como meio de operacionalizar o que seria este produto nacional, a lei estabeleceu a figura do Processo Produtivo Básico (PPB), isto é, um conjunto mínimo de etapas fabris que reflete o nível de nacionalização necessário para cada tipo de produto ou componente, e que empresas devem cumprir para serem elegíveis à obtenção dos benefícios fiscais estabelecidos. A iniciativa para definição de PPBs geralmente parte da empresa fabricante interessada em obter o incentivo para seus produtos, mas o conteúdo do PPB é definido por portaria ministerial, após análise de um grupo de trabalho específico.

Como veremos a seguir, a distribuição do processo de agregação de valor ao longo da cadeia produtiva de bens de TICs tem se alterado ao longo do tempo. Atividade a montante e a jusante da cadeia contribuem com cada vez mais valor, enquanto as atividades de montagem e manufatura no meio dos processos respondem com cada vez menos valor. Esse fenômeno resulta na chamada curva sorriso. Com o intuito de manterem-se no país as atividades de maior valor agregado e maior componente tecnológico, evidencia-se a relevância de considerar a *smiling curve* da cadeia de valor de TIC e de analisar os PPBs de produtos incentivados à luz desse conceito, de modo a avaliar a pertinência de ajustes nos PPBs existentes e nos critérios de definição deles.

7.2. Participação do Brasil na cadeia global de valor de eletrônicos

A exportação de produtos eletroeletrônicos¹⁹ do Brasil foi de US\$ 17,28 trilhões em 2017 (UN COMTRADE, 2018), equivalente a apenas 7,94% das exportações totais neste ano (US\$ 217,7 trilhões). Os produtos apoiados pela Lei de Informática enquadram-se em cerca de 105 códigos de produtos na classificação internacional HS (ver Apêndice A). A exportação brasileira desses produtos é bastante equilibrada, com uma predominância para produtos finais nos segmentos de computadores, eletrônicos ao consumidor e equipamentos industriais (56%).

É possível observar, na Tabela 2, que o saldo da balança comercial brasileira dos bens incentivados pela Lei de Informática é consistentemente negativo, na relação com os principais parceiros comerciais (medido pelo volume absoluto de comércio), em todos os estágios da cadeia de valor, o que demonstra

¹⁹ Simplificadamente representada pelos capítulos 84 e 85 do HS 2017 (UN COMTRADE).



que as empresas brasileiras, embora exportem componentes, partes e produtos finais, importam todos esses itens em valor superior. Como podemos ver na Tabela 1, o valor total importado em 2017 foi US\$15,99 bilhões, contra US\$ 2,2 bilhões exportados. Observa-se, por um lado, que o tipo de bem mais exportado foi o de produtos finais para o segmento de equipamentos industriais (29%), seguido de eletrônicos automotivos (19%) e computadores, produtos para armazenamento e escritório (15%). Por outro lado, os produtos mais importados, não surpreendentemente, são os eletrônicos ao consumidor, respondendo por mais de 40% das importações. Entre 2012 e 2015, observou-se redução expressiva nas exportações para os principais parceiros comerciais do Brasil, por exemplo a China, a União Europeia, a Bélgica, a Argentina, o Chile e a Colômbia. Destaca-se o crescimento das exportações para o Reino Unido (22,6%) e a Finlândia (22,1%).

**Tabela 1 - Exportações e importações do Brasil para o mundo,
por elo da cadeia de valor e participação (2017)**

Estágio da cadeia de valor	Em US\$ milhões			
	Export. bruta (%)	Import. bruta (%)		
Componentes elétricos	107,22	4,85	396,94	2,48
Componentes eletrônicos	23,80	1,08	1.598,91	10,00
Bens intermediários (<i>subassemblies</i>) – elétricos	200,49	9,08	1.136,89	7,11
Bens intermediários (<i>subassemblies</i>) – eletrônicos	84,97	3,85	735,90	4,60
Produtos finais – computadores, armazenamento, escritório	340,29	15,41	1.639,41	10,25
Produtos finais – eletrônicos ao consumidor	286,02	12,95	6.465,62	40,43
Produtos finais – equipamentos industriais	651,38	29,49	2.613,62	16,34
Produtos finais – automotivo	425,59	19,27	563,75	3,53
Produtos finais – médico	88,72	4,02	841,23	5,26
Total	2.208,47	100,00	15.992,27	100,00

Fonte: elaboração própria com base em dados de UN Comtrade (2018).

Nota: produtos selecionados conforme CGEE (2019). Ver classificação no apêndice.

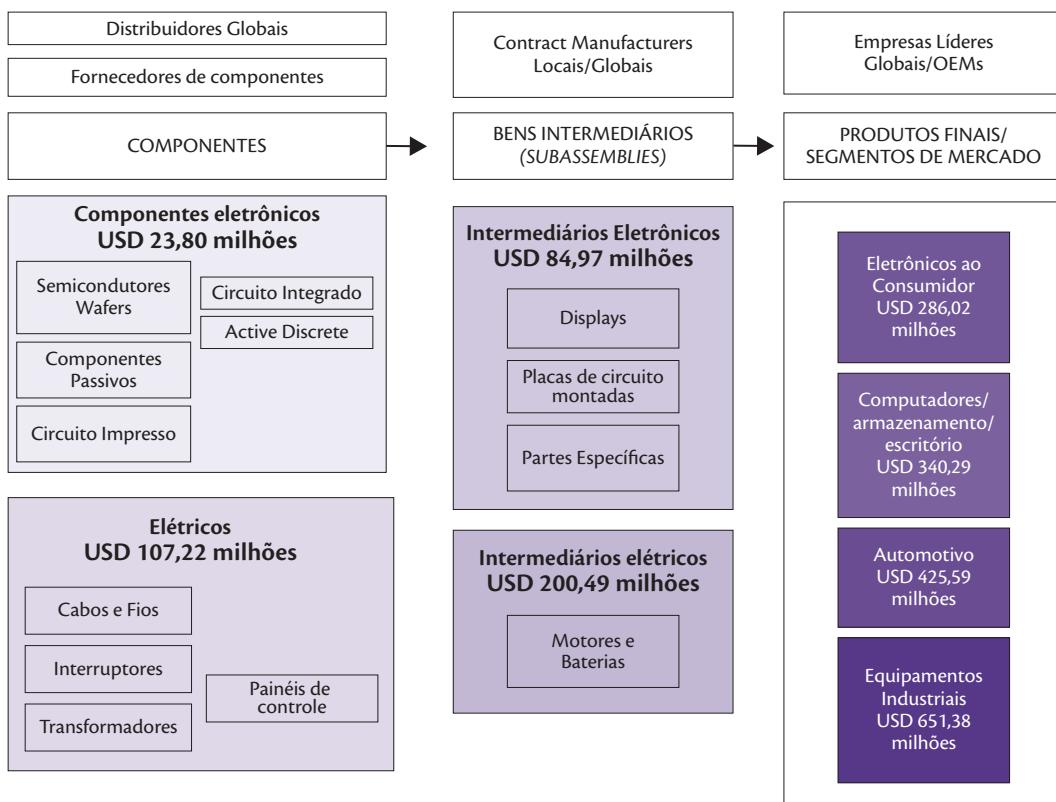


Figura 1 - Volume de exportações brasileiras por elo da cadeia de valor de bens incentivados pela Lei de Informática

Fonte: elaboração própria com base em dados de UN Comtrade (2018).

Nota: produtos selecionados conforme CGEE (2019).

As principais considerações de um fabricante de componentes e produtos eletroeletrônicos e semicondutores na decisão por localização global incluem: o custo de produção, que é impactado pela taxa de câmbio, impostos e custos de mão de obra, intensidade de capital e tecnologia envolvidos na produção; a proximidade geográfica com os fornecedores e mercados consumidores; a segurança jurídica e o suporte governamental, incluindo incentivos fiscais.

Os principais fatores que afetam a localização de um fabricante de componentes semicondutores e elétricos incluem o custo de produção, que é impactado pelas taxas de mão de obra e taxas de câmbio pelos níveis de intensidade de capital e tecnologia envolvidos na fabricação pela proximidade com fornecedores e clientes, pelo suporte governamental para fabricantes de componentes eletrônicos (tais como, isenções fiscais, concessões de depreciação e subsídios) e pelos elementos históricos de



dependência de trajetórias e redes de conhecimento e comércio. O Brasil encontra-se em desvantagem em várias dessas dimensões. A despeito da vantagem em termos de qualificação de mão de obra e do seu custo relativo, a carga tributária brasileira é muito superior aos seus concorrentes asiáticos, em especial a China. Além disso, a reorientação da oferta e da demanda de componentes para os mercados asiáticos encarece os custos de logística, uma vez que a América do Norte, embora ainda concentre os líderes da cadeia, já não processa um grande volume de materiais tangíveis, mas principalmente *design* e *software*. A Ásia é atrrente porque é competitiva em termos de custo, tem uma base de fornecimento forte e bem desenvolvida e tem o mercado consumidor final que mais cresce no mundo. A qualificação profissional, que no passado era uma restrição à realização de P&D em países como a China, já não é fator tão relevante, dada a melhoria do treinamento de engenheiros e cientistas, com uma grande vantagem de custo.

O elemento histórico também pode ser considerado um gargalo ao desenvolvimento brasileiro. Os países asiáticos possuem uma massa crítica na fabricação de componentes e peças que foi construída ao longo de décadas. Novamente, não é o caso de negar a qualidade das empresas brasileiras de eletroeletrônicos, mas estas ainda são poucas e pequenas. Além disso, pode-se argumentar que as empresas existentes no país são, em sua maioria, filiais de empresas multinacionais, cujas decisões sobre quais atividades de valor agregado ocorrem em cada uma de suas localizações globais é determinada em suas sedes corporativas.

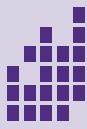
**Tabela 2 - Exportações e importações do Brasil para o mundo,
por elo da cadeia de valor (2012, 2014, 2016 e 2017)**

Em US\$ milhões

Estágio da cadeia de valor	2012			2014
	Export. bruta	Import. bruta	Saldo	Export. bruta
Componentes elétricos	111,72	707,56	-595,84	119,64
Componentes eletrônicos	34,31	2.000,75	-1.966,44	31,54
Bens intermediários (<i>subassemblies</i>) – elétricos	293,78	1.502,04	-1.208,26	289,34
Bens intermediários (<i>subassemblies</i>) – eletrônicos	92,49	1.788,60	-1.696,10	84,89
Produtos finais – computadores, armazenamento, escritório	461,78	2.721,39	-2.259	374,75
Produtos finais – eletrônicos ao consumidor	706,82	7.477,32	-6.770	366,88
Produtos finais – equipamentos industriais	1.198,71	3.614,53	-2.415	677,21
Produtos finais – automotivo	525,01	858,93	-333	448,51
Produtos finais – médico	89,33	912,43	-823	85,52
Total	3.513,97	21.583,55	-18.069	2.478,29

Fonte: elaboração própria com base em dados de UN Comtrade (2018).

Nota: produtos selecionados conforme CGEE (2019). Ver classificação no Apêndice A.



	2016			2017				
	Import. bruta	Saldo	Export. bruta	Import. bruta	Saldo	Export. bruta	Import. bruta	Saldo
	664,87	-545,23	103,87	382,90	-279,03	107,22	396,94	-289,73
	2.360,72	-2.329,18	20,40	1.382,63	-1.362,24	23,80	1.598,90	-1.575,11
	1.520,79	-1.231,45	203,64	1.021,83	-818,19	200,49	1.136,89	-936,40
	1.304,32	-1.219,43	82,68	759,90	-677,22	84,97	735,90	-650,93
	2.501,71	-2.126,96	351,62	1.607,61	-1.255,99	340,29	1.639,41	-1.299,13
	8.898,32	-8.531,44	235,13	4.974,38	-4.739,25	286,02	6.465,62	-6.179,60
	3.933,35	-3.256,14	675,45	2.911,17	-2.235,72	651,38	2.613,62	-1.962,24
	770,69	-322,17	345,83	533,25	-187,42	425,59	563,75	-138,17
	1.035,90	-950,38	79,38	766,21	-686,83	88,72	841,23	-752,51
	22.990,67	- 20.512,38	2.097,99	14.339,89	- 12.241,90	2.208,47	15.992,27	-13.783,80

Tabela 3 - Principais compradores e balança comercial (2012-2017)

Em US\$ milhões

País	2012			2014	
	Import. brutas	Export. brutas	Saldo	Import. brutas	Export. brutas
China	5.602,13	79,37	-5.522,76	5.455,83	78,03
União Europeia	3.841,48	437,54	-3.403,94	3.843,66	445,99
Alemanha	1.425,67	193,16	-1.232,51	1.400,31	136,21
Hong Kong, China	918,84	77,55	-841,28	867,24	38,15
França	469,97	66,96	-403,01	368,19	78,32
Argentina	124,15	751,10	626,95	86,76	389,48
Bélgica	100,47	15,85	-84,61	121,36	18,99
Reino Unido	232,39	7,03	-225,36	252,60	16,37
Chile	13,75	184,87	171,12	9,06	89,67
Espanha	102,31	16,64	-85,67	159,81	23,31
Suíça	166,40	5,63	-160,78	134,75	5,47
Colômbia	7,08	121,22	114,14	12,86	68,34
Áustria	62,27	10,59	-51,68	61,79	12,30
Bolívia		39,30	39,30		58,45
Finlândia	116,83	1,02	-115,80	76,00	1,43
Indonésia	40,78	5,78	-35,00	38,19	3,64
Dinamarca	61,69	1,88	-59,81	62,20	1,95
Canadá	143,47	23,42	-120,05	95,48	21,20
Hungria	69,20	8,49	-60,71	50,24	14,83
Índia				59,50	37,62

Fonte: elaboração própria com base em dados de UN Comtrade (2018).

Nota: produtos selecionados conforme CGEE (2019). Ver classificação no Apêndice A.



	2016		2017					
	Saldo	Import. brutas	Export. brutas	Saldo	Import. brutas	Export. brutas	Saldo	
	-5.377,80	3.689,87	97,07	-3.592,80	4.938,70	73,55	-4.865,15	
	-3.397,67	2.458,45	418,59	-2.039,85	2.738,37	415,11	-2.323,26	
	-1.264,10	905,94	141,47	-764,48	1.051,29	161,03	-890,26	
	-829,10	712,64	30,79	-681,85	894,29	32,03	-862,26	
	-289,86	326,64	84,02	-242,62	412,31	68,05	-344,26	
	302,72	56,62	331,64	275,03	43,41	367,52	324,11	
	-102,37	92,96	9,42	-83,54	136,98	4,84	-132,14	
	-236,23	141,82	14,21	-127,62	125,34	19,52	-105,83	
	80,61	11,13	70,58	59,44	3,18	95,63	92,45	
	-136,51	98,01	16,27	-81,74	109,12	18,51	-90,60	
	-129,29	72,97	8,24	-64,73	80,44	8,24	-72,21	
	55,48	8,97	62,55	53,58	7,95	69,43	61,48	
	-49,49	64,81	9,51	-55,30	65,08	11,33	-53,75	
	58,45		42,30	42,30		52,29	52,29	
	-74,57	43,80	1,11	-42,68	50,90	2,78	-48,12	
	-34,55	30,99	5,84	-25,15	49,51	5,82	-43,69	
	-60,25	33,77	1,57	-32,20	35,54	1,32	-34,22	
	-74,28	59,58	15,07	-44,52	48,07	18,24	-29,82	
	-35,41	35,25	25,10	-10,14	39,63	11,54	-28,09	
	-21,88	34,96	18,87	-16,09	47,95	24,71	-23,24	

Tabela 4 - Principais parceiros comerciais do Brasil na cadeia de valor de informática e taxa de crescimento (2017)

País	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Em US\$ milhões CAGR 2012-2017 (%)
China	79,37	82,91	78,03	69,92	97,07	73,55	-1,51
União Europeia	437,54	460,60	445,99	414,52	418,59	415,11	-1,05
Alemanha	193,16	175,77	136,21	135,47	141,47	161,03	-3,57
Hong Kong, China	77,55	61,75	38,15	45,79	30,79	32,03	-16,21
França	66,96	81,11	78,32	65,93	84,02	68,05	0,32
Argentina	751,10	573,60	389,48	326,70	331,64	367,52	-13,32
Bélgica	15,85	22,05	18,99	10,45	9,42	4,84	-21,13
Reino Unido	7,03	11,76	16,37	15,67	14,21	19,52	22,65
Chile	184,87	152,10	89,67	67,78	70,58	95,63	-12,35
Espanha	16,64	16,92	23,31	21,56	16,27	18,51	2,15
Suíça	5,63	4,39	5,47	5,27	8,24	8,24	7,92
Colômbia	121,22	85,55	68,34	59,72	62,55	69,43	-10,55
Áustria	10,59	15,07	12,30	9,22	9,51	11,33	1,35
Bolívia	39,30	41,07	58,45	49,37	42,30	52,29	5,88
Finlândia	1,02	3,87	1,43	0,94	1,11	2,78	22,12
Indonésia	5,78	5,92	3,64	6,14	5,84	5,82	0,13
Dinamarca	1,88	1,54	1,95	2,20	1,57	1,32	-6,84
Canadá	23,42	17,96	21,20	14,62	15,07	18,24	-4,87
Hungria	8,49	4,71	14,83	14,34	25,10	11,54	6,34
Índia		26,50	37,62	47,85	18,87	24,71	-1,39

Fonte: elaboração própria com base em dados de UN Comtrade (2018).

Nota: produtos selecionados conforme CGEE (2019). Ver classificação no Apêndice A.



7.3. Análise dos PPBs segundo os elos da cadeia de valor e a *smiling curve* do setor

Para além da contrapartida de investimento em P&D exigida para elegibilidade das empresas, a Lei nº 8.248/1991, Lei de Informática (BRASIL, 1991b) – tendo surgido como resposta à reabertura do mercado de informática a produtos estrangeiros, cujo principal instrumento é a redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) – incentiva o adensamento das atividades de manufatura e montagem, como ilustrado pela curva sorriso. Uma análise dos PPBs à luz da cadeia de valor de bens de informática e do conceito de curva sorriso demonstra essa concentração de atividades no estágio intermediário, no fundo da curva. O cumprimento de um PPB é uma exigência da Lei de Informática para que as empresas possam receber o incentivo fiscal. O PPB foi criado pela Lei nº 8.387/1991 e é definido como “o conjunto mínimo de operações, no estabelecimento fabril que caracteriza a efetiva industrialização de determinado produto” (BRASIL, 1991, alínea b). A elaboração do PPB é um processo complexo de negociação entre produtores, fornecedores e governo, e sua fiscalização e acompanhamento também são complexas.

A indústria brasileira de bens de informática enquadra-se entre uma das maiores do mundo. Além disso, esse setor possui grande importância estratégica, uma vez que apresenta tendências de aceleração decorrente de fenômenos, como a Internet das Coisas, o avanço da convergência tecnológica e a crescente digitalização da economia. No entanto, além dos desafios estruturais associados ao Custo Brasil, o setor no país apresenta balança comercial cronicamente deficitária e desvantagens logísticas em relação aos fabricantes do leste asiático e aos países líderes. O caráter modular dessa indústria e a globalização da sua cadeia de valor representam oportunidade a países de renda média, como o Brasil, em participar da cadeia global de valor sem a necessidade do desenvolvimento de todas as competências verticais ao processo produtivo. No entanto os ganhos decorrentes da participação em cadeias globais de valor não são automáticos. O conceito de curva sorriso (*smiling curve*), proposto originalmente por Stan Shih, fundador da Acer, demonstra como o valor agregado ao longo da cadeia de valor não é uniforme, mas concentra-se em determinados estágios da cadeia. A divisão do trabalho entre países, portanto, tem importantes implicações no grau de captura do valor gerado ao longo da cadeia. Os países líderes na CGV de TIC usualmente controlam atividade no início e o fim da cadeia, a saber, P&D e *design* de produto a montante, e atividades de *marketing* e marca a jusante, sendo essas atividades de maior diferenciação e maior valor agregado.

Observa-se que os países em desenvolvimento usualmente desempenham atividades nos estágios da cadeia de valor referentes aos estágios de manufatura e montagem, intermediárias, de menor qualificação e maior padronização, e, portanto, de menor valor agregado e sujeitas a margens restritas e maior competição. A figura a seguir representa essa diferente agregação de valor respectivamente aos estágios da cadeia e como elas se distribuem entre países líderes e países em desenvolvimento.

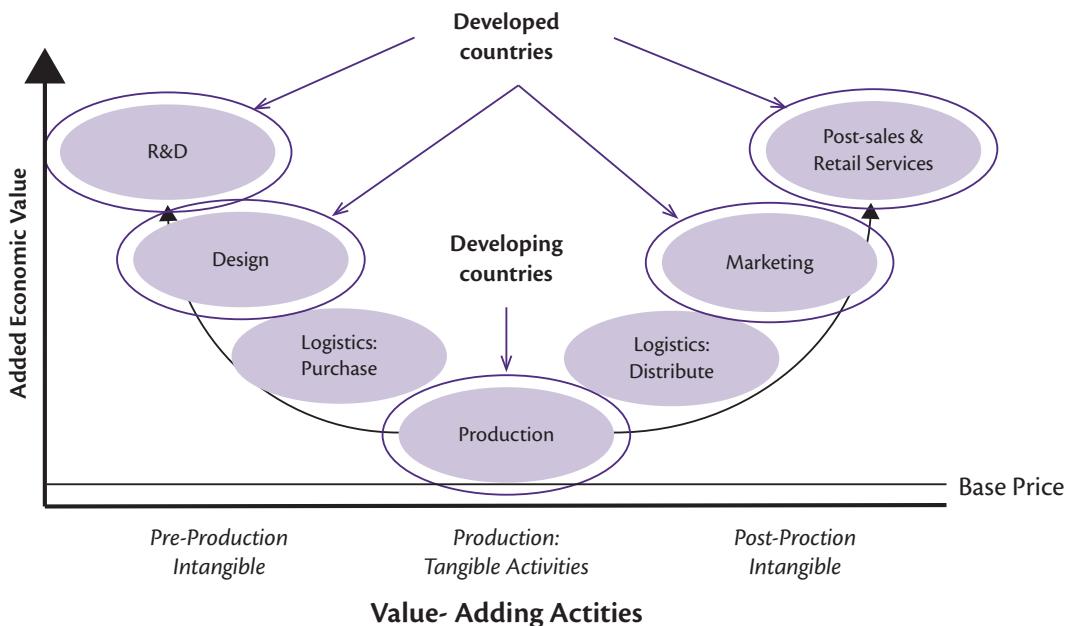


Figura 2 - Curva sorriso e atividades de agregação de valor

Fonte: Fernandez-Stark, Frederick e Gereffi (2011).

Gereffi e Fernandez-Stark (2016) apontam para estratégias de *upgrading* que envolvem a transição para atividade de maior valor agregado na cadeia, ainda que isso signifique diminuir o volume de atividades realizadas no país e aumentar o volume de importações. Um país que importa grande quantidade de bens intermediários e exporta um grande volume de bens finais de alto conteúdo tecnológico é capaz de capturar uma parcela relativamente maior do valor agregado e acessar mercados globais, a despeito da perda na produção local. Fundamentalmente, o que a curva sorriso demonstra é que o valor de um produto se concentra principalmente nas atividades intangíveis de pesquisa, design, projeto, marca, marketing e comercialização. Essas atividades exigem elevada qualificação profissional e são, portanto, mais recompensadas por meio de salários mais elevados.



Com base em documentos consultados, foram identificados 108 PPBs associados aos bens incentivados pela Lei de Informática. A partir da análise desses 108 PPBs em relação às etapas da cadeia de valor de bens de informática e segundo o desenho da *smiling curve* apresentado na Figura 1, encontramos a predominância de atividades de manufatura e montagem de bens finais (70 PPBs) e bens intermediários (27). Esse achado é condizente com o entendimento de que a indústria brasileira é fortemente dependente das importações de partes e componentes.

Tabela 5 - Lista dos PPB analisados

Nº	Produto	Portarias (país, ZFM)	
1	Bens de informática aplicados às telecomunicações	nº 49, de 29.10.2018	nº 50, de 29.10.2018
2	Unidades digitais de processamento de grande porte e unidades de controle de periféricos (controladores de discos, de fitas, de impressoras e de leitores ópticos ou magnéticos) e expansões de função.	nº 46, de 08.04.94 e alteração	nº 44, de 08.04.94 e alteração
3	Unidades digitais de processamento de médio porte e unidades de controle de periféricos (controladores de discos, de fitas, de impressoras e de leitores ópticos ou magnéticos) e expansões de função	nº 47, de 08.04.94 e a seguinte alteração: 19 de 12.04.00	nº 45, de 08.04.94 e a seguinte alteração: 21, de 12.04.00
4	Círculo impresso multicamadas	nº 56, de 28.09.00	nº 55, de 28.09.00
5	Gabinete metálico para bens de informática	nº 243, de 15.10.01	nº 248, de 15.10.01
6	Monitor de sinais biológicos e cabo com sensor de sinais biológicos.	nº 88, de 15.05.02	nº 247, de 15.10.01
7	Balança eletrônica	nº 246, de 15.10.01	nº 245, de 15.10.01
8	Dispositivo eletrônico para acionamento de fechadura de cofre com tranca	nº 296, de 27.12.01	nº 297, de 27.12.01
9	Filtro dielétrico	nº 13, de 29.01.02	nº 14, de 29.01.02
10	Gabinete plástico para unidades digitais de processamento de pequeno porte	nº 35, de 08.03.02	nº 36, de 08.03.02
11	Monitor de vídeo com tela de plasma	nº 132, de 08.08.02	nº 133, de 08.08.02
12	Acumuladores elétricos próprios para equipamentos de telecomunicações das posições NCM 8525.20.21 e 8517.30 e conversores estáticos (<i>no break</i>), NCM 8504.40, baseados em técnica digital	nº 189, de 14.11.02	nº 188, de 14.11.02

Nº	Produto	Portarias (país, ZFM)	
13	Unidade de disco para leitura ou gravação de dados por meio óptico – unidade de disco ótico	nº 158, de 24.04.03	nº 157, de 24.04.03
14	Caixa registradora eletrônica, enquadrada no item NCM 8470.50.19	nº 160, de 24.04.03	nº 159, de 24.04.03
15	Conversor de corrente contínua (CA-CC) e fonte de alimentação para impressora a jato de tinta e modem a cabo	nº 289, de 11.07.03	nº 288, de 11.07.03
16	Conectores para circuito impresso do item NCM 8536.90.40	nº 410, de 04.09.03	nº 409, de 04.09.03
17	Sistema óptico de comunicação pelo espaço livre	nº 411, de 04.09.03	nº 412, de 04.09.03
18	Unidade ótica de saída de vídeo para sistemas de manutenção, controle e supervisão de processos	nº 429, de 17.09.03	nº 428, de 17.09.03
19	Display de cristal líquido monocromático, exceto para uso em telefone celular	nº 446, de 08.10.03	nº 447, de 08.10.03
20	Sensores ópticos (NCM 8543.89.99).	nº 454, de 08.10.03	nº 453, de 08.10.03
21	Terminal de acesso direto à internet	nº 476, de 07.11.03	nº 477, de 07.11.03
22	Peças plásticas metalizadas para telefone celular	nº 536, de 18.12.03	nº 537, de 18.12.03
23	Equipamento de alimentação ininterrupta de energia microprocessado (<i>ups</i> ou <i>no break</i>) e estabilizador de tensão microprocessado	nº 67, de 19.09.2017	nº 66, de 19.09.2017
24	Dispositivo piezoelétrico de ondas acústicas superficiais, denominado dispositivo SAW, NCM 8529.90.19	nº 566, de 23.12.03	nº 567, de 23.12.03
25	Etiqueta inteligente (<i>smart label</i>)	nº 163, de 05.07.04	nº 164, de 05.07.04
26	Dispositivo de cristal líquido para telefone celular	nº 179, de 05.07.04	nº 178, de 05.07.04
27	Ventilador (respirador) pulmonar (com e sem tecnologia de turbina) para assistência ventilatória com monitoração gráfica incorporada	nº 298, de 24.11.04	nº 299, de 24.11.04
28	Cartucho de tinta, sem cabeça de impressão incorporada, para impressoras a jato de tinta (NCM – 8473.30.27)	nº 52, de 17.02.05	nº 51, de 17.02.05
29	Capacitor cerâmico de multicamadas, próprio para montagem em superfícies (SMD – Surface Mounted Device)	nº 57, de 17.02.05	nº 39, de 26.01.05



Nº	Produto	Portarias (país, ZFM)	
30	Equipamento para acesso à rede sem fio (com tecnologia <i>wireless mesh</i>)	nº 24, de 15.02.06	nº 23, de 15.02.06
31	Gabinete metálico para unidades transceptoras para estação rádio-base ERB e para repetidores celulares	nº 42, de 23.02.06	nº 41, de 23.02.06
32	Máquina automática para processamento de dados, digital, portátil de peso não superior a 1 kg, contendo pelo menos uma unidade central de processamento e uma tela (Écran) (NCM 8471.30.22, 8471.30.12, 8471.30.19, 8471.41.10 e 8471.41.90)	nº 184, de 30.10.06	nº 185, de 30.10.06
33	Placas de circuito impresso montadas (circuito impresso com componentes elétricos e eletrônicos, montados)	nº 214, de 20.11.06	nº 213, de 20.11.06
34	Subconjunto para telefone celular com dispositivo de cristal líquido incorporado	nº 237, de 11.12.06	nº 238, de 11.12.06
35	Unidade de comunicação de dados veicular	nº 26, de 07.02.07	nº 25, de 07.02.07
36	Antena para sistema de posicionamento global – GPS	nº 125, de 25.07.07	nº 126, de 25.07.07
37	Cartão de memória com tecnologia <i>secure digital</i> – SD	nº 157, de 29.08.07	nº 156, de 29.08.07
38	Aparelho telefônico por fio conjugado com aparelho telefônico portátil sem fio, que incorpore controle por técnicas digitais	nº 175, de 03.10.07	nº 174, de 03.10.07
39	Registrador digital de perturbações multifunção	nº 242, de 11.12.07	nº 241, de 11.12.07
40	Conversor CA/CC para máquina automática para processamento de dados digital, portátil (NCM: 8471.30.12 e 8471.30.19) – <i>notebook</i>	nº 177, de 02.07.08	nº 178, de 02.07.08
41	Gabinete metálico, com ou sem fonte de alimentação, para unidade digital de processamento	nº 196, de 02.10.08	nº 197, de 02.10.08
42	Radar transportável de vigilância	nº 44, de 03.02.09	nº 45, de 03.02.09
43	Subconjunto guilhotina, aplicada em terminais de autoatendimento	nº 21, de 09.02.10	nº 20, de 09.02.10
44	Controlador digital de temperatura, indicador digital de temperatura, indicador digital de grandezas elétricas, monitor digital de grandezas elétricas e contador digital	nº 06, de 10.01.18	nº 05, de 10.01.18
45	Subconjunto plástico para telefone celular	nº 253, de 29.12.10	nº 252, de 29.12.10
46	Impressoras do tipo não impacto, incluindo as combinadas com outras unidades de entrada ou de saída	nº 158, de 22.06.11	nº 159, de 22.06.11

Nº	Produto	Portarias (país, ZFM)	
47	Fonte de alimentação (conversor AC/DC) para terminais de transferência eletrônica de débito e crédito	nº 162, de 22.06.11	nº 346, de 19.11.2015
48	Bateria recarregável para equipamento portátil, uso em informática	nº 165, de 22.06.11	nº 164, de 22.06.11
49	Gabinete plástico sem fonte de alimentação incorporada para unidade de processamento digital, com unidade de saída por vídeo incorporada (<i>all in one</i>); gabinete plástico sem fonte de alimentação incorporada para unidade de processamento de dados portátil (<i>notebook</i> e <i>netbook</i>); e gabinete plástico sem fonte de alimentação incorporada para microcomputador portátil, sem teclado, com tela sensível ao toque (<i>touch screen</i>) – tablet PC	nº 250, de 30.09.11	nº 252, de 30.09.11
50	Conversor CA/CC para microcomputador portátil, sem teclado, com tela sensível ao toque (<i>touch screen</i>) tablet PC	nº 296, de 11.09.2015	nº 295, de 11.09.2015
51	Filtro de radiofrequência para equipamentos de radiodifusão (<i>broadcast</i>)	nº 69, de 29.02.12	nº 70, de 29.02.12
52	Acumulador elétrico próprio para terminal portátil de telefonia celular, da posição NCM 8517.12	nº 72, de 29.02.12	nº 71, de 29.02.12
53	Conversor estático com controle eletrônico, baseado em técnica digital (NCM: 8504.40), utilizado como conversor de corrente contínua (CA/CC) ou carregador de bateria para telefone celular	nº 31, de 13.06.2018	nº 32, de 13.06.2018
54	Dispositivo de cristal líquido para produtos das posições NCM: 8528 e 8471	nº 203, de 23.08.12	nº 76, de 21.12.2017
55	Unidade de bordo para pedágio e controle de acesso	nº 262, de 22.11.12	nº 263, de 22.11.12
56	Scanner de inspeção de segurança por emissão de raios X	nº 269, de 29.11.12	nº 268, de 29.11.12
57	Fonte de alimentação e conversor de corrente contínua para unidades de processamento digital de pequena capacidade (NCM: 8471.50.10)	nº 270, de 29.11.12	nº 271, de 29.11.12
58	Dispositivo de armazenamento não volátil de dados à base de semicondutores (<i>pen drive</i>) – NCM: 8523.51.90	nº 31, de 07.02.13	nº 33, de 07.02.13
59	Sistema Inteligente de armazenamento de dados (<i>intelligent storage system</i>)	nº 10, de 10.01.18	nº 11, de 10.01.18
60	Bens de informática	nº 317, de 25.09.2015	nº 316, de 25.09.2015
61	Aparelho de monitoração de plantio, baseado em técnica digital, e Sensor de sementes	nº 91, de 01.04.13	nº 90, de 01.04.13



Nº	Produto	Portarias (país, ZFM)	
62	Caixa de emenda óptica	nº 93 de 01.04.13	nº 92 de 01.04.13
63	Produtos para alarme, rastreamento e controle de velocidade	nº 103 de 02.04.13	nº 104 de 02.04.13
64	Aparelho elétrico de sinalização digital, tipo estático/ portátil, para controle de tráfego de automotores	nº 119 de 23.04.13	nº 118 de 23.04.13
65	Cartucho de tinta com cabeça de impressão incorporada com dispositivo de identificação por radiofrequência – RFID (<i>rádio frequency identification</i>), para impressoras a jato de tinta (NCM: 8443.32 e 8443.31)	nº 254 de 21.08.13	nº 255 de 21.08.13
66	Ecógrafo com análise espectral <i>doppler</i> /equipamento de ultrassom com análise espectral <i>doppler</i>	nº 256, de 21.08.13	nº 257, de 21.08.13
67	Dispositivo de identificação por radiofrequência – RFID	nº 264, de 23.08.13	nº 263, de 23.08.13
68	Suprimentos para máquinas copiadoras, multifuncionais e impressoras a laser (NCM: 8443.31 e 8443.32)	nº 268, de 30.08.13	nº 269, de 30.08.13
69	Bens de automação industrial	nº 278, de 04.09.13	nº 277, de 04.09.13
70	Máquina de autoatendimento para contar moeda	nº 333, de 16.10.13	nº 332, de 16.10.13
71	Impressora do tipo matricial de impacto	nº 335, de 16.10.13	nº 334, de 16.10.13
72	Máquinas e terminais de autoatendimento e distribuidores (dispensadores) automáticos de bilhetes, cédulas ou moedas	nº 382, de 30.12.13	nº 381, de 30.12.13
73	Unidade de disco magnético rígido	nº 384, de 30.12.13	nº 383, de 30.12.13
74	Radar de vigilância de tráfego aéreo	nº 385, de 30.12.13	nº 386, de 30.12.13
75	Cartões inteligentes (<i>smart cards</i>)	nº 388, de 30.12.13	nº 387, de 30.12.13
76	Máquina para selecionar e contar papel-moeda (cédulas)	nº 16, de 28.01.14	nº 15, de 28.01.14
77	Componentes semicondutores, dispositivos optoeletrônicos, componentes a filme espesso ou a filme fino, células voltaicas e módulos de memória padronizados	nº 24, de 14.05.18	nº 25, de 14.05.18
78	Aparelhos de raio X, fixo, com aquisição de imagens via detector digital plano	nº 19, de 28.01.14	nº 20, de 28.01.14
79	Aparelho de raios X, móvel, com arco em C acoplado, baseado em técnicas digitais	nº 24, de 05.02.14	nº 23, de 05.02.14
80	Aparelho de tomografia computadorizada por emissão de pósitron	nº 26, de 05.02.14	nº 25, de 05.02.14

Nº	Produto	Portarias (país, ZFM)	
81	Equipamentos de transmissão de sinais de TV Digital	nº 62, de 31.03.14	nº 63, de 31.03.14
82	Unidade digital de processamento montada em um mesmo corpo ou gabinete, do tipo servidor	nº 03, de 10.01.18	nº 04, de 10.01.18
83	Microcomputador portátil, com tela sensível ao toque (<i>touch screen</i>) – tablet PC	nº 239, de 29.09.16	nº 240, de 29.09.16
84	Máquina automática digital para processamento de dados, com tela incorporada – <i>all in one</i>	nº 69, de 11.10.17	nº 70, de 11.10.17
85	Máquina automática para processamento de dados digital, portátil (NCM: 8471.30.12 e 8471.30.19) – <i>netbook, notebook e ultrabook</i>)	nº 44, de 28.09.18	nº 45, de 28.09.18
86	Controlador lógico programável.	nº 188, de 08.07.14	nº 187, de 08.07.14
87	Equipamentos de comutação de voz e dados incorporados na estação rádio-base, centrais de comutação e controle – CCC, controladores de estações rádio-base – BSC, equipamentos para interconexão e multiplexação nas redes usando micro-ondas ou sinais ópticos incorporados na estação rádio-base, unidades transceptoras para estação rádio-base (ERB), repetidores celulares e sistemas de energia em corrente contínua, próprias para telefonia celular	nº 211, de 18.08.14	nº 212, de 18.08.14
88	Fibras ópticas	nº 224, de 04.09.14	nº 223, de 04.09.14
89	Painel ou módulo fotovoltaico	nº 47, de 29.10.2018	nº 48, de 29.10.2018
90	Cabos ópticos	nº 254, de 18.09.14	nº 253, de 18.09.14
91	Leitor de cartão magnético e de cartão inteligente, conectado ao canal de áudio, para dispositivo móvel	nº 266, de 07.10.14	nº 265, de 07.10.14
92	Unidade de armazenamento de dados, não volátil, em meio semicondutor (SSD – <i>solid state drive</i>)	nº 287, de 11.11.14	nº 286, de 11.11.14
93	Terminal portátil de telefonia celular	nº 52, de 06.12.18	nº 53, de 06.12.18
94	Aparelho de diagnóstico por visualização de ressonância magnética	nº 325, de 31.12.14	nº 326, de 31.12.14
95	Unidade de entrada, teclado, para rastreador com ou sem saída de vídeo incorporada	nº 36, de 04.03.15	nº 37, de 04.03.15
96	Unidade de processamento digital de pequena capacidade, baseada em microprocessador, e montada em um mesmo corpo ou gabinete (NCM: 8471.50.10)	nº 141, de 13.05.15	nº 140, de 13.05.15



Nº	Produto	Portarias (país, ZFM)	
97	Terminal de transferência eletrônica de débito e crédito	nº 185, de 28.05.15	nº 184, de 28.05.15
98	Telefone celular fixo	nº 188, de 28.05.15	nº 189, de 28.05.15
99	Cordão óptico conectorizado	nº 236, de 15.07.15	nº 235, de 15.07.15
100	Miniantena parabólica padrão <i>off-set</i> para recepção de sinal – SHF	nº 280, de 02.09.15	nº 279, de 02.09.15
101	Módulo transceptor óptico	nº 312, de 17.11.16	nº 313, de 17.11.16
102	Aparelho odontológico, com controle eletrônico digital, para implantação de insertos metálicos	nº 60, de 31.08.2017	nº 61, de 31.08.2017
103	Relé eletrônico de proteção de sistemas de transmissão e distribuição de energia, baseado em técnica digital	nº 37, de 23.05.2017	nº 36, de 23.05.2017
104	Conversor de corrente contínua (CA/CC) destinado à variação e ao controle de velocidade de motores elétricos (NCM 8504.40.30)	nº 547, de 18.12.2003	nº 546, de 18.12.2003
105	Aparelho de tomografia computadorizada	nº 18, de 03.02.2012	nº 19, de 03.02.2012
106	Telefone celular do tipo <i>smartphone</i> com módulo ou componente semicondutor dedicado de alta integração e desempenho	nº 14, de 10.01.2018	nº 13, de 10.01.2018
107	Módulo IoT, com componente semicondutor dedicado de alta integração e desempenho	nº 36, de 28.06.2018	nº 35, de 28.06.2018
108	Computador de bordo	nº 55, de 06.12.2018	nº 54, de 06.12.2018

Fonte: elaboração própria.

A tabela 6 a seguir apresenta a distribuição dos PPBs analisados por elo da cadeia de valor dos bens de informática, distinguindo entre partes, componentes, bens intermediários e produtos finais.

Tabela 6 - Distribuição de PPB por elo da cadeia de valor

	Elo da cadeia	Quantidade de PPBs
Partes (insumos plásticos, metálicos)		8
Componentes (3)	Elétricos	1
	Eletrônicos	2
Bens intermediários (<i>subassemblies</i>) (27)	Elétricos	8
	Eletrônicos	19
Produtos finais (70)	Computadores, Armazenamento, escritório	25
	Equipamentos industriais	13
	Médico	09
	Eletrônicos ao consumidor	07
	Telecomunicação	06
	Automotivo	06
	Bancário	03
	Aviação	01
	Total	108

Fonte: elaboração própria.

A análise dos PPBs à luz da *smiling curve* mostra que as etapas produtivas básicas descritas nos PPBs se concentram quase exclusivamente (com uma exceção) nas atividades de produção, na base da curva sorriso, confirmando o foco da política nas atividades de montagem e manufatura. As etapas produtivas dos PPBs quase sempre dizem respeito a atividades, como injeção plástica, corte, dobra, pintura/estampa, fresamento, separação, montagem, soldagem, integração, regulagem/configuração, teste, embalagem, ou seja, atividades padronizadas e de baixa diferenciação. Dos 108 PPBs analisados, 33 possuem, adicionalmente, regras alternativas que facultam à empresa a realização de outras atividades em substituição às etapas básicas. Nestas foi possível observar algumas atividades de pré e pós-produção, notadamente projeto, P&D, desenvolvimento de software embarcado, exportação e reciclagem.

**Tabela 7 - Classificação dos PPB conforme os estágios da *smiling curve***

Atividades da <i>smiling curve</i> :	Tipo 1: Pré-produção (alto VA)	Tipo 2: Produção (baixo VA)	Tipo 3: Pós-produção (alto VA)	Total PPB
Etapas produtivas	1	108	0	108*
Regras alternativas	17	21	2	33**

Fonte: elaboração própria.

Notas: * o único caso de atividade tipo 1 nas etapas produtivas incluía o *projeto* além das atividades usuais de fabricação. Resulta em dupla contagem (tipos 1 e 2) no mesmo PPB. ** Nas regras alternativas, observam-se atividades de mais de um tipo.

7.4. Considerações finais

Como exposto, a definição do que seja um produto nacional ou, ao menos, a determinação de um conjunto mínimo de atividades fabris a serem realizadas localmente para garantia de condições de competitividade e captura de valor não é um tarefa trivial no contexto das cadeias globais de valor. O reconhecimento da característica da CGV de TIC, em que a maior parcela de valor gerado (e capturado pelas empresas) se localiza em atividades nos extremos da cadeia, sugere a necessidade de atuar nessas atividades para garantir maior competitividade de captura de retornos. No entanto esses são segmentos controlados pelas empresas líderes da cadeia, notadamente localizadas em países desenvolvidos, logo a migração da atuação entre os elos da cadeia envolvem tanto uma evolução das competências de países em desenvolvimento, como o Brasil, quanto o enfrentamento de uma concorrência com os líderes globais da indústria.

A análise dos PPBs da Lei de Informática, segundo o elo da cadeia de valor, evidencia o estímulo ao adensamento da atividade produtiva no setor de Informática sem, contudo, ser capaz de incentivar atividades de maior valor agregado. O incentivo fiscal a atividades de manufatura viabiliza atividades de menor complexidade relativa, mas há ainda espaço para atração de atividades de maior valor, como *design*, projeto, *marketing* ou pós-produção. Entretanto a obrigatoriedade de cumprimento de tarefas predefinidas, embora possa elevar o volume da produção local, pode resultar em uma redução da flexibilidade das empresas em terceirizar atividades no exterior, reduzindo eventualmente sua competitividade internacional. Ademais, a localização da atividade de manufatura e de montagem no Brasil apresenta significativa desvantagem logística, uma vez que a produção de partes e componentes se concentra na Ásia e os mercados compradores de produtos finais estão no Hemisfério Norte, onerando segmentos da cadeia de valor mais sensíveis a custos.

Por fim, a análise sugere haver margem para melhoria do instrumento de incentivo que resulte em maior agregação de valor pela indústria brasileira, em especial: i) por meio do estímulo a outros elos da cadeia, tais como atividades de pré e pós-produção, notadamente as de maior valor na curva sorriso, a saber: pesquisa, desenvolvimento, projeto/design a montante, e desenvolvimento de *software* embarcado, serviços (servitização), distribuição, *marketing* e propriedade intelectual, a jusante; e ii) pelo incentivo das empresas cujos modelos de negócios se voltem à geração de valor no território nacional, por meio de P&D, engenharia e projetos.

7.5. Referências

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.387, de 30 de dezembro de 1991.** Dá nova redação ao § 1º do art. 3º aos arts. 7º e 9º do Decreto-Lei nº 288. 1991a. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8387.htm#:~:text=LEI%20N%C2%B0%208.387%2C%20DE%2030%20DE%20DEZEMBRO%20DE%201991&text=D%C3%A1%20nova%20reda%C3%A7%C3%A3o%20ao%20%C2%A7,1953%C2%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A1ncias.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991.** Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação, e dá outras providências. 1991b. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8248.htm.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Relatório contendo alternativas de aprimoramento da Lei de Informática.** Subsídios técnicos para o aprimoramento da Lei de Informática. Relatório Técnico final. (Reservado). Brasília: 2019.

FERNANDEZ-STARK, K.; FREDERICK, S.; GEREFFI, G. The apparel global value chain: economic upgrading and workforce development. In: GEREFFI, G.; FERNANDEZ-STARK, K.; PSILOS, P. (Eds.) **Skills for upgrading workforce development and global value chains in developing countries.** Durham, NC: Duke University, Center on Globalization, Governance & Competitiveness, nov. 2011. Disponível em: https://gvcc.duke.edu/wp-content/uploads/2011-11-11_CGGC_Ex.Summary_Apparel-Global-Value-Chain.pdf.

FREDERICK, S. et al. **Korea in global value chains: pathways for industrial transformation.** Durham, NC: Duke University, 2017. 195 p. Disponível em: <https://scholars.duke.edu/display/pub1295490>



GEREFFI, G.; FERNANDEZ-STARK, K. ***Global value chain analysis: a primer***, 2nd Edition. Durham, NC: Duke University, 2016. Disponível em: https://gvcc.duke.edu/wp-content/uploads/Duke_CGGC_Global_Value_Chain_GVC_Analysis_Primer_2nd_Ed_2016.pdf.

UN COMTRADE. **ICT Statistics**. United Nations Comtrade Database, 2018. Disponível em: <https://comtrade.un.org/>.

7.6. Apêndice A - Tabela de referência códigos HS para bens incentivados pela Lei de Informática

Cadeia de Valor	Código Prod. List	Código HS	Descrição
Componentes elétricos	2790.2180	850490	Núcleos de pó ferro magnéticos
	2740.2130	850490	Partes e peças para reatores para lâmpadas e tubos de descarga
	2710.2130	850490	Partes e peças para conversores elétricos
	2710.2150	850490	Partes ou peças para transformadores
	2721.2020	850790	Partes e peças para pilhas, baterias ou acumuladores elétricos, exceto para veículos
	2732.2100	853641	Relés para tensão menor ou igual a 60v
	2732.2090	853649	Relés para tensão maior que 60v e igual a 1000v
	2731.2040	853890	Partes e peças para aparelhos e equipamentos para distribuição e controle de energia, para tensão superior a 1kv
	2733.2040	900110	Fibras ópticas; feixes e cabos de fibras ópticas, não embainhadas individualmente, usados principalmente em aparelhos de óptica
	2790.2205	853230	Partes ou peças para capacitores elétricos fixos, variáveis, ajustáveis
	2790.2218	853321	Resistores (resistências) elétricos, incluídos os reostatos ou potenciômetros, exceto resistências de aquecimento
	2610.2170	853400	Círculo impresso
	2610.2080	854160	Diodos, transistores; dispositivos fotossensíveis semicondutores; diodos emissores de luz; cristais piezoeletricos e outros dispositivos semelhantes
	2610.2130	854190	Partes ou peças de outros tipos para montagem de semicondutores
	2610.2050	854239	Circuitos integrados eletrônicos (processadores e controladores; memórias; circuitos lógicos, híbridos; do tipo "chipset", etc.)
	2610.2120	854290	Partes ou peças para circuitos integrados eletrônicos
	2651.2365	902790	Micrótomas; partes, peças e acessórios para outros instrumentos e aparelhos para análise, etc.

Cadeia de Valor	Código Prod. List	Código HS	Descrição
Bens intermediários (subassemblies) – elétricos	2710.2080	850110	Motores elétricos de potência menor ou igual a 37,5w
	2721.2010	850780	Baterias e acumuladores elétricos, exceto para veículos
Bens intermediários (subassemblies) – elétricos	2732.2070	853690	Interruptores, seccionadores e comutadores para tensão menor ou igual a 1kv
	2731.2050	853710	Quadros, painéis, cabines ou outros suportes, equipados com aparelhos elétricos de interrupção ou proteção, para tensão menor ou igual a 1000v
Bens intermediários (subassemblies) – eletrônicos	2622.2120	847170	Unidades de memória (unidades de discos, unidades de fitas ou outras unidades semelhantes)
	2622.2090	847160	Teclados para equipamento de informática
	2610.2155	847350	Placas de circuito impresso montadas, para informática
	2670.2070	901380	Dispositivos de cristais líquidos (LCD)
	2651.2110	903180	Controladores lógicos programáveis
	2790.2190	853120	Painéis indicadores a cristais líquidos ou diodos emissores de luz
Produtos finais – computadores, escritório	2622.2030	844331	Impressoras ou outros equipamentos de informática multifuncionais
	2622.2020	844332	Impressoras, exceto multifuncionais
	2869.2070	844391	Máquinas auxiliares para impressão
	2622.2010	844399	Cartuchos para impressoras
	2869.2230	844399	Partes e peças de máquinas para impressão, inclusive auxiliares
	2829.2415	844399	Partes e peças para máquinas e aparelhos de impressão, para fotocópia ou termocópia, para escritório
	2829.2215	847029	Máquinas de calcular eletrônicas, calculadoras eletrônicas de bolso e agendas eletrônicas
	2829.2225	847050	Máquinas de contabilidade, máquinas de franquear, de emitir bilhetes e máquinas semelhantes; caixas registradoras eletrônicas
	2621.2025	847141	Computadores pessoais portáteis (<i>laptops, notebook, handhelds, tablets</i> e semelhantes)
	2621.2010	847141	Computadores pessoais de mesa (PC desktops)
	2621.2030	847150	Máquinas automáticas digitais para processamento de dados, inclusive apresentadas sob a forma de sistemas
	2622.2075	847160	Plotters, mesa digitalizadora, mouse e outras unidades de entrada ou de saída, n.e.
Cadeia de Valor	Código Prod. List	Código HS	Descrição



Cadeia de Valor	Código Prod. List	Código HS	Descrição
Produtos finais - computadores, escritório	2622.2085	847190	Unidades de máquinas automáticas para processamento de dados, n.e.
	2622.2105	847290	Terminais de autoatendimento bancário, distribuidores automáticos de papéis-moeda, incluindo os que efetuam outras operações bancárias (p. ex. caixas eletrônicos)
	2622.2110	847290	Terminais para automação comercial ou serviços
	2829.2335	847290	#N/D
	2829.2275	847290	Máquinas e aparelhos para escritório, n.e., exceto computadores
	2829.2445	847329	Partes e peças para máquinas de escrever e para máquinas de calcular eletrônicas
	2829.2435	847340	Partes e peças para máquinas e aparelhos para escritório, n.e., exceto para computadores
	2622.2065	847350	Peças e acessórios para máquinas para processamento de dados e suas unidades periféricas
	2710.2040	850440	Equipamentos de alimentação ininterrupta de energia (<i>no break</i>)
	2710.2020	850440	Conversores estáticos elétricos ou eletrônicos (carregadores de acumuladores, retificadores de corrente, etc.)
	2610.2040	852352	Cartões inteligentes – “smartcards” (cartões incorporando um circuito integrado eletrônico)
	2790.2070	852359	Cartões e etiquetas de acionamento por aproximação
	2680.2040	852359	Suportes diversos, inclusive suportes ópticos, não gravados
	2732.2010	853630	Aparelhos de outros tipos para proteção de circuitos elétricos para tensão menor ou igual a 1kv
Produtos finais – eletrônicos ao consumidor	2632.2060	851712	Telefones celulares
	2632.2020	851718	Interfones
	2632.2080	851718	Telefones públicos
	2632.2070	851718	Telefones de outros tipos, exceto celulares ou públicos
	2632.2090	851718	Videofones
	2631.2160	851761	Transmissores ou receptores de radiotelefone em frequência de micro-ondas dig.f< 15ghz, t <= 8mbit/s
	2631.2110	851762	Multiplexadores (por divisão de frequência ou de tempo) e concentradores de linhas de assinantes e outros
	2631.2020	851762	Aparelhos de comutação para telefonia ou telegrafia e para outros aparelhos de comunicação (centrais automáticas, roteadores, etc.)

Cadeia de Valor	Código Prod. List	Código HS	Descrição
Produtos finais – eletrônicos ao consumidor	2631.2180	851762	Transmissores ou receptores de telefonia celular
	2631.2130	851762	Transceptores de telecomunicações por satélite
	2631.2055	851769	Aparelhos para recepção, conversão, emissão ou transmissão ou regeneração de voz, imagens ou outros dados, n.e.
	2631.2010	851770	Antenas de qualquer tipo (inclusive partes) para telefones celulares e outros aparelhos de comunicação
	2631.2090	851770	Bastidores e armações para aparelhos de telefonia e telegrafia
	2631.2140	852550	Transmissores de radiodifusão (AM, FM, etc.), de televisão, de radiotelefonia e radiotelegrafia
	2631.2190	852560	Transmissores ou receptores de televisão ou de radiodifusão, n.e. (inclusive frequências de micro-ondas)
	2640.2090	852849	Monitores de vídeo, exceto para computadores
	2622.2050	852852	Monitores de vídeo e projetores para computadores
	2640.2020	852910	Antenas e refletores de antenas de qualquer tipo (inclusive partes), exceto para telefones celulares
	2631.2125	852990	Partes e peças de outros tipos para aparelhos transmissores de comunicação
	2651.2405	852990	Partes e peças para aparelhos de radiodetecção, radiossondagem (radar), radionavegação
	2640.2100	852990	Partes, peças e acessórios para aparelhos receptores, gravadores ou reprodutores de áudio e vídeo, exceto de material plástico
	2829.2070	842389	Balanças para pesagem, dosagem ou contagem
	2829.2450	842390	Pesos e partes para balanças ou qualquer aparelho ou instrumento de pesagem
Produtos finais – equip. industriais	2869.2260	847950	Robôs industriais, exceto robôs para soldar
	2825.2040	847989	Máquinas e equipamentos para saneamento básico e ambiental, n.e.
	2825.2050	847990	Peças e acessórios para máquinas e equipamentos para saneamento básico e ambiental
	2790.2050	853080	Aparelhos elétricos de sinalização, de segurança, para controle de tráfego de vias férreas, terrestres, fluviais, etc., (p.ex. lombadas eletrônicas)
	2790.2030	853110	Aparelhos elétricos de alarme, para proteção contra roubo ou incêndio e aparelhos semelhantes
Cadeia de Valor	Código Prod. List	Código HS	Descrição



Cadeia de Valor	Código Prod. List	Código HS	Descrição
Produtos finais – equip. industriais	2790.2040	853180	Aparelhos elétricos de outros tipos para sinalização acústica ou visual (campainhas, sirenes e semelhantes)
	2790.2200	853190	Partes e peças para aparelhos elétricos para sinalização e alarme
	2790.2120	854320	Geradores de sinais elétricos
	2790.2060	854330	Aparelhos para galvanoplastia, eletrólise ou eletroforese
	2790.2020	854370	Amplificadores de radiofrequência
	2790.2150	854370	Máquinas e aparelhos auxiliares para vídeo (geradores de efeitos especiais e de caracteres digitais, controlador de edição, misturador digital, etc.)
	2790.2220	854370	Transcodificador ou conversor de padrões de televisão
	2790.2110	854370	Equipamentos de outros tipos para estúdio
	2790.2175	854370	Máquinas ou aparelhos elétricos, com função própria, n.e.
	2740.2075	854370	Lâmpadas LED
	2790.2210	854390	Partes e peças para máquinas e aparelhos elétricos, n.e.
	2733.2020	854470	Cabos de fibras ópticas constituídos por fibras embainhadas individualmente, para transmissão de informações
	2651.2280	902610	Instrumentos e aparelhos para medida ou controle da vazão dos líquidos
	2651.2290	902610	Instrumentos e aparelhos para medida ou controle do nível dos líquidos
	2651.2310	902620	Manômetros
	2651.2260	902620	Instrumentos e aparelhos para medida e controle da pressão de outros tipos
	2651.2010	902710	Analisadores de gases ou de fumaça (fumo)
	2651.2240	902780	Instrumentos e aparelhos de outros tipos para análises físicas ou químicas; para ensaios de viscosidade, dilatação, etc. ou para medidas calorimétricas, acústicas ou fotométricas
	2651.2080	902810	Contadores de gases, inclusive eletrônicos
	2651.2090	902820	Contadores de líquidos, inclusive hidrômetros
	2651.2440	902890	Partes e peças para medidores de consumo de eletricidade
	2651.2490	902890	Partes, peças e acessórios para contadores de gases e líquidos
	2651.2100	902910	Contadores de voltas, contadores de produção, taxímetros e outros contadores semelhantes

Cadeia de Valor	Código Prod. List	Código HS	Descrição
Produtos finais – equip. industriais	2651.2470	902990	Partes, peças e acessórios para indicadores de velocidade, contadores de voltas e outros contadores semelhantes
	2651.2380	903020	Osciloscópios e oscilógrafos
	2651.2370	903039	Multímetros, voltímetros, amperímetros e aparelhos semelhantes para medida ou controle
	2651.2020	903040	Analisadores e outros instrumentos e aparelhos semelhantes para telecomunicação (diafonômetros, distorciômetros, etc.)
	2651.2390	903089	Instrumentos de outros tipos para medida e controle de grandezas elétricas e para medida ou detecção de radiações ionizantes
	2651.2480	903090	Partes, peças e acessórios para aparelhos de medida de grandezas elétricas ou para detecção de radiação
	2651.2320	903110	Máquinas de balancear peças mecânicas
	2651.2050	903120	Bancos de ensaio de outros tipos, inclusive para motores
	2651.2250	903149	Instrumentos e aparelhos ópticos de medida ou controle, n.e.
	2651.2530	903149	Projetores de perfis
	2651.2155	903180	Instrumentos, aparelhos e máquinas de medida ou controle, n.e.
	2731.2070	903289	Reguladores (estabilizadores) de voltagem, automático
	2945.2040	903289	Controladores eletrônicos automáticos para veículos automotores (ignição, suspensão, freios, transmissão)
	2651.2140	903289	Equipamentos digitais automáticos para controle de veículos ferroviários
	2651.2185	903289	Instrumentos e aparelhos automáticos de outros tipos para regulação e controle
Produtos finais – automotivo	2651.2170	903289	Instrumentos e aparelhos automáticos de outros tipos para controle de grandezas não elétricas
	2651.2560	903289	Unidades centrais para supervisão e controle de automação industrial
	2651.2455	903290	Partes, peças e acessórios para aparelhos de medida, teste e controle, n.e.
	2945.2060	840991	Injeção eletrônica
	2945.2030	851180	Componentes elétricos de ignição para motores a explosão ou diesel e suas partes (chaves, velas, bobinas, alternadores, etc.)
	2945.2010	851230	Aparelhos de sinalização acústica para veículos automotores (p. ex. Sirenes para veículos)



Cadeia de Valor	Código Prod. List	Código HS	Descrição
Produtos finais – médico	2660.2120	901819	Partes e peças para aparelhos e instrumentos eletrônicos para uso médico, cirúrgico e odontológico
	2660.2045	901820	Aparelhos de raios ultravioleta ou infravermelhos para medicina e odontologia, que operem por laser
	3250.2205	901849	Instrumentos e aparelhos para odontologia (limas, brocas, etc.)
	3250.2060	901850	Aparelhos para oftalmologia
	3250.2180	901890	Instrumentos e aparelhos para transfusão de sangue, etc.
	3250.2050	901890	Aparelhos para medir a pressão arterial
	2660.2010	901890	Aparelhos para eletrodiagnóstico (eletrocardiógrafos, endoscópios, audiômetros, ressonância magnética, etc.)
	3250.2195	901890	Instrumentos e aparelhos para medicina, cirurgia, etc., de outros tipos
	3250.2020	901910	Aparelhos de mecanoterapia, de massagem ou de psicotécnica
	3250.2035	901920	Aparelhos de ozonoterapia, de oxigenoterapia, respiratório de reanimação e outros de terapia respiratória, inclusive pulmões de aço
	2651.2325	902219	Máquinas e aparelhos de raio X ou que utilizem radiações alfa, beta ou gama, para outros usos, exceto usos médicos
	2660.2050	902219	Aparelhos para diagnóstico, computadorizados ou não, que utilizem radiações (aparelhos de raios X, tomografia, etc.)
	2660.2130	902290	Partes, peças e acessórios para aparelhos de raios X ou outras radiações
	2651.2120	902519	Densímetros, areômetros, termômetros (exceto clínicos), pirômetros, barômetros, higrômetros e outros instrumentos semelhantes



A faint, abstract background featuring a grid of white dots and several chemical structures, including benzene rings and cyclohexane rings with various substituents like methyl groups and hydroxyl groups. A solid purple vertical bar is located on the right side of the slide.

Capítulo 8 | Desafios para a construção de uma metodologia de avaliação da Lei de Informática



8. Desafios para a construção de uma metodologia de avaliação da Lei de Informática

David Kupfer (*in memorim*)

Julia Torracca²⁰

Carlos Frederico Leão Rocha²¹

8.1. Introdução

A Lei de Informática (LI) foi editada em 1991 (BRASIL, 1991) para fomentar o desenvolvimento do setor de tecnologias da informação e comunicação (TICs) que, por sua vez, tem sua importância associada à sua condição de gerador de novas tecnologias aplicáveis a uma ampla gama de atividades. Trata-se de uma das mais longevas políticas de incentivo fiscais existentes no Brasil e uma ferramenta relevante para estimular investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e o adensamento da cadeia de valor.

A escolha do setor produtor de TICs envolve fundamentalmente o seu potencial de geração de externalidades, impactando segmentos a montante e a jusante de seu processo produtivo. Assim, o objetivo central da política é adensar a cadeia produtiva de bens e serviços de TIC e incrementar a competitividade do setor nos planos interno e externo.

Passados mais de 25 anos desde a criação da LI, as grandes mudanças estruturais pelas quais o setor de TIC vem passando no mundo e no Brasil, em decorrência da crescente digitalização da manufatura e da servitização dos modelos de negócios, entre outras tendências, criam oportunidades para se aprimorar os fundamentos, as metodologias e os mecanismos de monitoramento e avaliação dessa política. Embora diversos estudos já tenham sido realizados sobre a referida lei, ainda persiste certa lacuna de análises que enfoquem os temas relacionados à política industrial, mais precisamente o desenvolvimento do tecido industrial, a ampliação da cadeia produtiva e principalmente a agregação de valor ensejada.

²⁰ Universidade Federal Fluminense (UFF).

²¹ Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

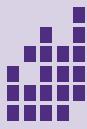
Este artigo está estruturado em quatro seções além desta Introdução. Na seção 8.2 discutem-se os conceitos e as metodologias de cálculo do valor adicionado (VA) e do valor da transformação industrial (VTI) de uma atividade econômica e faz-se uma análise dos problemas de mensuração do VTI que impactam a conveniência e a viabilidade de uso dessa medida como base para a concessão do benefício oriundo da LI. Diante de conceitos, metodologias e problemas discutidos, apresenta-se, na seção 8.3, uma sugestão de estratégia metodológica que sirva de orientação para a proposição dos indicadores de avaliação da lei. A seção 8.4 focará nos desafios metodológicos encontrados para que, por fim, possa ser discutido na última seção possíveis soluções para os problemas identificados e alternativas analíticas mais seguras. O objetivo é que o presente estudo sirva como ponto de partida para a construção de uma base orientadora para futuras pesquisas no tema.

8.2. Indicador de valor de transformação industrial (VTI): conveniência e viabilidade de uso

8.2.1 Conceito de VA e de VTI e metodologia para cálculo

O valor adicionado (VA) dos setores industriais é usualmente obtido da Pesquisa Industrial Anual (PIA), do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Trata-se de uma variável derivada, ou seja, calculada a partir de dados de outras variáveis coletadas originalmente na pesquisa. No caso, é a diferença entre o valor bruto da produção e o consumo intermediário. Nas contas nacionais, ele é obtido da mesma maneira e deve se igualar à soma dos salários e do excedente operacional bruto. Assim, um primeiro problema a ser levantado para o uso do valor adicionado como referência para mensuração de desempenho tanto da Lei de Informática quanto de qualquer outro incentivo é que uma parcela substantiva dessa variável é obtida como resíduo e não mensurada a partir de uma informação original.

Já o valor bruto da produção é definido como a soma da receita líquida de vendas, da variação de estoques de produtos acabados e em elaboração, dos produtos de fabricação própria realizada para o ativo imobilizado, deduzido do custo das mercadorias vendidas, conforme Figura 1 a seguir. Nesse caso, é fundamental compreender o conceito de receita líquida de vendas, obtido a partir da receita bruta, que inclui as vendas a partir da transformação industrial, mas também as vendas obtidas a partir da comercialização geral de mercadorias, podendo, portanto, incluir vendas de produtos não transformados internamente. Nesse caso, mesmo sendo deduzido o consumo intermediário – e,



portanto, a compra da mercadoria importada –, o resíduo diria muito pouco sobre o adensamento da cadeia produtiva, mas estaria relacionado à variação do volume ou da margem de comércio obtida pela economia, pelo setor ou pela empresa. Assim, seria possível que uma expansão do valor adicionado do setor diante do total da economia esteja muito mais relacionada à dinamicidade da demanda do que propriamente a uma evolução produtiva expressiva.

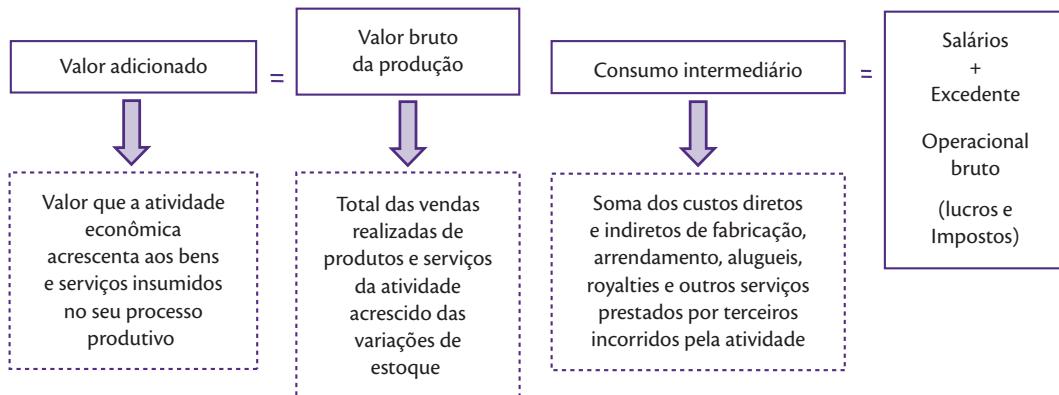


Figura 1 - Conceito de VA de uma atividade econômica

Fonte: elaboração própria.

O uso do valor da transformação industrial (VTI) seria uma alternativa para superar parcialmente esse problema. O valor da transformação industrial é calculado a partir da diferença entre o valor bruto da produção industrial e o custo das operações industriais. O valor bruto da produção industrial também tem como referência a receita líquida de vendas. No entanto ela é multiplicada pela razão entre a receita bruta industrial e a receita bruta total, procurando captar assim apenas a parte da transformação industrial propriamente dita. O custo das operações industriais procura captar também apenas aqueles custos diretamente associados à produção industrial. A Figura 2, a seguir, ilustra o conceito do VTI.

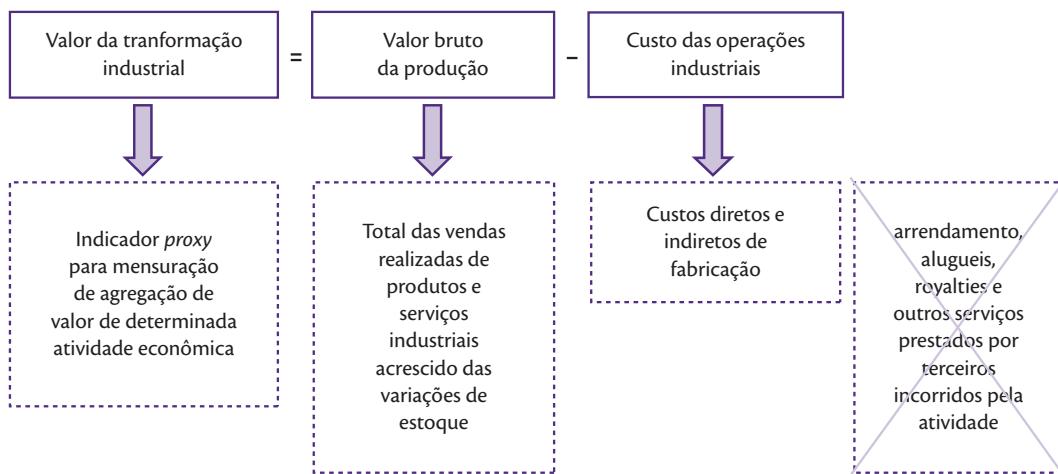


Figura 2 - Conceito de VTI de uma atividade econômica

Fonte: elaboração própria.

O cálculo do VA e do VTI depende da definição do setor que a empresa pertença que, por sua vez, requer a identificação da sua atividade principal. Aplicam-se, assim, dois critérios:

Critério 1: Empresa com unidade local única terá o setor que a sua atividade principal determinar.

Critério 2: Método *top-down* (hierárquico) para o caso de empresas multiplantas.

Na aplicação do critério 2, primeiro determina-se a seção sobre a qual recai o montante maior de vendas e, dentro desta seção, determina-se a divisão que detém o maior volume desta variável; dentro desta divisão, determina-se o grupo com maior valor da variável e, dentro deste grupo, define-se a classe com maior participação no valor total das vendas. Esta classe, por sua vez, identifica a atividade principal da empresa.

A determinação do setor predominante pelo método *top-down* hierárquico é raramente utilizada fora do âmbito dos entes estatísticos nacionais oficiais. Essa é uma das principais causas de importantes distorções que este artigo pretende minorar.



8.2.2 Uso do VA e VTI: problemas de mensuração

A proposta de identificação das dificuldades do uso tanto do VA quanto do VTI foi organizada a partir de quatro vieses: i) o viés devido ao cálculo por resíduo, ii) o viés devido à classificação do setor por atividade principal, iii) o viés de captação devido à compatibilização das informações de comércio exterior com as de produção nacional e, por fim, iv) o viés devido à variação de câmbio e preços relativos. A seguir, cada um deles será visto com maior profundidade.

Viés devido ao cálculo por resíduo

Tal como visto anteriormente, o VTI é a diferença entre o VBPI e o COI. O VBPI corresponde ao total das vendas realizadas de produtos e serviços industriais acrescido das variações de estoque. Já o COI abarca os custos diretos e indiretos de fabricação, tais como o custo com matérias-primas, materiais auxiliares, energia, partes e peças e serviços industriais.

Assim, o primeiro problema a ser levantado para o uso do VTI como referência para mensuração de desempenho é que uma parcela substantiva dessa variável é obtida como resíduo e não mensurada a partir de qualquer dado original. Em outras palavras, mesmo descontando o consumo intermediário (inclusive matéria-prima importada), considera-se, para o cálculo do valor adicionado, a venda total dos produtos que foram comercializados sem necessariamente terem sido transformados internamente. Logo, o aumento de valor adicionado de um setor diante da economia como um todo pode não estar associado ao adensamento da cadeia produtiva e, sim, relacionado à variação do volume vendido ou de ganhos obtidos com a margem de comércio.

Viés devido à classificação do setor por atividade principal

O cálculo do VTI do setor depende, inicialmente, da forma como as atividades econômicas são classificadas. A categorização de cada unidade é determinada pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas (Cnae) na qual a atividade principal, ou o conjunto de atividades da unidade, está incluída. Em geral, a atividade principal de uma unidade pode ser determinada a partir de informações sobre os bens produzidos ou os serviços realizados para outras unidades produtoras ou para consumidores finais.

No caso mais simples em que, no nível de classe, a unidade exerce apenas uma atividade, a classificação de atividade é determinada pela posição na Cnae 2.0, que compreende a atividade desta unidade. No caso de unidades com múltiplas atividades, a regra geral é de classificação na Cnae 2.0 de acordo com a atividade principal. Como recomendado pela *Standard Industrial Classification of All Economic*

Activities Revision 4 – ISIC 4²² (UN, 2008), a atividade principal de uma unidade com atividades múltiplas é determinada por meio da análise da composição do valor adicionado, ou seja, da análise de quanto os bens e serviços produzidos contribuíram na geração desse valor. A atividade com o valor adicionado mais alto é a atividade principal. Logo, a classificação por atividade econômica obriga o enquadramento da empresa em um único setor.

Na prática, no entanto, os dados sobre o valor adicionado por bens e serviços individuais não são disponíveis. É recomendado, nesses casos, que a atividade principal seja determinada usando-se uma aproximação para o valor adicionado. As variáveis usadas como substitutas do valor adicionado podem ser pelo lado:

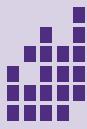
- da produção: o valor da produção da unidade que é atribuído aos bens e serviços associados a cada atividade; e o valor das vendas dos grupos de produtos (bens e serviços) em cada atividade; e
- dos insumos: a proporção de pessoas ocupadas nas diferentes atividades da unidade; e os salários e outras remunerações atribuídos às diferentes atividades.

O uso de variáveis substitutas ao valor adicionado não muda o método para determinar a atividade principal. São apenas aproximações operacionais aos dados de valor adicionado. O uso de quaisquer desses substitutos, no entanto, pode trazer distorções sempre que a variável tomada como aproximação não for diretamente proporcional ao valor adicionado.

No sistema estatístico brasileiro, a prática usual tem sido o uso da variável receita de vendas como ponderador para a determinação da atividade principal, uma vez que é uma variável disponível e, no geral, guarda uma boa proporcionalidade com o valor adicionado. Em algumas atividades, no entanto, a proporcionalidade entre receita de venda e valor adicionado não é efetiva. É o que ocorre na atividade de comércio, na qual o valor da receita de revenda tem normalmente uma relação bem mais baixa com o valor adicionado do que, por exemplo, na indústria de transformação. Distorção semelhante ocorre em atividades desenvolvidas com a prática de subcontratação da produção a terceiros. Em alguns casos, ainda, a variável receita de venda não faz sentido, como ocorre nas atividades de intermediação financeira e nas atividades não mercantis, como organizações e associações sem fins lucrativos. Nessas atividades, o critério deve ser a real finalidade da unidade a ser classificada.

No caso especial de atividades múltiplas, que dizem respeito especificamente à integração vertical, os diferentes estágios de produção são realizados por uma mesma unidade e o produto de uma etapa pode se tornar o consumo intermediário de outra. Para situações como essa, a regra geral da

²² A ISIC é a principal referência interacional de classificação de atividades econômicas.



Cnae tem sido classificar a empresa na classe indicada pela atividade de final de linha. Isso significa que empresas com essas características são alocadas em uma única Cnae e não fragmentada nas respectivas atividades efetivamente realizadas. Essa desconexão causa distorções entre as informações de produção com as importações efetivamente realizadas por cada setor e dificulta a mensuração do VTI.

Um exemplo bastante conhecido desse tipo de viés é a produção de petróleo. A Petrobras apresenta um balanço unificado, mas tem participação relevante tanto na extração de petróleo, quanto no refino. Tradicionalmente, o sistema estatístico localizava a Petrobras no setor de refino. Assim, o valor adicionado da extração ficava subestimado, enquanto o valor do refino ficava superestimado. Nesse caso, existia um complicador adicional que era o preço de transferência interno daquela transação. Empresas integradas do setor de informática podem apresentar problemas semelhantes.

Outro exemplo seria o das usinas de açúcar, que aparecem em alguns anos localizadas no setor produtor de alimentos e, em outros anos, no segmento produtor de energia. Isso é também relevante para algumas produtoras de autopeças que têm seu setor de origem variando de acordo com o fornecimento setorial predominante em um ano específico.

Do ponto de vista da política, existem três situações possíveis de alocação do valor adicionado a um setor. Primeiro, a empresa ser alvo de política e ser identificada nesse setor. Essa é a situação virtuosa. Os dados agregados setoriais identificam a empresa adequadamente e, portanto, a mensuração da política por esse agregado parece ser bem feita. O segundo caso seria a empresa ser alvo de política e não ser identificada pelo sistema de informação como pertencente ao setor-alvo. Nesse caso, os efeitos da política se dariam em dados de outro setor, ou seja, haveria um transbordamento dos resultados da política para um setor não analisado como alvo e, portanto, esse outro setor pode estar sofrendo os efeitos da política e a comparação setorial deixa de ser virtuosa. O terceiro caso é a empresa não ser alvo de política e ser identificada no setor-alvo. Nesse caso, a evolução do setor não estaria levando em conta apenas os efeitos da política. Esses vieses podem, no entanto, ser adequadamente dimensionados a partir de uma análise de microdados da Pesquisa Industrial Anual (PIA) por meio de tabulações especiais, em que se diferenciam as empresas que tiveram tratamento daquelas que não tiveram.

Todavia, mesmo identificando-se adequadamente as empresas tratadas pelos microdados, a elevada diversificação de suas atividades apresenta problemas adicionais. Essas empresas têm a coleta de informação associada a um único setor, mas atuam em uma gama elevada de atividades, tendo, inclusive, unidades locais dedicadas à produção de bens e serviços bastante distintos. Uma análise das empresas apoiadas pela Lei de Informática e identificadas na Relação Anual de Informações Sociais

(Rais) de 2015 (BRASIL, 2015) permitiu identificar que 353 empresas só mantêm unidades locais que atuam majoritariamente em um único setor a quatro dígitos, 55 em dois setores e 30 em mais de dois setores.

*Viés de captação devido à compatibilização das informações
de comércio exterior com as de produção nacional*

Os dados de comércio exterior são disponibilizados pelo sistema Comex STAT/Secex-MDIC desagregados no nível de produto a oito dígitos e classificados pela Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM). Por meio de um tradutor, é possível fazer a correspondência entre esses produtos e os setores classificados segundo a Cnae. Contudo essa correspondência não leva em consideração a forma como o IBGE classifica as empresas de acordo com as diferentes atividades econômicas (ver seção 8.2.1).

O problema de compatibilização interfere tanto no cálculo do VTI, já que este leva em consideração, na sua metodologia, os insumos intermediários importados, quanto na elaboração de indicadores que busquem relacionar estatísticas de estrutura produtiva com aquelas de comércio exterior. Ao final, o VTI pode estar superestimado ou subestimado a depender da parcela do COI com origem importada que está contido em um ou mais setores.

Viés devido à variação de câmbio e preços relativos

Variações importantes no valor adicionado podem ser, quase integralmente, explicadas por preços relativos, principalmente no setor de TIC, que tem um grande percentual de insumos importados. Uma variação no câmbio pode aumentar ou reduzir substancialmente o preço dos importados. Aqui, apresentam-se alguns efeitos distintos.

O primeiro é a capacidade de manutenção dos preços de produtos em caso de uma valorização cambial que torne os insumos importados mais baratos ou de repasse/manutenção das margens, no caso de uma desvalorização cambial. Nesse caso, a relação direta é com o resíduo calculado a partir da diferença entre valor bruto da produção industrial e custo das operações industriais. O segundo está relacionado com a capacidade de manutenção da produção em um ambiente competitivo em caso de valorização cambial ou de expansão da produção em caso de desvalorização cambial.

O exame da evolução do VTI ou do VA a preços constantes também apresenta vieses. O método usual de deflacionar o valor adicionado no nível setorial é bastante prejudicado em razão de ser uma variável derivada obtida a partir de um resíduo, como já dito anteriormente. Nesse caso, deve-se levar em conta tanto a variação de preços no setor, quanto a variação dos preços de seus insumos, que são, de um lado, importados e, de outro, comprados no mercado interno. A princípio, isso teria que



requerer o uso complexo da matriz insumo-produto, suporte metodológico que acaba por ser de difícil acompanhamento na velocidade necessária para o exame de políticas.

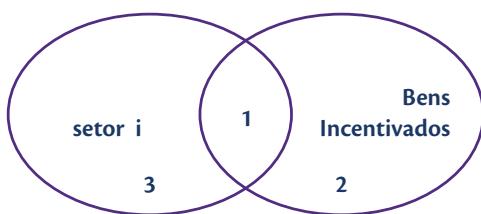
No entanto o maior efeito se dá em análises que levam em consideração a razão entre valor da transformação industrial (ou valor adicionado) e valor bruto da produção industrial (a chamada razão VTI/VBP), uma vez que os efeitos dos preços no denominador e no numerador podem ser de natureza distinta. Isso faz com que mudanças repentinas nesse quociente possam ocorrer em virtude de variações substantivas no preço dos insumos e não necessariamente no ganho de valor adicionado em relação à produção, por exemplo.

8.3. Estratégia metodológica: proposição de indicadores para a mensuração do apoio conferido pela Lei de Informática

8.3.1 Abrangência setorial

Uma primeira etapa a ser cumprida para a proposição de um conjunto de indicadores é a delimitação do recorte setorial em questão. Sabe-se que o conjunto de produtos incentivados pela Lei de Informática é constituído de bens de diferentes setores – e não apenas de bens do setor de informática propriamente dito, mas também de bens de capital, bens não industriais, etc.

Assim, em um dado setor (aqui chamado do setor hipotético i), existe um subconjunto de bens que são incentivados (área definida pelo código 1 na Figura 3 a seguir) e uma parcela de bens que não são cobertos pela lei (indicado pelo código 3). Já o conjunto de bens incentivados contém esse subconjunto (1) do setor i, assim como inúmeros outros subconjuntos de bens incentivados pertencentes a diversos outros setores (2).



1. Atividades do setor I que elaboram bens habilitados à concessão de incentivos

α_1 = parcela efetivamente incentivada

2. Bens incentivados que não são elaborados no setor i

3. Parcota do setor I que elabora bens não incentivados

Figura 3 - Posição na Lei de Informática

Fonte: elaboração própria.

Assim, o problema central do estudo é encontrar e propor indicadores para avaliar a taxa de cobertura da lei, aqui entendida como o coeficiente 1, que corresponde à parcela efetivamente incentivada do subconjunto 1. Ou seja, é a intersecção entre o setor *i* e a lista de bens habilitados a receber incentivos.

Usando esse critério, torna-se possível definir a conjunção entre a cadeia de valor do setor de informática e a lista de bens incentivados, conforme a Figura 4 a seguir. A cadeia de informática pode conter, portanto, não só segmentos da chamada indústria de transformação, mas também pode agregar setores não industriais. Nesse sentido, o foco da proposição de indicadores será na interseção entre os bens listados *a priori* como incentivados e os setores que fazem parte da cadeia de informática como um todo. O capítulo 3 – *A cadeia global de valor de bens de informática: presente e futuro*, de Emanoel Querette – descreve, de maneira detalhada, como a cadeia de valor dos bens de informática é definida.

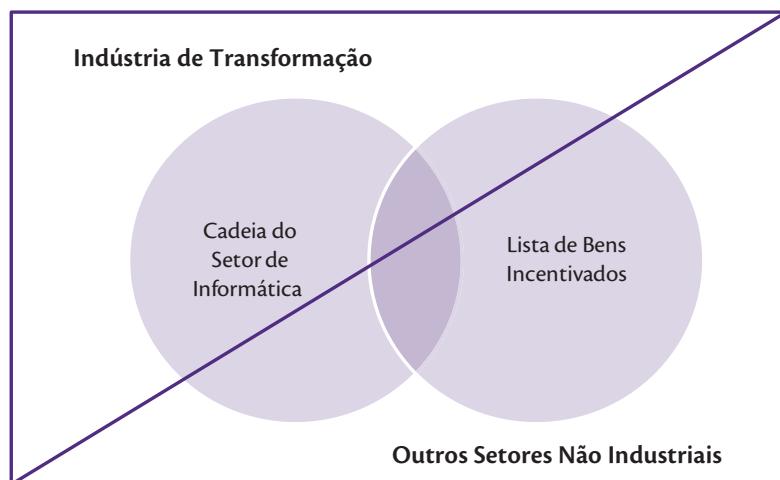
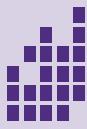


Figura 4 - Cadeia de valor do setor de informática e lista de bens incentivados

Fonte: elaboração própria.



Considerando-se que a Lei de Informática também contempla bens incentivados que são elaborados em setores da economia que não a própria informática, a exemplo de bens de capital mecânicos ou da indústria automobilística, a lista de bens incentivados pode ser representada como na Figura 5 a seguir. Haverá, dessa forma, diferentes subconjuntos de interseção entre os diversos setores (da cadeia de informática ou não) e os bens que se pretende incentivar.

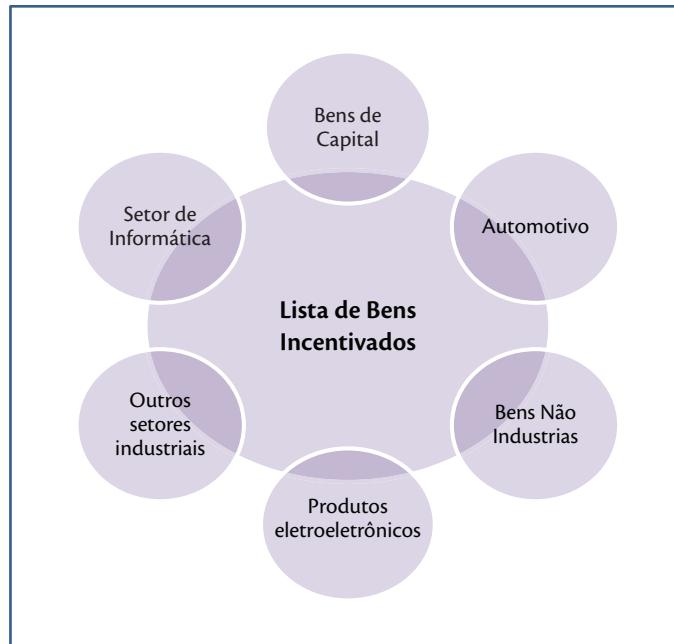


Figura 5 - Lista de bens incentivados como conjunção de diversos setores

Fonte: elaboração própria.

Com base na estilização proposta acima, é possível, ainda, identificar os diferentes produtos incentivados de acordo com a sua posição na cadeia de valor, independentemente do seu setor de origem. Esses bens podem ser um componente, por exemplo, um semicondutor ou um circuito; pode ser um bem intermediário, como um *display*; ou um bem final, como um *smartphone* ou PC. Essa esquematização e a caracterização de componentes, bens intermediários e bens finais estão melhores fundamentadas também no capítulo 3 – *A cadeia global de valor de bens de informática: presente e futuro*, de Emanoel Querette.

8.3.2 Proposição de indicadores

Esta seção apresenta uma proposta de indicadores para acompanhamento da indústria produtora de bens e serviços de informática e comunicação coberta pela Lei de Informática. A ideia é atender a dois objetivos principais, quais sejam: i) mensurar a competitividade revelada dos produtos nacionais que foram alvo de política; e ii) procurar captar a capacidade de a política atingir os produtos de maior crescimento no mercado.

Considerando alguns desafios já levantados, a proposta aqui ensejada parte da hipótese de que se tenha acesso a um universo de dados que ora não são públicos, até por conta do sigilo das informações das empresas. Em termos de fonte de dados, imagina-se como ideal o acesso a determinados dados das empresas incentivadas, tais como: os Relatórios de Desempenho Anual (RDAs) tabulações especiais da PIA para mapeamento de variáveis relevantes (VA, VTI, VBP e COI) e acesso aos dados de comércio exterior por produto NCM.

O conjunto de indicadores destacados a seguir cumprem, portanto, uma etapa mais propositiva de um princípio de análise contrafactual. Eles serão apresentados de acordo com três lógicas distintas: indicadores de cobertura, indicadores de competitividade e indicadores de mensuração do foco da política e impacto. Ainda que o contexto em que esses indicadores tenham sido pensados esteja circunscrito ao escopo da Lei de Informática , eles também podem servir para outros desenhos de política.

Indicadores de cobertura da Lei de Informática

Defina-se R_{kn} como a receita da firma k na NCM, n , em que $k = (1, \dots, K)$ e $n = (1, \dots, N)$, sendo N o número total de produtos cobertos pela Lei de Informática e K o número total de empresas. Denote-se X_{kn} como o valor das exportações da firma k em determinada classificação NCM, e M_{kn} o seu equivalente em importações. Denote-se R_{in} como a receita do produto n de empresas incentivadas $i = (1, \dots, I)$, para $I \leq K$.

Definiremos (1) como a receita das empresas incentivadas na nomenclatura do produto n e (2) como a receita das empresas não incentivadas advindas de produtos definidos como incentivados.



$$RI_n = \sum_{k=i}^I R_{in} \quad (1)$$

$$RNI_n = \sum_{k=1}^K R_{kn} - \sum_{i=i}^I R_{in} \quad (2)$$

O mercado interno mais as exportações do produto n podem ser definidos por:

$$MDX_n = RI_n + RNI_n + M_n \quad (3)$$

$$\text{Em (3), } M_n = \sum_{k=1}^K M_{kn}.$$

Assim, um primeiro indicador que mede o alcance da lei pode ser extraído do manuseio dos RDAs, da PIA-Produto e dos dados de comércio exterior, como em (4) a seguir:

$$SI_n = \frac{RI_n}{MDX_n} \quad (4)$$

Ou seja, a parcela do mercado interno mais as exportações do produto incentivado n proveniente de empresas incentivadas. Por conseguinte, (4') representa a parcela de mercado pertencente a empresas incentivadas do conjunto de bens e serviços cobertos pela Lei de Informática.

$$SI = \frac{\sum_{n=1}^N RI_n}{\sum_{n=1}^N MDX_n} \quad (4')$$

Da mesma maneira, podem ser elaborados indicadores para as firmas não participantes da política, mas que produzem os bens e serviços cobertos por ela:

$$SNI_n = \frac{RNI_n}{MDX_n} \quad (5)$$

e

$$SNI = \frac{\sum_{n=1}^N RNI_n}{\sum_{n=1}^N MDX_n} \quad (5')$$

Esses indicadores obrigatoriamente terão valor entre 0 e 1. Um aumento de no tempo significa um aumento da receita das empresas incentivadas em relação a suas concorrentes, podendo sugerir duas possibilidades. De um lado, maior cobertura da lei, na medida em que maior parcela de empresas ou de produção está atendida por empresas que aderiram à Lei de Informática. De outro, um aumento na competitividade dessas empresas, uma vez que pode ser que esse aumento de parcela tenha se dado pelo melhor desempenho das empresas beneficiadas.²³ Ao mesmo tempo, a comparação entre (4) e (5) (sempre que possível) permite avaliar os efeitos produtivos das ações obrigatoriamente tomadas pelas empresas a partir da escolha pela adesão à Lei de Informática, a saber, o gasto em P&D, com as cláusulas associadas, e a adoção do PPB.

Uma alternativa a esse indicador seria usar no denominador o consumo aparente .

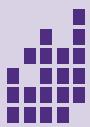
$$CA_n = RI_n + RNI_n + M_n - X_n.$$

$$SICA_n = \frac{RI_n}{CA_n} \quad (6)$$

e

$$SICA_n = \frac{\sum_{n=1}^N RI_n}{\sum_{n=1}^N CA_n} \quad (6')$$

²³ Esse indicador apresenta, no entanto, sensibilidade à taxa de câmbio, e a escolha do valor de câmbio a ser utilizado não é neutro.



Nesse caso, não há garantia de o indicador ter valor menor ou igual a 1, pois se estaria incluindo no numerador as exportações das empresas incentivadas, excluindo-as do denominador. Pode-se, alternativamente, elaborar a taxa de autossuprimento, definida por (7):

$$TAS_n = \frac{RI_n - X_n}{CA_n} \quad (7)$$

Ou na cobertura total da lei:

$$TAS = \frac{\sum_{n=1}^N RI_n - \sum_{n=1}^N X_n}{\sum_{n=1}^N CA_n} \quad (7')$$

Ou ainda seu complemento, definido como a parcela de importação do consumo aparente:

$$TI_n = \frac{I_n}{CA_n} \quad (8)$$

$$TI = \frac{\sum_{n=1}^N I_n}{\sum_{n=1}^N CA_n} \quad (8')$$

Indicadores de competitividade

Os indicadores TAS e TI apresentam valores entre 0 e 1 e a soma dos dois será necessariamente igual a 1. O crescimento de TAS implica maior cobertura do consumo do mercado interno suprido por produção doméstica, sugerindo crescimento da competitividade interna das empresas atuantes no mercado nacional.

Alternativamente, pode-se pensar na importância das exportações no comércio total, que será representada pela parcela das exportações do fluxo de comércio:

$$SFC_n = \frac{X_n}{X_n + M_n} \quad (9)$$

e

$$SFC_n = \frac{\sum_{n=1}^N X_n}{(\sum_{n=1}^N (X_n + M_n))} \quad (9')$$

Esse indicador apresenta a participação das exportações no fluxo de comércio, tendo valor entre 0 e 1. Se for igual a 1, significa que todo o fluxo de comércio é de exportações. Se for igual a 0, todo o fluxo de comércio é de importações. O acompanhamento no tempo do indicador ajuda a entender a direção da variação do nível de competitividade internacional da indústria brasileira referente ao produto n . No entanto não possibilita conhecer o efeito direto da política, ao não distinguir empresas incentivadas e não incentivadas.

Se houver possibilidade de realizar tabulações especiais nos dados da Secex, podem ser elaborados indicadores alternativos, uma vez que será permitido separar a produção doméstica destinada ao mercado doméstico e à exportação entre empresas incentivadas e não incentivadas. Assim, a equação (9) pode ser transformada em (10) como a seguir:

$$SFC_n = \frac{\sum_{k=i} X_{in} + \sum_{k \neq i} X_{in}}{X_n + M_n} \quad (10)$$

A partir de (10), pode-se obter a participação das exportações das empresas incentivadas no fluxo de comércio ($SIFC_n$) e as exportações das não incentivadas também no fluxo de comércio ($SNIFC_n$)

$$SIFC_n = \frac{\sum_{k=i} X_{in}}{X_n + M_n} \quad (11)$$

e

$$SIFC_n = \frac{\sum_{n=1}^N (\sum_{k=i} X_{in})}{\sum_{n=1}^N (X_n + M_n)} \quad (11')$$



e para as empresas não incentivadas produtoras de produtos beneficiados

$$SNIFC_n = \frac{\sum_{k \neq i} X_{in}}{X_n + M_n} \quad (12)$$

e

$$SNIFC_n = \frac{\sum_{n=1}^N (\sum_{k \neq i} X_{in})}{\sum_{n=1}^N (X_n + M_n)} \quad (12')$$

Tem-se, assim, uma mensuração direta da competitividade fornecida pela política. Caso (11) e (11') tenham uma evolução melhor do que (12) e (12'), as empresas incentivadas possuem um desempenho comercial superior às não incentivadas, sugerindo um efeito positivo tanto das cláusulas de P&D, quanto do PPB.

Outros indicadores podem ser elaborados procurando mensurar a competitividade do setor promovida pela Lei de Informática. Esse é o caso dos indicadores de vantagem competitiva revelada. Um primeiro indicador dessa família é

$$VRSI_n = \frac{\frac{X_{nB}}{X_B}}{\frac{X_{nM}}{X_M}} \quad (13)$$

Em (13), X_{nB} é a exportação brasileira do produto coberto pela Lei de Informática e X_B é a exportação brasileira total, enquanto X_{nM} e X_M são os mesmos valores no nível mundial. Quando (13) for superior a 1, significa que o país está especializado na exportação desse produto, sugerindo uma competitividade maior do país no setor, quando comparado a outros países. Quando (13) for inferior a 1, o país tem menor especialização, sugerindo uma competitividade no setor inferior quando comparado a outros setores. Da mesma maneira, a variação positiva desse indicador sugere um incremento de produtividade, enquanto uma queda indica uma redução da competitividade.

Esse indicador pode ser estendido para o conjunto do setor de informática:

$$VRSI = \frac{\frac{XI_B}{X_B}}{\frac{XI_M}{X_M}} \quad (13')$$

Alternativamente, a partir de (6) e (6'), podem ser elaborados indicadores que avaliam o desempenho dos produtos cobertos pela Lei de Informática relativamente a outros segmentos, no que denominamos vantagem revelada no mercado interno:

$$VRMI_n = \frac{\frac{RI_n}{CA_n}}{\frac{R}{CA}} \quad (14)$$

$$VRMI = \frac{\frac{RI}{CAI}}{\frac{R}{CA}} \quad (14')$$

Em (14) e (14'), R é a receita total do conjunto de segmentos da economia e CA o consumo aparente.

Indicadores relacionados ao foco da Lei de Informática

A pertinência quanto à formulação de indicadores relacionados ao foco da Lei de Informática vem da importância em se identificar quais bens TICs estão sendo contemplados pela política e quais bens não TICs porventura estejam presentes nesse mesmo escopo. Ademais, outro ponto igualmente relevante quanto ao escopo é identificar se os serviços pertencentes a TICs também estão sendo considerados. Busca-se responder, portanto, se o universo incentivado é restrito ou não e se há potencial de ampliação do incentivo para segmentos dinâmicos que inicialmente estejam fora do escopo

A proposta aqui é a composição de dois conjuntos de indicadores. O primeiro é baseado nas empresas apoiadas pela Lei de Informática. Nesse caso, partiremos de R_{in} , que é a receita da empresa i , beneficiada pela Lei de Informática, proveniente do produto n . A partir de tabulações especiais da PIA, obtém-se $\sum_i R_i$, que é o somatório das receitas das I empresas participantes da Lei de Informática, em todos os seus produtos. Assim, define-se:



$$SRLI = \frac{\sum_{i=1}^I \sum_{n=1}^N R_{in}}{\sum_i R_i} \quad (15)$$

A equação (15) apresenta a razão entre o volume de receita do total de empresas apoiadas, derivadas de produtos que são cobertos pela Lei de Informática, e a receita total dessas empresas. Esse indicador varia entre 0 e 1. Será 0 se nenhuma receita for derivada de produtos cobertos pela Lei de Informática e 1 se toda a receita for derivada de produtos da Lei de Informática.

A variação no tempo desse indicador pode, no entanto, ter significados dúbios. O crescimento de SRLI pode, por um lado, representar um bom desempenho da política; por outro, pode ser indutor de algum efeito *crowding-out* de outras atividades que seriam, alternativamente, estimuladas caso não houvesse o investimento nessa linha.

Pode-se, também, elaborar o conjunto de bens e serviços de TIC, independentemente de serem cobertos pela Lei de Informática ou não. Assim, define-se MDX_{TICS} como o consumo mais exportações de produtos de TIC. De tal maneira que:

$$STICS = \frac{MDX_n - MDX_{n \neq TICS}}{MDX_{TICS}} \quad (16)$$

Caso o indicador cresça ao longo do tempo, isso quer dizer que a Lei de Informática está situada nos segmentos mais dinâmicos do setor de TIC. Caso o indicador decresça, ela estará localizada nos segmentos menos dinâmicos do setor.

A partir de (16) e de (4), pode-se elaborar o indicador (17):

$$SNI_{TIC} = \frac{RNI_{TICS} - RNI_n}{MDX_{TICS} - MDX_n} \quad (17)$$

Esse indicador mede o fornecimento nacional de produtos de TICs não incentivados pela Lei de Informática. Ele deve ser comparado com SI_n como estimativa do desempenho da Lei de Informática no estímulo à produção nacional de TIC.

8.4. Desafios de pesquisa: problemas metodológicos e possíveis soluções

Em qualquer processo de avaliação, é imprescindível que se tenha acesso a dados apropriados aos objetivos de pesquisa. Dentro da estrutura lógica construída no presente artigo, os dados atualmente disponíveis em livre acesso são insuficientes para se avaliar com precisão e confiabilidade o cumprimento dos objetivos da Lei de Informática em virtude, sobretudo, de as medidas usuais, quer seja VA, quer seja VTI, apresentarem diversos vieses (ver seção 8.2).

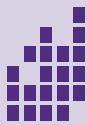
De acordo com o conceito de VTI, ele se mostra como o indicador mais adequado para se mensurar a agregação de valor, dadas as restrições usuais na formulação e coleta dessas informações no nível setorial já amplamente tratadas. A questão do seu uso não está precisamente no seu conceito, até porque é a única variável existente capaz de proporcionar atingir os objetivos das avaliações. O ponto sensível reside, sobretudo, nos procedimentos operacionais usualmente feitos para estimá-lo.

A maneira acessível de suplantar grande parte dos vieses tratados é recorrer às tabulações especiais fornecidas pelo IBGE com base nos registros primários da PIA realizada pela instituição. As tabulações especiais consistem de informações sigilosas fornecidas pelas empresas por meio do Cadastro Central de Empresas (Cempre) que abrange todas as empresas brasileiras – tomadas como unidades locais de produção, cada uma formalmente constituída com um CNPJ diferente – com 30 ou mais pessoas ocupadas. Essas informações são, então, sistematizadas e analisadas pelo IBGE no âmbito da PIA – tanto a PIA-Produto, que tem foco no produto produzido, quanto a PIA-Empresa, que tem foco na unidade local de produção.

Os desafios que serão tratados agora abordam exatamente as limitações que podem ser encontradas em requisições como essas e quais são as conclusões que podem ser extraídas a partir de consultas similares.

Desafio 1: Correspondência entre os produtos descritos nos RDAs (Sepin/MCTIC) com a NCM e *Prodlist*

Um primeiro passo para processar um pedido tal e qual o retratado é classificar os produtos beneficiados pela Lei de Informática (conforme identificados nos RDAs) de acordo com os códigos das NCMs (classificação de comércio internacional). Posteriormente, esses produtos são enquadrados segundo



a classificação *Prolist* (classificação de produção nacional), enquadramento esse utilizado pelo IBGE para classificar os produtos produzidos pelas empresas brasileiras. Logo, para se obter VBP, VTI, COI e a receita líquida de vendas (RLV) (variáveis da PIA-Empresa) para o conjunto de empresas beneficiadas, primeiro é necessário identificar os produtos incentivados na PIA-Produto.

Como os produtos que são registrados nos RDAs não possuem uma classificação padronizada e específica, isso dificulta a interlocução com outras bases de dados. Principalmente para uniformizá-los de acordo com um padrão inicialmente equivalente à NCM e, posteriormente, equivalente a *Prolist*. Para ilustrar o potencial desafio nessa padronização, utilizou-se como ilustração o exemplo do produto *Terminal Portátil de Telefonia Celular*. A escolha por esse produto se deu pelo fato de ele sozinho corresponder a mais da metade do faturamento total das empresas beneficiadas em 2016 e 2017.

Tabela 1 - Correspondência entre classificação RDA (Sepin/MCTIC), NCM e *Prolist* para o produto terminal portátil de telefonia celular

Classificação RDA (Sepin/MCTIC)	Descrição Produto RDA (Sepin/MCTIC)	Padronização NCM	<i>Prolist</i> (IBGE)
8517	Terminal portátil de telefonia celular	85171231	2632.2060
85171221	Terminal portátil de telefonia para sistema troncalizado (<i>trunking</i>)	85171231	2632.2060
85252022	Terminal portátil de telefonia celular (<i>Port 760</i>)	85171231	2632.2060

Fonte: elaboração própria.

Com base nos dados da Tabela 1, todas as três formas que o produto é identificado nos RDAs são classificadas de maneiras completamente distintas e sem uma regra clara de equivalência entre elas.

Desafio 2: Limitação da tabulação especial do IBGE

Como revelado anteriormente, o acesso inicial à PIA é via produto. Pelo exemplo dado acima, as empresas incentivadas seriam rastreadas na base da PIA pelo código *Prolist* 2632.2060 (telefones celulares). No entanto esse código é mais amplo e abrange três produtos NCM: terminais portáteis

de telefonia celular (NCM 85171231), terminais móveis do tipo utilizado em veículos automóveis (NCM 85171233) e aparelhos digitais operando banda C, KU, L ou S (NCM 85171241). Logo, a ida à PIA não conseguiria identificar com precisão as empresas que fabricam o produto específico registrado nos RDAs.

Desafio 3: Nem todas as unidades locais contidas na base dos RDAs responderam à PIA

Em uma consulta efetuada junto ao IBGE, constatou-se que apenas 70% das empresas da amostra extraída dos RDAs responderam à PIA e poderiam, portanto, ter as informações de VBP, VIT, RLV e COI avaliadas com a finalidade de construir e calibrar os indicadores propostos e sua respectiva metodologia. Ademais, verificou-se também que nem todas as empresas identificadas responderam à PIA-Produto. Da subamostra de 70% de empresas que constavam na PIA-Empresa, cerca de 15% não constavam na PIA-Produto, não sendo possível obter informações de VPB/VTI/RLV/COI sobre elas. Isto equivale a 59,5% da amostra inicial coletada diretamente nos RDAs. Por fim, a correspondência direta entre o produto registrado nos RDAs e o código *Prodlist* só foi encontrada para 310 unidades locais, ou seja, 19,6% das empresas que receberam, de fato, o incentivo. Conclui-se, então, que a amostra que pode ser efetivamente analisada é muito pequena, prejudicando a confiabilidade dos indicadores de avaliação da lei.

Algumas razões podem ser apontadas para o problema observado. A primeira é a tradução equivocada entre o produto registrado no RDA e a sua NCM correspondente. Como não há uma padronização prévia no registro do produto no RDA, essa possibilidade não pode ser negligenciada. Acredita-se que esse conflito decorra da sistemática de solicitação do benefício adotada pelo gestor dessa política: ao pleitear o benefício, as empresas fornecem uma descrição livre do tipo de produto atrelado ao PPB aprovado, desconhecendo o padrão de classificação das atividades e dos produtos vigente, quer por NCM, quer por *Prodlist*.

A segunda razão pode estar na tradução entre o código NCM e *Prodlist*, já que o último acaba sendo mais abrangente e abrange uma variedade maior de produtos. Uma terceira razão está na distorção entre as diferentes unidades locais de uma mesma empresa beneficiada. Uma unidade local pode ter sido responsável pela fabricação do produto enquanto outra tenha respondido à PIA, de maneira que o produto registrado no RDA pode não ter sido contabilizado na pesquisa. Por fim, uma quarta



e última razão pode estar no preenchimento equivocado do questionário da PIA-Produto enviado pelo IBGE para as empresas.

8.5. Possíveis encaminhamentos para os problemas detectados

A proposição de indicadores de avaliação caminha por uma avenida delimitada por duas fronteiras: i) uma primeira é definida pela estratégia metodológica utilizada para se especificar quais serão os indicadores de cobertura de uma política, de competitividade e, até mesmo, do foco pretendido; e ii) uma segunda que trata da questão prática de implementação dos indicadores construídos.

Quanto à primeira, o presente artigo oferece um conjunto de propostas de indicadores que eventualmente possam fazer parte de um esquema pertinente de avaliação. Já em relação à segunda fronteira, alguns desafios encontrados a partir do estudo de caso para o produto Terminal Portátil de Telefonia Celular permitiram melhor compreender lacunas importantes na conexão entre a maneira como o registro das empresas beneficiadas no âmbito da Lei de Informática é realizado via RDA e na forma como o IBGE opera a coleta das variáveis de interesse das empresas brasileiras.

A principal recomendação que surge como subsídio técnico para o prosseguimento do esforço de avaliação da Lei de Informática reside na constituição de um grupo-tarefa envolvendo a Sepin/MCTIC e o IBGE, de maneira a definir um padrão convergente de enquadramento dos produtos incentivados dentro das classificações oficiais de produtos e atividades que integram o Sistema Estatístico Nacional (SEN). Esse esforço de coordenação na busca pela consonância com o SEN deve ser entendido como um passo prévio e estratégico para a obtenção de informações sobre agregação de valor que sejam minimamente confiáveis para dar suporte a qualquer sistema de avaliação.

8.6. Referências

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Relação Anual de Informações Sociais RAIS**. Portaria nº 10, de 09 de janeiro de 2015. Disponível em: http://www.rais.gov.br/sitio/rais_ftp/PortariaRAIS2014.

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991.** Dispõe sobre a capacitação e competitividade do setor de informática e automação, e dá outras providências. 1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8248.htm.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. **Relatório contendo alternativas de aprimoramento da Lei de Informática.** Subsídios técnicos para o aprimoramento da Lei de Informática. Relatório Técnico final. (Reservado). Brasília: 2019.

UNITED.NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. **International standard industrial classification of all economic activities.** Rev. 4. New York, 2008. 305 p. Disponível em: https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesm/seriesm_4rev4e.pdf.



Homenagem ao professor David Kupfer

Este volume é um reflexo do esforço de pesquisa e desenvolvimento analítico e metodológico promovido no âmbito do projeto Subsídios Técnicos para o aprimoramento da Lei de Informática, realizado por especialistas de diversas universidades brasileiras, sob a coordenação técnica do professor David Kupfer, a convite do CGEE e do MCTI.

O projeto, realizado entre 2018 e 2019, buscou construir análises inovadoras e alternativas que pudessem aprimorar a Lei de Informática e, assim, contribuir com o setor brasileiro de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC). Falecido em fevereiro de 2020, David não chegou a ver publicados os resultados dessa pesquisa - o último projeto das dezenas que coordenou como professor e pesquisador no campo da Economia -. Para o CGEE, David foi sempre um parceiro próximo, tanto como pesquisador de referência quanto stakeholder, neste caso, no período em que esteve como assessor da Presidência do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

Engenheiro químico formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), David iniciou sua carreira como estagiário do Instituto Nacional de Tecnologia (INT), dedicando-se a estudos sobre as possibilidades de desenvolvimento da indústria farmacêutica e, posteriormente, da química fina no Brasil. Nascia, ali, o economista industrial, que viria a se titular como mestre e doutor no antigo Instituto de Economia Industrial (IEI) da UFRJ, instituição cujos quadros viria a integrar, primeiro como pesquisador e, posteriormente, como professor e diretor.

Ao adentrar na seara das relações econômicas, David trouxe para a sua construção acadêmica uma visão dinâmica de evolução da indústria, que percebia a convivência de diferentes padrões de concorrência, coexistindo e se interinfluenciando dentro de uma mesma estrutura produtiva, à semelhança dos fenômenos termodinâmicos que tanto admirava enquanto engenheiro de origem.

Com foco particular na indústria brasileira, pautou sua obra nesse olhar de dentro para fora, com ar de criticidade e pragmatismo, porém atento à construção propositiva das chamadas avenidas que a indústria poderia pavimentar, na busca pelo desenvolvimento econômico inclusivo e sustentável. A elaboração dessas alternativas se baseava, por sua vez, numa tríade que lhe era muito cara: a interação entre produtividade, competitividade e “inovatividade” – três dimensões interdependentes que, ao se retroalimentarem, fornecem o impuxo necessário para aparar os gargalos estruturais persistentes.

É justamente a partir dessa visão sistêmica que a presente publicação se insere, considerando que a internalização e o fortalecimento da cadeia de valor de bens de TIC, no plano nacional, estejam intimamente ligados à construção dessa capacidade de produzir, competir e inovar.

Deixamos aqui o nosso agradecimento, não só pela condução dessa pesquisa e de tantas outras, mas também pelo legado de toda uma trajetória pautada pelo interesse, o afínco e pela defesa da importância de se estudar a indústria brasileira, sem nunca deixar de olhar o todo que lhe ampara.

A David Kupfer, nossa homenagem e gratidão.



Acesse www.cgee.org.br/energia