

Complexo eletrônico: a evolução recente e os desafios para o setor e para a atuação do BNDES

Ricardo Rivera de Sousa Lima

<http://www.bndes.gov.br/bibliotecadigital>

COMPLEXO ELETRÔNICO: A EVOLUÇÃO RECENTE E OS DESAFIOS PARA O SETOR E PARA A ATUAÇÃO DO BNDES

Ricardo Rivera de Sousa Lima*

* Engenheiro e gerente setorial do Departamento das Indústrias de Tecnologias de Informação e Comunicação da Área Industrial do BNDES. O autor agradece a preciosa ajuda de Alessandra Sleman, Luis Otávio Reiff, Felipe Lobo, Marcos Fernandes, Marcos dos Santos, Daniel Carvalho, Vicente Giurizatto e Leandro Lotero na geração de dados da dispersa Indústria de TICs; e especialmente a Francisco Silveira e Henrique Miguel da Secretaria de Política de Informática do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCTI/Sepin) o fornecimento de dados sobre a Lei de Informática.

RESUMO

A relevância das indústrias baseadas na eletrônica – ou, genericamente, das tecnologias da informação e comunicação (TICs) – avança com a consolidação da revolução digital, tal como a preocupação dos governos com o domínio tecnológico e difusão dessas tecnologias em suas nações. Em compasso com esse quadro e com um déficit comercial crescente nesse setor, na década de 2000, o país aperfeiçoou significativamente seu arcabouço legal, seus instrumentos de financiamento e de apoio à difusão da eletrônica. Apesar dos efeitos dessas ações ainda estarem aquém do desejado – mais do ponto de vista tecnológico do que produtivo –, os avanços são relevantes e diversas oportunidades se descortinam para o desenvolvimento das TICs no Brasil. No contexto da celebração dos sessenta anos do BNDES, este artigo se propõe a expor o histórico do desenvolvimento e do apoio do Banco às TICs, com ênfase no período 2001 a 2011, as principais tendências e os desafios para que o Brasil se posicione como um país protagonista na área.

ABSTRACT

The relevance of industries based on electronics – or, generically, part of information and communications technologies (ICTs) – has advanced due to the consolidation of the digital revolution, such as the interest of many governments in dominating technology and disseminating such technology throughout their nations. In keeping with this, and with the growing trade deficit in this sector, in the first decade of 2000, the country significantly improved its legal framework, as well as its financing instruments and mechanisms to provide support for electronic dissemination. Despite the fact that the results of such efforts still fall well short of the desired outcome – more from a technological point of view rather than a production standpoint –, the advances have been relevant and several opportunities have been revealed towards developing ICTs in Brazil. Within the context of the BNDES' 60th anniversary celebrations, this article

is aimed at disclosing the historic development and support the Bank has offered ICTs, focusing on not only the period between 2001 and 2011, but also the main trends and the challenges Brazil must face to position itself as an active player in the area.

1. INTRODUÇÃO

A primeira década deste milênio reforçou o que diversos estudos já diagnosticavam desde meados do século passado: o caráter estratégico das TICs nas sociedades modernas.¹ A relevância dessa indústria se dá tanto pelo prisma do acesso a estas pela sociedade, quanto por seu domínio para aplicação em setores produtivos, permitindo aumentar a produtividade do trabalho, criar serviços, aprimorar produtos, modificar indústrias e processos e permitir avanços sociais e ambientais.

O aumento da importância do Complexo Eletrônico (CE) pela ótica da demanda reflete-se, por exemplo, na preocupação de diversas instituições governamentais com a inclusão digital e no aumento de gastos com TICs, a taxas superiores ao crescimento da economia mundial.² Grande parte das soluções adotadas pelos governos para a crise econômica de 2008-2009 inclui medidas direcionadas para o setor de TIC que promovam a inovação, a difusão e a disseminação de seu uso [OCDE (2010)].

Por vezes menos explícitas ou estruturadas, as políticas de apoio ao desenvolvimento produtivo do CE são largamente implantadas por diferentes países. Essa atuação ocorre por diferentes meios, que podem ser: mecanismos de compras públicas – como no caso emblemático das encomendas tecnológicas realizadas pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos (EUA) –; instrumentos regulatórios em mercados regulados; maciços investimentos em inovação, formação de mão de obra e educação em ciências exatas; ou até mesmo controle dos investimentos diretos estrangeiros na aquisição de empresas nacionais estratégicas, baseados em fundamentos tão amplos quanto “segurança nacional” ou “segurança econômica”.³

Não por menos. Segundo a Oliver Wyman, consultoria especializada no setor Automotivo, os dispêndios em eletrônica representarão 60% do total investido em P,D&I pela indústria automobilística até 2015 [Oliver Wyman (2007)]. As TICs já são

¹ Para citar como exemplo, já nas décadas de 1980 e 1990, as TICs contribuíram entre 0,2 e 0,5 ponto percentual de crescimento econômico, dependendo do país analisado. Na segunda metade da década de 1990, essa contribuição esteve entre 0,3 e 0,9 ponto percentual por ano [Collechia e Schreyer (2001)].

² Segundo estudo Global Innovation 1000 da consultoria Bozz & Company (2008), *apud* Bampi (2008-2009), em 2007 cerca de 29% dos investimentos em P&D das mil empresas do estudo seriam aplicados em computação e bens eletrônicos.

³ Segundo Silva (2010), as TICs estão entre os setores sensíveis e protegidos por extensa rede de agências e considerados “infraestrutura crítica”.

responsáveis por cerca de 5,5% dos empregos nos países da OCDE [OCDE (2010)] se espalhando e se incrustando de maneira progressiva pela economia.

Em que pese o fato de a indústria brasileira de TICs estar entre as dez maiores do mundo [OCDE (2008, Figura 2.14)], o país segue experimentando déficits comerciais aceleradamente crescentes no CE, com participação de apenas 1% das exportações mundiais, ocupando o 27º lugar nas exportações mundiais de TICs em 2008 [Salles (2011)]. Os motivos que travam o desenvolvimento do CE serão discutidos ao longo do artigo, cujo objetivo é expor a evolução histórica recente do CE no Brasil e o respectivo apoio do BNDES, com especial ênfase na última década,⁴ tendo como perspectiva o quadro atual do setor e os desafios para seu desenvolvimento no país.

A seção a seguir descreve os principais vetores de mudança provocada pela evolução tecnológica e de modelos de negócios das TICs e, em sequência, o panorama mundial no setor. Na seção “Panorama brasileiro”, são mostrados os instrumentos de política para o setor no país. Na seção seguinte, é avaliada a evolução do panorama setorial brasileiro. As duas últimas seções apresentam as perspectivas do setor e as propostas para atuação do Banco.

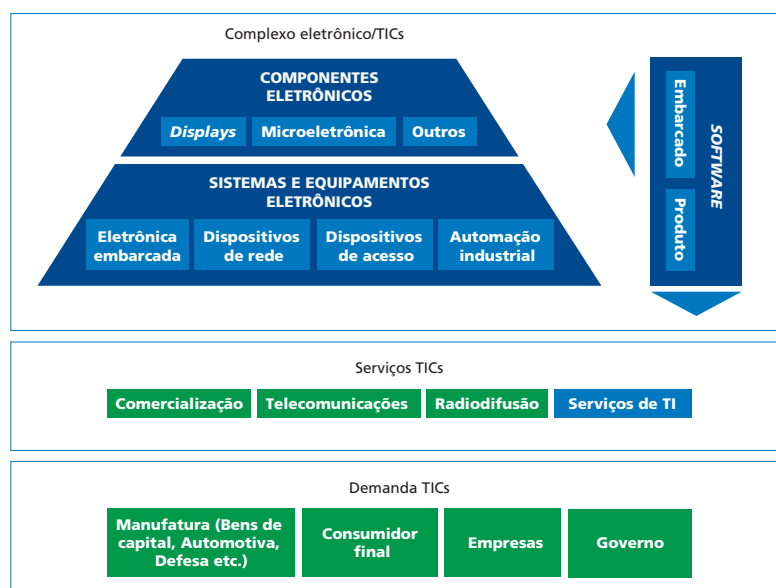
2. PANORAMA INTERNACIONAL

Antes de iniciar a apresentação do panorama internacional, cumpre expor a classificação do universo TICs adotada por este artigo. Isso se justifica por nem sempre a definição dos alcances do CE ser convergente, em consequência da crescente difusão da eletrônica na economia. A Figura 1 exhibe a definição proposta por este artigo, com uma tipologia orientada para a convergência tecnológica – os segmentos eletrônica de consumo, equipamentos de telecomunicações e informática, que no decorrer do tempo foram classificados pelo BNDES como segmentos distintos, estão inseridos em Sistemas e Equipamentos Eletrônicos como dispositivos de rede ou de acesso, ao lado dos segmentos de eletrônica embarcada e automação industrial. Ressalta-se que, apesar

⁴ Para o entendimento mais aprofundado do desenvolvimento histórico do setor nos anos anteriores, recomenda-se a leitura do artigo comemorativo de cinquenta anos do BNDES sobre o complexo eletrônico, elaborado por Nassif (2002).

de serem intensivamente baseados em TICs, não são considerados no CE os serviços de telecomunicações, radiodifusão e comercialização das TICs. Por outro lado, em razão da dificuldade de dissociar os números de *software* dos de Serviços de Tecnologia da Informação (TI), estes últimos foram inseridos no CE para efeitos deste trabalho.

FIGURA 1 DEFINIÇÃO DO COMPLEXO ELETRÔNICO



Fonte: BNDES.

MUDANÇAS TECNOLÓGICAS E PRODUTIVAS RECENTES

Ao mesmo tempo em que o CE viabiliza profundas mudanças na organização produtiva mundial – proporcionando informação em tempo real, automatizando cadeias, aumentando a produtividade do trabalho etc. –, diversas tendências tecnológicas e de processos afetam seu próprio dinamismo, trazendo desafios para as empresas nele inseridas e para formuladores de políticas públicas preocupados com seu enraizamento local. A seguir, são comentadas algumas das principais tendências que nasceram ou se reforçaram na década de 2000.

Terceirização produtiva

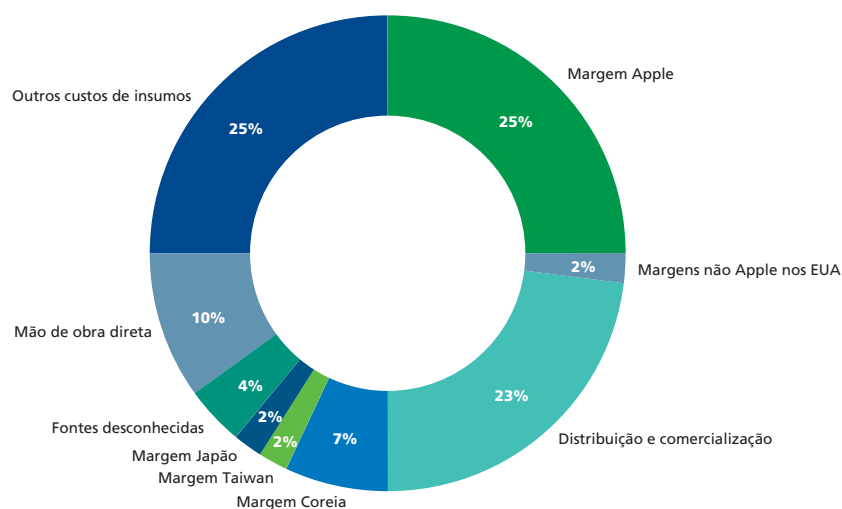
Nos anos 1990, a globalização se aprofundou, e a absorção dos conceitos de re-engenharia de processos com focalização nos negócios centrais das organizações

provocou a reorganização das cadeias de fornecimento de diversos setores produtivos, originando à desverticalização em larga escala da produção mundial. Assim, o modelo de terceirização de produção ganhou força, tanto em *hardware* quanto em *software* e serviços de TI.

Desde então, a produção de equipamentos, partes, peças e componentes foi progressivamente desviada para as montadoras terceirizadas, as Contract Equipment Manufacturer (CEM). Direcionado pela dimensão custos, esse segmento se consolidou, alcançando faturamento muitas vezes superior ao dos próprios clientes. Estes, por sua vez, passaram a focar na manufatura de produtos mais sofisticados, com maior flexibilidade nas linhas de produção – o que passou a ser conhecido como modelo Original Equipment Manufacturing (OEM).

Alguns fabricantes terceirizados, buscando agregar valor à produção de *commodities* eletrônicas, passaram a oferecer o projeto de equipamentos eletrônicos, tornando-se Original Design Manufacturing (ODMs). Este último modelo atende massivamente aos fabricantes brasileiros detentores de marcas de renome, e conta com a Foxconn (Grupo Hon Hai) como seu maior expoente, com mais de 50% da produção mundial terceirizada de empresas como Apple, Sony, Dell, Nokia etc.

GRÁFICO 1 COMPOSIÇÃO DO PREÇO DO IPAD 16 GB



Fonte: Linden, Kraemer e Dedrick (2011).

Em 2009, o faturamento dos segmentos de Electronic Manufacturing Services (EMS), que abrangem CEMs e ODMs, atingiu cerca de US\$ 270 bilhões, aproximadamente 25% de todo o faturamento global do CE, com escalas elevadíssimas de produção e margens reduzidas. O Gráfico 1 ilustra o aprofundamento da terceirização, em busca de localidades com eficiência logística e baixo custo de produção. Percebe-se, no exemplo do iPad, a concentração das margens dos bens eletrônicos na marca (Apple) e dos componentes estratégicos (basicamente a soma de Coreia e Japão), em detrimento da fabricação (Taiwan).

Igual fenômeno ocorreu com *software* e serviços de TI, com maciça transferência de operações para países com menor custo de mão de obra (com destaque para a Índia). Inicialmente em serviços mais simples, como atividades de *contact center*, o modelo evoluiu, chegando a envolver a terceirização de processos com maior valor agregado – como contabilidade e folha de pagamentos –, no que hoje é conhecido como IT Enable Services – Business Process Outsourcing (ITES-BPO).

Convergência

Nos anos 2000, ganhou força o fenômeno da convergência em diversas dimensões. Por meio da convergência digital – que permitiu a unificação de voz, dados e imagens em infraestrutura, protocolos e padrões comuns –, desencadeou-se um processo de convergência de redes (por exemplo, telefonia fixa e móvel), de serviços (que passam a poder ser prestados da mesma forma em diferentes redes) e de terminais.

A internet e os *smartphones* talvez sejam os melhores exemplos desse fenômeno: vídeo, dados e voz pelo mesmo meio e dispositivo, modificando de forma aguda as fronteiras mercadológicas, com transbordamentos em quase todos os setores da economia que podem ter seus respectivos produtos digitalizados – tomando como exemplos não exaustivos os setores fonografia, radiodifusão, editorial e publicidade. Trata-se da convergência de mercados, com novas e dinâmicas bases de competitividade se formando a partir da participação das empresas em áreas de negócio distintas de suas origens.

Computação em nuvem

A reboque da convergência e do avanço tecnológico da microeletrônica – que expandiu a capacidade e reduziu custos de armazenamento e processamento em servidores e dispositivos de acesso –, cresceu no fim dos anos 2000 o conceito de computação em nuvem. Pessoas, empresas e governo passam a poder compartilhar capacidade de armazenagem, processamento, aplicativos e ferramentas por meio da internet e de *data centers* espalhados no mundo. Os serviços passam a ser facilmente escaláveis e a compra de aplicativos pode ser configurada de novas formas, como uma taxa por uso e não mais por licença ou espaço alocado nos servidores.

Apesar da desconfiança por parte dos clientes potenciais quanto a questões de sigilo e segurança e confiabilidade dos fornecedores, cerca de US\$ 90 bilhões foram gastos na nuvem em 2010, e 50% do processamento de dados em 2014 será realizado no ambiente da nuvem.⁵

A infraestrutura de banda larga é uma questão fundamental para a aceleração desse modelo, conferindo papel-chave, no contexto brasileiro, ao Plano Nacional de Banda Larga (PNBL) e às demais ações da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel) para melhoria da qualidade e cobertura da internet em alta – e confiável – velocidade.

Peso crescente da microeletrônica e *software* embarcado

No campo do *hardware*, destaca-se a tendência à compactação de funcionalidades em um número cada vez mais restrito de componentes, enxugando o número de fornecedores na cadeia, reduzindo a agregação de valor na manufatura final e, sobretudo, reforçando a necessidade de domínio da microeletrônica para os países interessados no desenvolvimento do CE.

Mais recentemente, o conceito de System on a Chip (SoC) materializou esse fenômeno. O recém-lançado *chip* para telefones celulares Snapdragon da Qualcomm é um exemplo que integra as funções de *modem*, processador, placa de vídeo, GPS, gestão de energia, memória, multimídia, entre outras, em um único dispositivo.

⁵ Estudo da Consultoria Gartner, citado por reportagem no jornal Valor Econômico, Especial Segurança Digital, de 28.2.2012.

Por conseguinte, o peso da microeletrônica no produto final cresce progressivamente. Segundo estudo contratado pelo BNDES, o valor embarcado de microeletrônica nos sistemas eletrônicos foi de 6% em 1974 ante cerca de 25% em 2010.

Em paralelo, a importância do *software* embarcado cresce em todos os componentes (até na própria microeletrônica), partes, peças, etapas da produção e produtos finais, assumindo papéis antes conferidos a *hardwares* específicos. Contribuem de modo decisivo para esse fenômeno os ganhos com a possibilidade de reconfiguração das funcionalidades para cada cliente específico, sem a necessidade de troca ou alteração do equipamento.

Simbiose *hardware, software* e microeletrônica

A conclusão direta que poderia ser tirada com base nos itens anteriores é de que a microeletrônica, em conjunto com o *software* embarcado e a terceirização da fabricação e desenvolvimento de produtos, retira progressivamente o valor ora gerado pelo domínio *hardware*. Contudo, fatores como o aumento da complexidade da integração desses diferentes elementos – *software*, microeletrônica e *hardware* – e a importância crescente do *design* tornam essa análise incompleta e por vezes enganosa.

Exemplos como a aquisição da Motorola pela Google sinalizam que a integração do dispositivo final (*smartphone, tablets*) com o sistema operacional Android não é ainda satisfatória. Por outro lado, Apple e Google recentemente adquiriram empresas de projeto de *chips*⁶ por entenderem ser necessário diferenciar seus produtos dos demais nesse componente e, também, por avaliarem que não havia disponível no mercado empresa capaz de projetar um circuito integrado de acordo com a *performance* desejada para seus produtos.

Serviços

Em decorrência da especialização produtiva em todos os setores da economia, é crescente a demanda de clientes por ofertas de soluções completas – até mesmo operadas – e não apenas equipamentos/sistemas eletrônicos isolados. Seja para o segmento em-

⁶ A Apple adquiriu a P.A. Semi em 2008 por cerca de US\$ 280 milhões, a Intrisity em 2010 por US\$ 120 milhões e a Anobit em 2010 por cerca de US\$ 400 milhões; em 2010, a Google adquiriu a Agnilux. Disponível em: <http://www.eetindia.co.in/ART_8800604928_1800000_NT_347c98fe.HTM> e <http://www.nytimes.com/2010/04/28/technology/28apple.html?_r=1>.

presarial (por exemplo, operadoras de telecomunicações terceirizando toda a operação de rede em pacotes *turn key*, até mesmo aquisição de equipamentos necessários), para o consumidor final (por exemplo, fabricantes de computadores oferecendo espaço de armazenagem na internet ou conteúdo exclusivo), ou para o governo (por exemplo, terceirização do processamento de folha de pagamento), aumenta a participação dos serviços no faturamento e lucratividade das empresas de TICs desde a última década.

PANORAMA MUNDIAL EM SISTEMAS, EQUIPAMENTOS E COMPONENTES ELETRÔNICOS

Dados de consultoria Decision Etudes Conseil (2011) indicam que a produção mundial de sistemas eletrônicos em 2010 alcançou € 1,2 trilhão (cerca de US\$ 1,6 trilhão). Com elevada elasticidade-renda, depois de duas décadas de crescimento contínuo (de 1980 a 2000), a produção de eletrônicos experimentou duas crises importantes: a crise da internet (2001-2002) e a crise econômica global em 2009. Mesmo nesse contexto, o crescimento médio da produção mundial de eletrônicos atingiu cerca de 4,9% ao ano entre 2004 e 2009, conforme mostrado no Gráfico 2.

GRÁFICO 2 CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO MUNDIAL DE ELETRÔNICOS

GRÁFICO 2A PRODUÇÃO ELETRÔNICA MUNDIAL POR REGIÃO

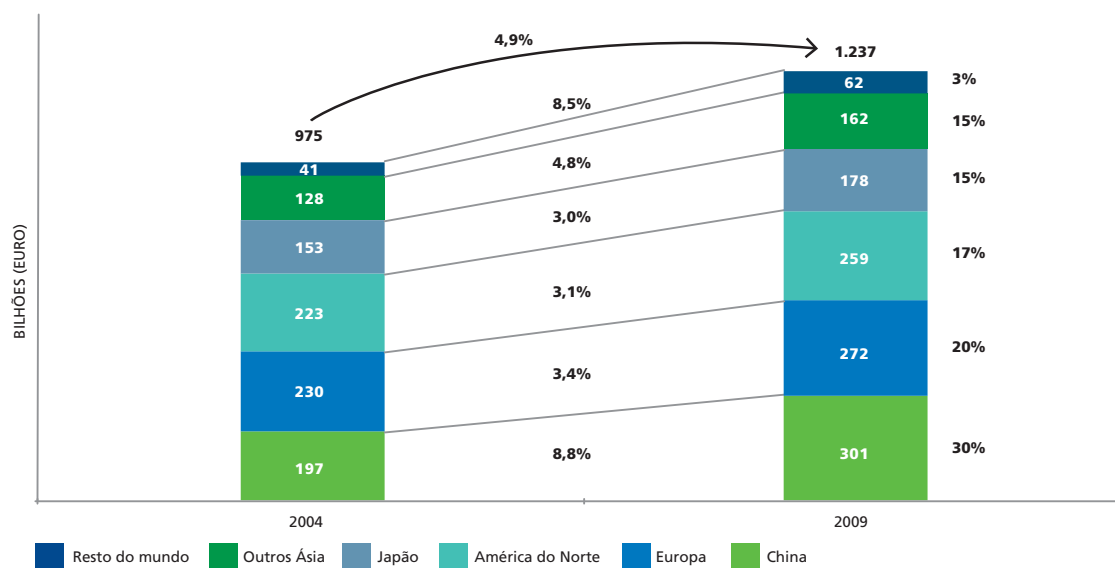
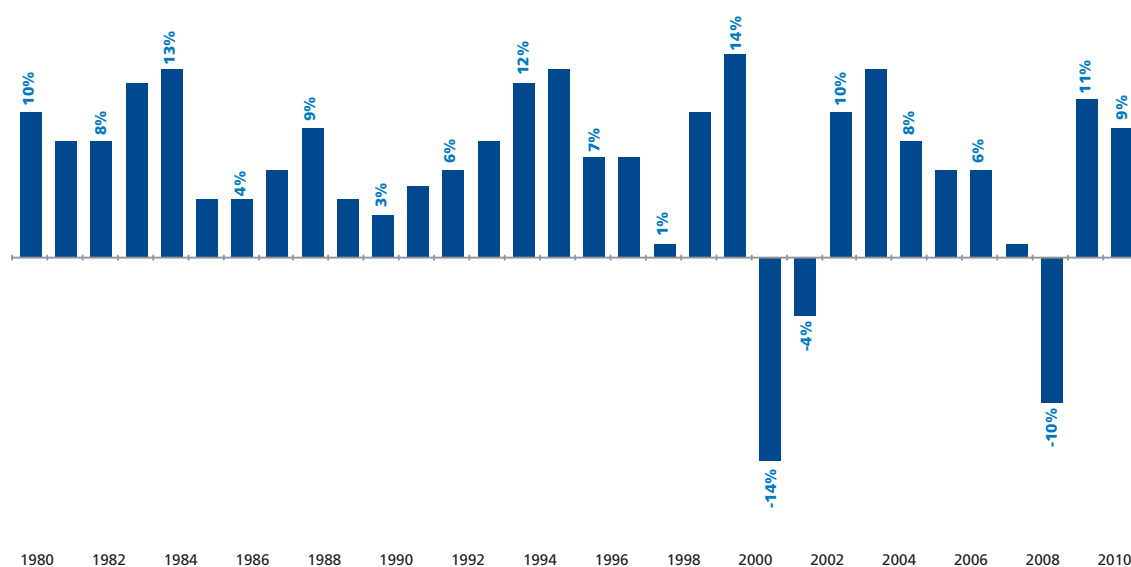


GRÁFICO 2B TAXA DE CRESCIMENTO DE PRODUÇÃO DE SISTEMAS ELETRÔNICOS – MUNDIAL



Fontes: Decision Etudes Conseil e BNDES (estudo contratado).

Decision Etudes Conseil (2011) e estudo contratado pelo BNDES preveem crescimentos entre 5% e 8% ao ano até 2015. No longo prazo, a previsão de expansão está em torno de 6% ao ano.

Os dados do Gráfico 2 mostram a rápida consolidação da **China como maior produtora mundial**, com 30% do fornecimento global em 2009 – em 2001, sua produção respondia por cerca de 10% do total. Essa manufatura é, em sua maioria, de produtos de consumo, como televisores, computadores e terminais celulares, em que o fator escala e controle de custos é fundamental. Todavia, os investimentos em P,D&I são notórios e algumas empresas de elevado conteúdo tecnológico já são mundialmente reconhecidas – como a Huawei e ZTE, ambas fabricantes de equipamentos de telecomunicações, e a Lenovo, segunda maior fabricante de *laptops*.

Os gigantes conglomerados da **Coreia do Sul** (*chaebols*) que atuam na eletrônica – Samsung, LG e Hyundai – obtiveram crescimento expressivo na última década, assumindo liderança ou posição de destaque em dispositivos de acesso (televisores, celulares, computadores etc.), componentes estratégicos (*chips* para memória e

displays) e bens de capital de eletrônica. Cresceu também a importância de países como **Taiwan**,⁷ Cingapura, Hong Kong, Malásia.

Os **EUA** ainda mantêm posição de destaque no desenvolvimento de produtos, equipamentos e insumos em diversos segmentos, contando com empresas como Apple, IBM, Google, Intel e Qualcomm. A **Europa** mantém presença relevante em produtos com escalas menores, mas de aplicações mais sofisticadas e de maior valor agregado, como a eletrônica embarcada em veículos, equipamentos de defesa, médico-hospitalares e automação industrial. Apesar da perda do espaço de diversas empresas no segmento de Bens de consumo, o **Japão** continua desempenhando importante papel na fronteira do desenvolvimento, especialmente em segmentos de elevada complexidade tecnológica, como em componentes estratégicos⁸ e em bens de capital para a fabricação de eletrônicos.

TABELA 1 RANKING DAS MAIORES EMPRESAS DE TICS

Ranking 2005			US\$ bilhões		Ranking 2011			US\$ bilhões	
Geral	Eleto.	Empresa	Vendas	Lucro	Geral	Eleto.	Empresa	Vendas	Lucro
20	1	IBM	96,3	8,4	22	1	SAMSUNG ELECTRONICS	133,8	13,7
21	2	SIEMENS	91,5	4,1	28	2	HP	126,0	8,8
23	3	HITACHI	84,0	0,5	40	3	HITACHI	108,8	2,8
28	4	HP	79,9	3,5	47	4	SIEMENS	102,7	5,3
39	5	SAMSUNG ELECTRONICS	71,6	9,4	50	5	PANASONIC	101,5	0,9
47	6	SONY	66,6	1,5	52	6	IBM	99,9	14,8
72	7	TOSHIBA	54,3	0,4	60	7	HON HAI GROUP	95,2	2,5
96	8	NEC	45,2	0,6	73	8	SONY	83,8	(3,0)
99	9	FUJITSU	44,3	0,3	89	9	TOSHIBA	74,7	1,6
115	10	LG ELECTRONICS	37,8	1,4	111	10	APPLE	65,2	14,0
116	11	PHILIPS	37,7	3,5	120	11	MICROSOFT	62,5	18,8
127	12	MICROSOFT	36,8	8,2	124	12	DELL	61,5	2,6
130	13	NOKIA	36,4	4,0	143	13	NOKIA	56,2	2,5
138	14	MOTOROLA	35,3	1,5	171	14	LG ELECTRONICS	48,2	1,1
141	15	INTEL	34,2	7,5	195	15	INTEL	43,6	11,5

Fonte: Ranking Global 500 – Fortune/CNN.

⁷ Os maiores CEMs, ODMs e Foundries de semicondutores do mundo são taiwaneses (por exemplo, Foxconn e TSMC e UMC), assim como empresas entre as líderes em *displays* (AUO, Innolux/CMO) e equipamentos (ACER, HTC e BenQ).

⁸ A Sharp tem a fábrica mais sofisticada de *displays* de LCD do mundo; a Toshiba segue como uma das maiores do mundo em *chips* de diferentes segmentos; a Sanyo segue entre as líderes em baterias etc.

Na Tabela 1, são listadas as maiores empresas de eletrônicos do mundo quanto a faturamento. É interessante notar: a entrada da Foxconn (Hon Hai Group) no *ranking* de 2011 e a liderança da Samsung; a lucratividade das empresas de *software* e soluções (Microsoft e IBM) e de componentes (Intel) e da Apple; a queda de faturamento ou lucro das empresas japonesas – Sony, Toshiba, NEC, entre outras – que enfrentam crescente concorrência e os efeitos do *tsunami*; e que o lucro das maiores empresas chega a ser mais de dez vezes superior ao faturamento das maiores empresas brasileiras.⁹

Segundo estudo contratado pelo BNDES (vide Tabela 2), os segmentos de mercado majoritariamente de massa do CE – Informática, Telecomunicações e Eletrônica de Consumo – devem representar mais de 70% da produção mundial em 2015. Dentre os mercados com maior customização, destaca-se o segmento Automotivo, com expectativas de crescimento médio superior a 10% ao ano. A Eletrônica deverá responder por 60% das inovações das montadoras nos próximos cinco anos [Wyman (2007)], na busca por veículos mais seguros, econômicos, movidos a combustíveis alternativos (em especial, os veículos elétricos) e com mais funcionalidades.

TABELA 2 PROJEÇÃO DE MERCADO PARA SISTEMAS E EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS

	US\$ bilhões							
Tipo de sistema	2009	2010	2011*	2012*	2013*	2014*	2015*	2015*/2009 (%)
INFORMÁTICA	349	387	420	450	455	485	526	51
TELECOMUNICAÇÕES	302	335	370	405	415	448	492	63
IND./MED./OUTROS	160	174	184	195	199	210	224	40
ELETRÔNICA DE CONSUMO	140	157	175	191	193	208	226	61
AUTOMOTIVO	85	100	111	121	125	135	150	76
GOV./MILITAR	80	84	88	93	97	102	107	34
TOTAL	1.116	1.237	1.348	1.455	1.484	1.588	1.725	55

Fonte: Elaboração BNDES, com base em dados de relatório de consultoria.

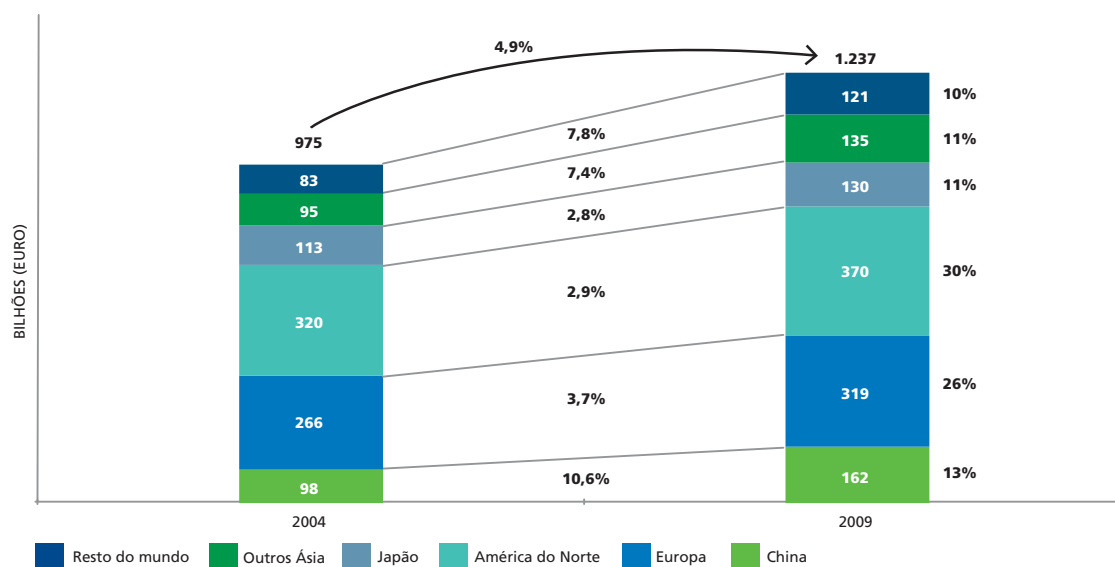
* Projeção.

Tal como em outros segmentos industriais, EUA, Europa e Japão seguem sendo os maiores mercados – correspondendo a 66% da demanda mundial por eletrônicos.

⁹ O faturamento, por exemplo, da Positivo Informática em 2011 foi de R\$ 2,3 bilhões, de acordo com Valor 1000 (2011).

Todavia, o crescimento da demanda do resto do mundo – em especial dos BRICs e demais países emergentes – superou largamente o ritmo de expansão de mercado dos países de economia madura, como ilustrado no Gráfico 3.

GRÁFICO 3 CONSUMO MUNDIAL TICS



Fonte: Decision Etudes Conseil.

PANORAMA MUNDIAL EM SOFTWARE E SERVIÇOS DE TI

Com uma estrutura de oferta e demanda relativamente diferente do universo de *hardware*, o mercado mundial de *software* e serviços de TI cresceu cerca de 33% entre 2005 e 2010, alcançando, segundo dados de Associação Brasileira das Empresas de Software em parceria com International Data Corporation (Abes/IDC) (2011), US\$ 884 bilhões em 2010 – dos quais US\$ 307 bilhões em *software* e US\$ 577 bilhões em serviços de TI.

Esse mercado nasceu e ainda está fortemente concentrado nos EUA (cerca de 40% da demanda global), país que mais profundamente adotou os conceitos de terceirização *off-shore* de *software* e serviços. Como pode ser observado na Tabela 3, em 2010, o Brasil se encontrava na 11ª posição, com um mercado de cerca de US\$ 17,3 bilhões – em 2004, o país tinha o 15º maior mercado, estimado em cerca de US\$ 6,0 bilhões –, com crescimento inferior apenas ao da China, considerando os dez maiores mercados.

TABELA 3 MAIORES MERCADOS DE SOFTWARE E SERVIÇOS DE TI (EM US\$ BILHÕES)

Países	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2010 (%)	2010/2005 (%)
EUA	287,5	303,0	315,0	339,6	349,7	359,2	40,7	25
JAPÃO	63,2	64,4	63,8	71,7	71,7	76,9	8,7	22
REINO UNIDO	59,5	56,0	60,3	67,1	69,4	65,4	7,4	10
ALEMANHA	41,3	48,2	51,8	62,6	59,8	58,0	6,6	40
FRANÇA	36,8	39,3	41,6	49,8	47,4	45,6	5,2	24
CANADÁ	17,9	21,1	22,0	24,8	24,5	23,8	2,7	33
ITÁLIA	16,9	18,1	19,3	24,1	22,9	21,0	2,4	24
HOLANDA	9,5	12,5	13,6	18,2	19,9	18,4	2,1	94
CHINA	6,9	9,6	11,5	15,2	15,5	17,7	2,0	157
ESPAÑA	11,6	10,3	11,5	19,8	18,7	17,5	2,0	51
BRASIL	7,2	9,1	10,8	14,7	15,0	17,3	2,0	139
RESTO DO MUNDO	104	122	135	165	166	163	18,4	57
TOTAL	662	714	756	873	881	884	100	33

Fonte: Abes/IDC.

3. PANORAMA BRASILEIRO

Com maior ou menor ênfase, as TICs vem sendo reconhecidas como estratégicas ao longo dos últimos sessenta anos pelos governos brasileiros, com legislação específica para produção e inovação local. De forma complementar ao artigo comemorativo de cinquenta anos do BNDES [Nassif (2002)], a análise histórica foi dividida em duas partes: (i) o período entre 1950 e 2001 e (ii) a década passada (2001-2011), para a qual foi realizada uma avaliação mais detalhada.

PERÍODO 1950-2001

As origens do setor de CE no Brasil remontam à década de 1950, quando foram produzidos os primeiros bens de **eletrônica de consumo** (sobretudo áudio e vídeo) a partir de insumos importados por multinacionais que entravam no país. Na década seguinte, foram instalados nas universidades os primeiros computadores (**informática**), ainda pouco difundidos na atividade industrial brasileira.

Em 1967, foi criada a **Zona Franca de Manaus**, com o objetivo de promover a integração e o desenvolvimento da Amazônia, por meio da desoneração do Im-

posto de Importação (II) e do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para insumos de bens orientados à exportação. O objetivo de criar um polo exportador na região nunca foi efetivamente alcançado – o percentual de exportações sobre o faturamento do polo em eletroeletrônicos em 2010 foi de 1,4% [Suframa (2012)] –, tal como a desoneração de insumos dificultou historicamente as políticas de adensamento da cadeia produtiva em eletrônicos. De toda forma, em 2011 o polo manteve por volta de 110 mil empregos em TICs na Região Amazônica e gerou um faturamento de cerca de US\$ 18 bilhões, com base na utilização de US\$ 9,6 bilhões de insumos – 74% dos quais importados.

Com a expansão econômica da década de 1970, a elevada demanda pública e privada levou o governo a criar a Comissão de Atividades de Processamento Eletrônico (Capre), subordinada ao Ministério do Planejamento, para disciplinar e organizar as compras governamentais focadas em Informática. No mesmo ano se criou a *holding* Telebrás – fator-chave para o desenvolvimento da cadeia produtiva de **telecomunicações** por meio do exercício do poder de compra de suas operadoras e dos equipamentos e sistemas desenvolvidos pelo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Telebrás (CPqD), criado em 1976.

Em meados da mesma década, a crise do petróleo determinou o lançamento do Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), com fortes estímulos à substituição de importações. Em 1979 é criada a Secretaria Especial de Informática (SEI), substituindo a Capre e ampliando o escopo de atuação para, além da informática, incorporar a microeletrônica, a automação industrial, os equipamentos de telecomunicações e a instrumentação digital. Essa é a base do atual escopo da Lei de Informática.

A despeito das críticas dirigidas ao período 1970-1980, parte relevante das empresas que desenvolvem tecnologia eletrônica no país são originárias dessa época. Também é nesse período que surge uma indústria de **componentes eletrônicos** no país, com a instalação de fábricas de *displays* (cinescópios ou *displays* de tubo) e microeletrônica.¹⁰

¹⁰ A SID Microeletrônica operou a única fábrica com ciclo completo de produção de semicondutores no país.

Ainda nesse período se observa o nascimento da indústria de *software* brasileira. Além da necessidade de embarcar o *software* nas indústrias de equipamentos eletrônicos, as características específicas do país – hiperinflação, complexidade tributária, criatividade etc. – propiciam a formação da competência em verticais setoriais (por exemplo, bancário, varejo e telecomunicações) em que o Brasil conta atualmente com reconhecimento internacional.

A abertura de mercado na década de 1990 e o fim da reserva de mercado estimularam a modernização do parque produtivo, a entrada maciça de multinacionais e o início do processo de terceirização manufatureira. Por outro lado, esse momento imprimiu um esforço de adaptação concentrado no tempo das empresas locais de base tecnológica, que hoje se concentram em nichos de mercado. A indústria local de componentes também foi atingida com especial intensidade, tendo ocorrido grandes desinvestimentos na área, com fechamento de quase todas as empresas estrangeiras [Melo *et al.* (1997)].

Nesse cenário foi implementada a **Lei de Informática (LI)**¹¹ com o mérito de buscar alinhar incentivos com a também renovada **Lei da Zona Franca de Manaus**.¹² Em 1993 foi implantado o Processo Produtivo Básico (PPB), que passou a conceder incentivos fiscais no âmbito da LI (desoneração de IPI na venda de produtos), definidos a cada tipo de produto, a empresas que cumprissem determinadas etapas de produção local, adquirissem localmente determinados componentes e investissem um percentual da receita em P&D.

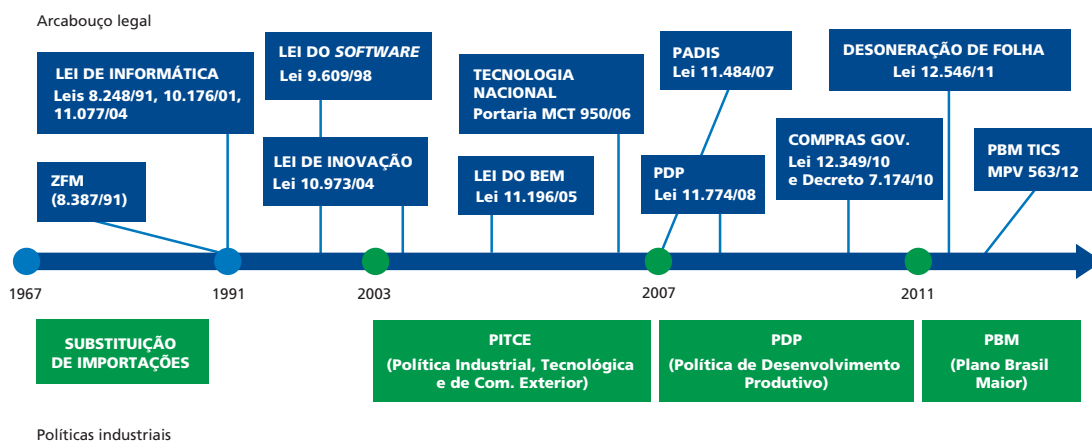
EVOLUÇÃO DO ARCABOUÇO LEGAL E POLÍTICAS INDUSTRIAIS RECENTES (2001-2011)

O esforço recente do governo em aperfeiçoar o arcabouço legal para TICs, até mesmo por meio de políticas industriais setoriais, é notório, como ressalta a Figura 2.

¹¹ Lei 8.248/91. Estão no escopo dessa lei: componentes semicondutores, optoeletrônicos, máquinas, equipamentos e dispositivos baseados em eletrônica digital, seus insumos, partes, peças, *software* e serviços técnicos associados.

¹² Lei 8.387/91, que prevê, além da redução de até 88% do II sobre insumos, isenção de IPI.

FIGURA 2 EVOLUÇÃO DO ARCABOUÇO LEGAL E POLÍTICAS DE GOVERNO



Fonte: BNDES.

Políticas industriais

A última década foi marcada pela retomada das políticas industriais e tecnológicas setoriais. Em 2003, em um contexto de estabilidade monetária, foi lançada a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (Pitce), com vigência até 2007, com ênfase na inovação tecnológica, tendo os setores de *software* e microeletrônica ao lado de fármacos e bens de capital como estratégicos. Duas agências foram criadas no governo para auxiliar as ações dessa política: a Agência Brasileira de Promoção à Exportação (Apex), criada em 2003, e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), criada em 2006.

Entre 2008 e 2010, entra em vigor a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), em que o setor TICs foi novamente posicionado como estratégico¹³ em cinco temas – *software* e serviços de TI, microeletrônica, *displays*, infraestrutura para inclusão digital e adensamento da cadeia. Em 2011, e ainda em estágio de elaboração, o Plano Brasil Maior (PBM) foi lançado com o desafio de implementar medidas com base em um cenário de restrição fiscal, crise e sobreoferta de capacidade produtiva mundial e necessidade de suportar os investimentos na indústria, incluindo mais uma vez o setor de TIC como estratégico.

¹³ Além das TICs, o complexo de saúde, energia nuclear, complexo de defesa, nanotecnologia e biotecnologia foram definidos como programas mobilizadores em áreas estratégicas na PDP.

Essas políticas desempenharam, sobretudo, um papel decisivo para a articulação dos agentes do poder público e do setor privado na proposição e implantação das medidas e aperfeiçoamento do arcabouço legal apresentados nos próximos tópicos.

Poder de compra do Estado

A renovação da Lei de Informática (Lei 10.176/01) introduziu em seu Artigo 3º a **preferência nas compras públicas** por bens TICs com tecnologia nacional e/ou PPB, que seria materializada por meio da modalidade “técnica e preço”. Contudo, a privatização das empresas estatais e a introdução e fortalecimento da “Lei do Pregão” (Lei 10.520/02) em 2002 reduziram sobremaneira o poder do dispositivo. Em 2010 esse artigo foi regulamentado (Decreto 71.174/10), conferindo a possibilidade de repique (inclusive em pregões) para que fornecedores com PPB e/ou tecnologia nacional classificados em até dez pontos percentuais abaixo da proposta vencedora possam igualá-la, com preferência para os que têm simultaneamente o PPB e tecnologia nacional.

No mesmo ano, foi promulgada a iniciativa mais afirmativa para exercício do poder de compra do Estado por meio da Lei 12.349/10 – ainda não regulamentada – que permite sobrepreço de até 25% para bens e serviços nacionais que geraram mais empregos, desenvolvimento e inovação tecnológica e arrecadação tributária no país.

Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I)

A Pitce exerceu papel central em conferir destaque à discussão sobre os investimentos em inovação e robustecer o arcabouço legal para P,D&I. A **Lei de Inovação** (Lei 10.973/04), entre outros dispositivos, além de disciplinar a atividade de P,D&I, autorizou as ICTs (Instituições de Ciência e Tecnologia) a prestar serviços, compartilhar sua infraestrutura de pesquisa e desenvolver projetos em conjunto com o setor privado, além de abrir caminho para a subvenção direta a empresas e entidades privadas sem fins lucrativos e para a realização de encomendas tecnológicas pelo poder público.

No ano seguinte a “Lei do Bem” (Lei 11.196/05) – e seus aperfeiçoamentos posteriores – avançou nos incentivos à inovação com desonerações tributárias para

os dispêndios em atividade de inovação, depreciação acelerada e redução do IPI para aquisição de equipamentos voltados à inovação, bem como permitiu a remuneração parcial¹⁴ de mestres e doutores empregados em atividades inovadoras de empresas locais.

Em 2006 o então Ministério de Ciência e Tecnologia elaborou a Portaria MCT 950/06, que passou a conferir um certificado para bens com tecnologia nacional. Esse instrumento está sendo utilizado de maneira crescente em diversos dispositivos que concedem incentivos a produtos desenvolvidos no país.¹⁵

Inclusão digital

Em um cenário de elevado contrabando de computadores – o chamado “mercado cinza” – e latente necessidade de incentivar a inclusão digital no país, o governo decidiu desonerar as vendas de varejo de computadores *desktops* e *laptops*¹⁶ das contribuições de PIS/Cofins por meio do Programa de Inclusão Digital. Essa medida gerou impacto significativo na expansão da produção local de bens de informática – de 3,2 milhões de computadores em 2003 para cerca de 14 milhões em 2010 –, na formalização do mercado,¹⁷ no crescimento de empresas nacionais e na atração de firmas estrangeiras.

Ainda com o objetivo de congregar inclusão digital e agregação local de valor, em 2010 foi lançado o Programa Um Computador por Aluno (Prouca) e o Regime Especial para Aquisição de Computadores para uso Educacional (Recompe) (Lei 12.249/10), que desonerou a aquisição de insumos e fabricação e vendas de computadores educacionais com PPB a serem adquiridos por estados, municípios e governo federal por meio de pregões de referência realizados pelo Ministério da Educação.

¹⁴ Até 60% para empresas na região Sudam/Sudene e 40% nas demais regiões do país (Decreto 5.798/06).

¹⁵ Entre estes, a Lei de Informática permitiu direito preferencial por repique em compras públicas (Decreto 7.174/10), dedução integral do IPI para bens com tecnologia nacional (Lei 12.431, de 2011), e o BNDES lançou em 2011 a linha Programa de Sustentação do Investimento – Bens de Capital (PSI Bens de Capital) Tecnologia Nacional para financiar a aquisição de bens com essa certificação.

¹⁶ O Programa de Inclusão Digital está inserido na Lei do Bem (11.196/05). Posteriormente, na Lei 12.431/11 foram incluídos os *tablets* e *modems*.

¹⁷ Segundo Abinee/IT Data, o “mercado cinza” passou a corresponder a 24% do mercado total em 2010, ante 70% dos computadores vendidos no país em 2003.

Na Medida Provisória 563/12 foi lançado o Regime Especial de Tributação do Programa Nacional de Banda Larga para Implantação de Redes de Telecomunicações (REPUBL-Redes), isentando de PIS/Confins e IPI os investimentos em expansão de rede de banda larga que incluam equipamentos com PPB e Tecnologia Nacional (Portaria MCT 950/06) em percentuais a serem definidos.

Desoneração de folha salarial

Tendo em vista a janela de oportunidade que se abria no cenário internacional para posicionar o país como grande exportador de *software* e serviços de TI,¹⁸ na já citada Lei do Bem (11.196/05) foi instituído o Regime Especial de Tributação para a Plataforma de Exportação de Serviços de Tecnologia da Informação (Repes). Este objetivou a redução de impostos de diversos gastos – como capacitação, aquisição de *software*, ferramentas etc. – de empresas do setor que destinassem pelo menos 60% do faturamento para exportação.¹⁹

Ainda com o alcance relativamente restrito, foi lançado no âmbito do PBM nova medida para desoneração de folha, dessa vez mais abrangente: a Lei 12.546/11 substituiu a alíquota de 20% sobre a contribuição patronal (INSS) por 2,5% incidentes sobre a receita bruta de empresas que desenvolvem *software* ou prestam serviços de TI.

Essa medida foi complementada com a Medida Provisória 563/12, que também substituiu a alíquota de 20% sobre a contribuição patronal (INSS) para 1% no caso de empresas de *hardware* de TICs e 2% para as de *software* e serviços de TI, *call centers* e empresas de projetos de circuitos integrados.

Padis (microeletrônica e *displays*)

Recomendado pelo Fórum de Competitividade promovido pelo MDIC no fim da década de 1990, o BNDES contratou estudo de uma consultoria internacional para identificar meios de implantar uma indústria de componentes eletrônicos no

¹⁸ Em 1998 é promulgada a primeira lei exclusivamente voltada para o setor de *software* (Lei 9.609/98), definindo o que é considerado um programa de computador, seus direitos de propriedade e exploração do uso, entre outros dispositivos.

¹⁹ O percentual foi posteriormente reduzido para 50% pela Lei 11.774/08, já no âmbito da PDP.

Brasil. Com base nos resultados dessa ação, iniciou-se uma discussão no governo federal que culminaria na elaboração, em 2007, pela Lei 11.484/07, do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (Padis), que passou a conferir às empresas de projeto, fabricação e montagem de microeletrônica e *displays* possivelmente o melhor pacote de incentivos fiscais federais do país, provendo, entre outros incentivos, a isenção total do IR, IPI e PIS/Cofins na comercialização de bens finais e do IPI e II na aquisição de insumos e equipamentos. Como contrapartida a beneficiária deve investir 5% do faturamento em atividades de P,D&I.

EVOLUÇÃO DO PANORAMA PRODUTIVO ENTRE 2001 E 2011

Todo esse aperfeiçoamento do arcabouço legal ocorreu em um cenário de crescimento da demanda por bens, *software* e serviços TICs em ritmo mais acelerado do que no resto do mundo. O país está entre os cinco maiores mercados do mundo em computadores, celulares, televisão, automóveis, máquinas ATMs (Automatic Teller Machine) e equipamentos médicos. É o 11º mercado de *software* e serviços de TI [Abes (2011)], o 4º lugar em número de servidores conectados à internet e passou de 1,1% dos pontos de acesso à rede mundial em 2001 para 2,6% em 2010 [Duarte (2012)].

Esses números revelam o grande mercado interno brasileiro, que é em grande parte abastecido por bens TICs montados localmente, mas com bastante conteúdo importado de componentes, partes e peças. Para tentar sintetizar esse panorama produtivo da última década, o Gráfico 4 exibe uma compilação de dados da balança comercial – com dados da Secretaria do Comércio Exterior (Secex) – e da produção local – com dados da PIA/IBGE.²⁰

²⁰ Na PIA/IBGE foram consideradas apenas as empresas com mais de trinta funcionários das CNAEs 1.0 (24.96, 30.12, 30.2, 32.2, 33.4, 32.1, 32.3, 33.2, 33.3 e 33.5) e CNAEs 2.0 [C 26, exceto 26.6 (equipamentos médicos)]. A exclusão dos equipamentos médicos se deve à dificuldade de compatibilizar as diferentes classificações da CNAE 1.0 e 2.0.

GRÁFICO 4 QUADRO MANUFATUREIRO DO COMPLEXO ELETRÔNICO

GRÁFICO 4A BALANÇA COMERCIAL TICS (EM US\$ BILHÕES)

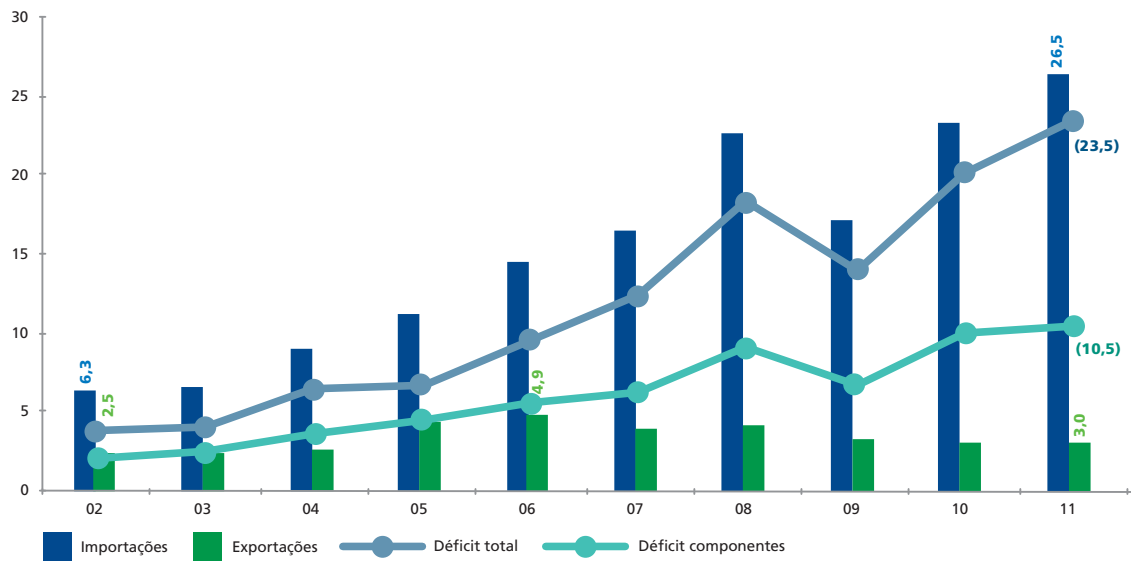


GRÁFICO 4B RECEITA BRUTA E AGREGAÇÃO DE VALOR TICS (EM R\$ MILHÕES)

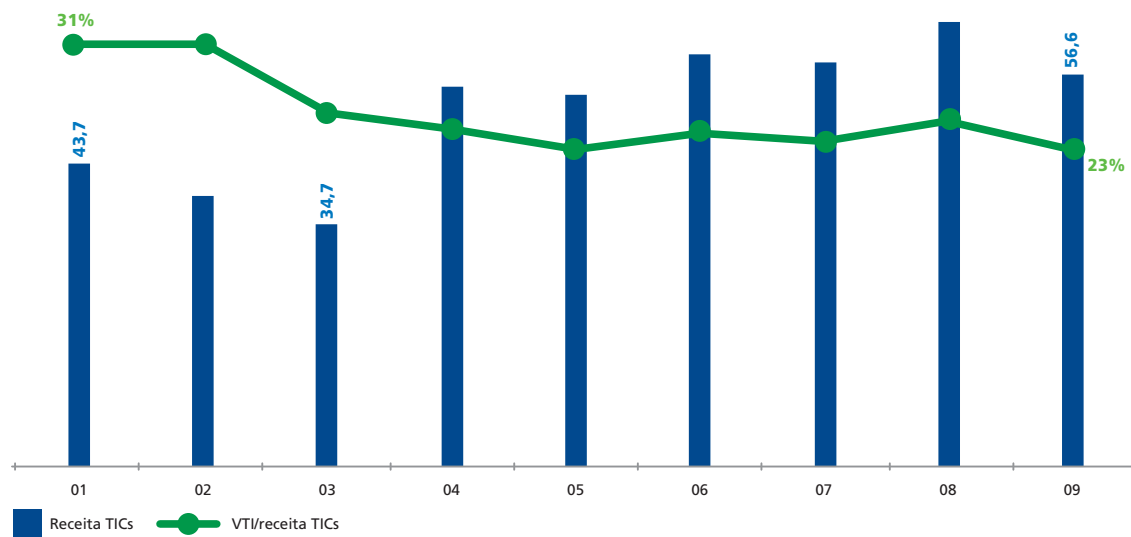
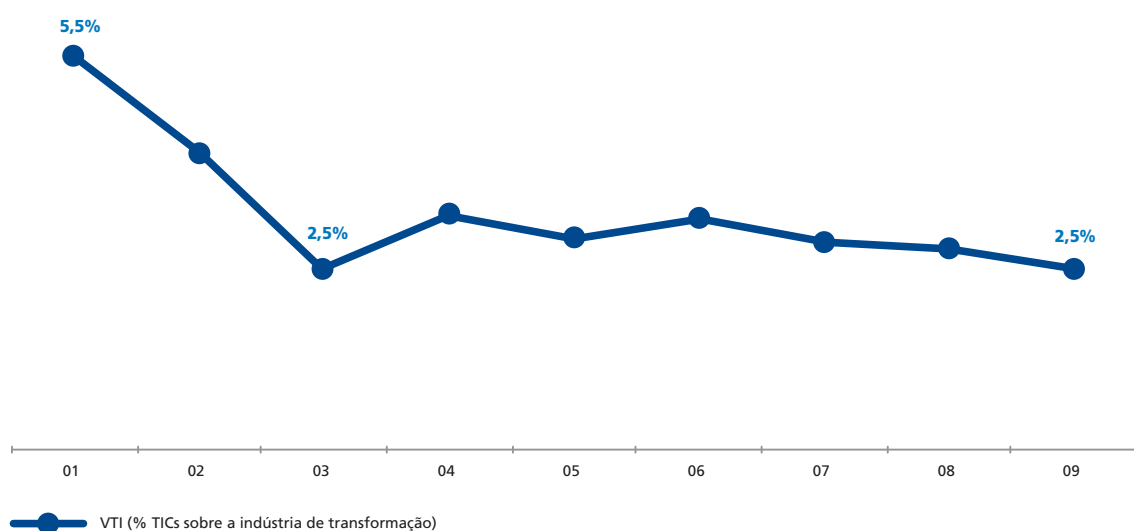


GRÁFICO 4C PARTICIPAÇÃO DA AGREGAÇÃO DA INDÚSTRIA TICS NO BRASIL

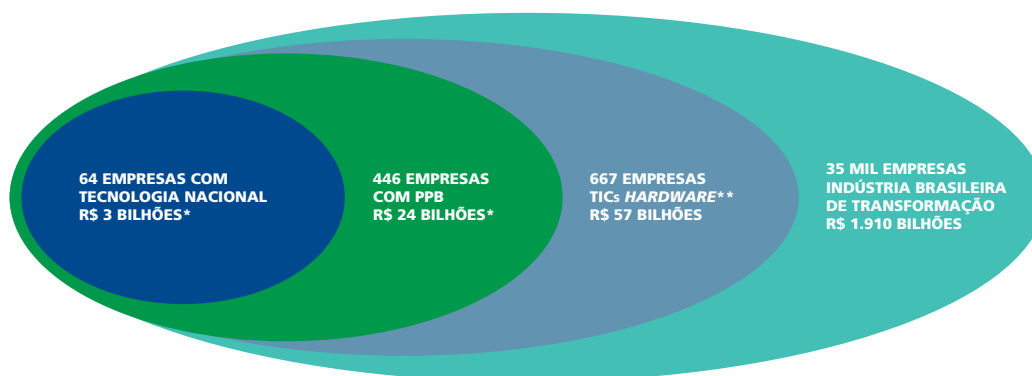


Fonte: Elaboração BNDES, com base em dados de PIA/IBGE e Secex.

Percebe-se, analisando a balança comercial, um profundo agravamento do déficit do setor, como já abordado. O problema não consiste tanto no lado da importação, que é inerente à cadeia global do setor – a título de comparação, países superavitários em TICs, como Alemanha, China e Japão, importam mais de US\$ 50 bilhões –, mas na quase inexistência da fabricação local de componentes, na baixa agregação local de valor e no fraco e declinante desempenho exportador.

Segundo dados da PIA/IBGE compilados pelo BNDES e reproduzidos na Figura 3, entre 2001 e 2009 esse grupo de empresas de componentes eletrônicos, equipamentos de telecomunicações, informática, eletrônica de consumo e automação industrial obteve crescimento de receita de cerca de 14% acima do PIB, atingindo cerca de US\$ 57 bilhões de faturamento e cerca de 140 mil empregados – ante 11 mil em 2001. Contudo, houve perda de participação da agregação de valor da manufatura eletrônica tanto quando comparada à realizada pela indústria de transformação brasileira – o percentual do Valor da Transformação Industrial (VTI) de TICs caiu de 5,5% em 2001 para 2,5% em 2009 –, como quando comparada ao crescimento de suas receitas.

FIGURA 3 QUADRO PRODUTIVO DO COMPLEXO ELETRÔNICO (2009)



Fontes: PIA/IBGE (2009) e Secretaria de Política de Informática do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI/Sepin).

* Faturamento de produtos com Certificado de Tecnologia Nacional (Portaria MCT 950/06) e PPB, respectivamente.

** PIA/IBGE no CNAE 26 (exceto 26.6); empresas com trinta ou mais funcionários.

Dos R\$ 57 bilhões faturados por empresas de *hardware* de TICs no país em 2009, cerca de 40% (R\$ 24 bilhões) foram referentes a produtos que atendem ao PPB e 5% (R\$ 3 bilhões) a produtos com certificado de tecnologia nacional (Portaria MCT 950/06), evidenciando a baixa participação de produtos desenvolvidos no Brasil na oferta local de bens eletrônicos.

Cumpramos ressaltar que o faturamento total das 446 empresas beneficiárias da Lei de Informática (LI) foi de cerca de R\$ 48 bilhões em 2009, valor em torno de 84% do faturamento de todo o CE. Cerca de 48% dessas vendas advêm de produtos com PPB (R\$ 24 bilhões).

Pode-se afirmar que a LI foi determinante para sustentar um relevante parque fabril de TICs, gerando empregos, tributos²¹ e ajudando a construir marcas nacionais.²² No entanto, o crescimento do déficit comercial comparado ao avanço da produção local expõe a porosidade da cadeia produtiva do país. As principais razões para tanto serão apresentadas e discutidas nos próximos tópicos.

²¹ A título de exemplo, cerca de R\$ 5 bilhões de impostos federais foram recolhidos de beneficiárias da Lei de Informática, em 2010, ante uma renúncia fiscal calculada em R\$ 3,6 bilhões pela MCTI/Sepin.

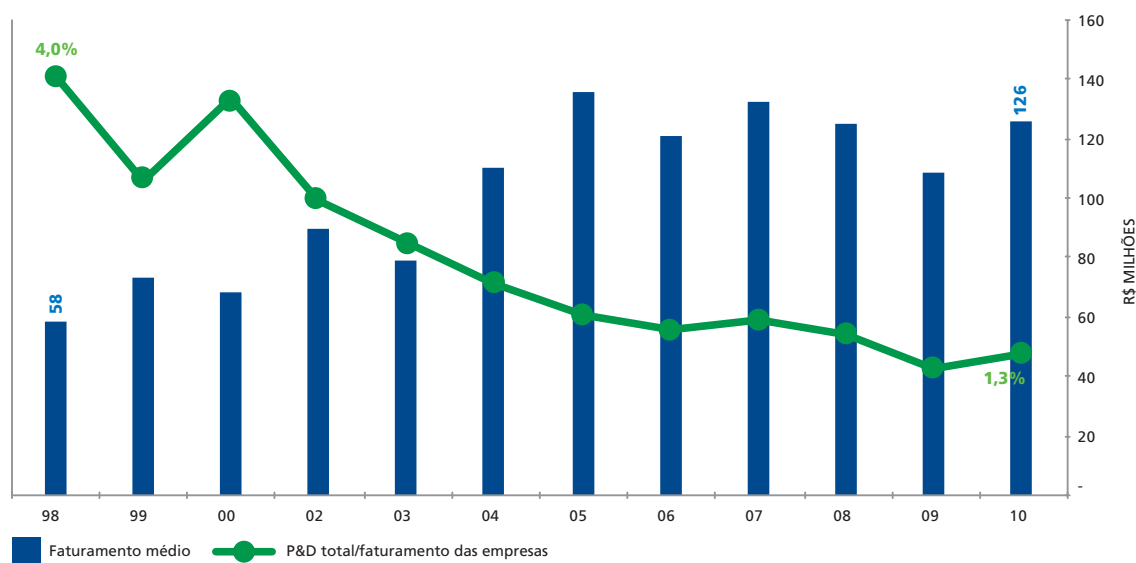
²² Por exemplo, Positivo, Semp Toshiba, Itautec etc.

Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação (P,D&I)

Além da competitividade e do valor agregado aos produtos e processos, o investimento em P,D&I é fundamental para o CE por auxiliar na fixação da produção local e induzir o desenvolvimento de equipamentos fabris e elos anteriores da cadeia, como a microeletrônica [Gutierrez (2010)].

Segundo dados da MCTI/Sepin, entre 2002 e 2010 as empresas da LI investiram cerca de R\$ 5,1 bilhões em P&D, dos quais 55% foram investimentos próprios das empresas beneficiárias e o restante realizado por meio de convênios com Instituições de Ciência e Tecnologia (ICTs) ou destinado ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) e programas prioritários.

GRÁFICO 5 EMPRESAS NA LEI DE INFORMÁTICA



Fonte: MCTI/Sepin.

Apesar do expressivo volume de recursos para atividades inovativas – em 2010 foram cerca de R\$ 700 milhões –, o percentual desses investimentos sobre o faturamento vem decaindo com os anos, como mostra a Gráfico 5. Com o crescimento das empresas especializadas em manufatura (CEMs), o porte médio das beneficiárias se elevou, mas as revisões realizadas na LI ao longo da década, flexibilizando o

percentual de investimentos em P,D&I, tornaram o ritmo de crescimento dessas inversões inferior às elevações das receitas. Como se trata de um Complexo em que o percentual de investimentos em P&D sobre a receita líquida nos EUA, por exemplo, varia entre 4% (para equipamentos de TI) e 15% (para componentes estratégicos) do faturamento [Nepelski (2011)], percebe-se que o patamar de 1,3% de investimentos em inovação precisa ser mais elevado no país.

Cumpram-se ressaltar que, nesse cenário de baixos investimentos em P&D, destacam-se positivamente as empresas de equipamentos de telecomunicações (excluindo celulares) e automação industrial (Tabela 4), tendo as primeiras investido em média até duas vezes além do obrigatório pela LI, e as segundas 1,6 vez.

Outro aspecto importante a ser observado é que, em geral, a vinculação entre obrigações de P,D&I e desenvolvimento, produção e exportação de bens não é direta. Em 2008, os gastos com desenvolvimento de *hardware* e processo produtivo foram, respectivamente, de apenas 29% e 1% do total de obrigações nos investimentos próprios e 3% e 1% nos investimentos conveniados [Gutierrez (2010)]. Há uma predominância de desenvolvimento de *software* e outras finalidades – como treinamento, testes laboratoriais etc. – orientadas para o mercado interno, em especial para as multinacionais. Soma-se a isso, o fato de que parte significativa do total das obrigações de P,D&I recai sobre as empresas de manufatura (CEMs) que não desenvolvem produtos localmente.

TABELA 4 EMPRESAS E PRODUTOS COM PORTARIA MCT 950/06

Segmentos de mercado	Produtos	Part. %	Empresas	Part. %
TELECOMUNICAÇÕES	143	46,7	24	37,5
AUTOMAÇÃO	118	38,6	24	37,5
INDUSTRIAL	78	25,5	15	23,4
BANCÁRIA	12	3,9	3	4,7
COMERCIAL	11	3,6	2	3,1
SMARTGRID	17	5,6	4	6,3
INFORMÁTICA	35	11,4	13	20,3
EQUIP. MÉDICO-ODONTOLÓGICO	10	3,3	3	4,7
TOTAL	306	100,0	64	100,0

Fonte: Elaboração BNDES, com base em dados de Diário Oficial da União *apud* MCTI.

Parcela significativa dos recursos de P,D&I da LI são direcionados para ICTs. Em recente estudo setorial do BNDES [Gutierrez (2010)] são expostos números relativos às ICTs e seu relacionamento com a indústria. Em 2008 havia cerca de trezentas ICTs cadastradas em 21 estados.²³

Apesar de existirem ICTs com orçamentos anuais superiores a R\$ 10 milhões que desenvolvem pesquisa de complexidade superior às realizadas pelas empresas, mais da metade do total de projetos conduzidos por ICTs obteve valores inferiores a R\$ 40 mil e apenas 8% dos convênios (55% do valor total) eram superiores a R\$ 1 milhão.

Esses números revelam um elevado grau de dispersão de investimentos em um momento da indústria em que os investimentos em P,D&I demandam progressivamente mais recursos, tornando fundamental a construção de uma agenda estratégica de inovação, com participação dos segmentos empresariais, ICTs e órgãos do governo.

Recentes anúncios de investimentos de multinacionais em centros locais de P&D – entre outras, GE, IBM, Cisco, Huawei, ZTE – devem ser considerados nessa agenda e podem ser um sinal de início de alteração no quadro. Caso esses centros participem da estratégia global dessas empresas, trata-se de um importante fenômeno para, também, estimular a fixação de pesquisadores e cientistas no país.

Formação de recursos humanos

As empresas beneficiárias da LI vêm mantendo um percentual de pós-graduados em torno de 8% – número equivalente ao restante da indústria de manufatura [Salles (2011)].

A despeito do número de doutores trabalhando em TICs ter evoluído de cerca de 1,1 mil em 2002 para 2,6 mil em 2010 [Duarte (2012)] – número significativo se comparado ao crescimento de 40% entre 1998 e 2006 dos países da OCDE – e apesar de o país estar crescendo a taxas superiores às dos EUA nesse quesito, ainda se forma um doutor para cada cinco nos EUA. Também preocupa o fato de que o

²³ Concentrados no eixo Sul-Sudeste.

crescimento de doutores formados em engenharia foi inferior à média para todas as outras disciplinas no Brasil entre 1998 e 2008 [CGEE (2010)].

O déficit de mão de obra (MO) para o setor de *software* e serviços de TI talvez seja o mais evidente nesse cenário de escassez de MO. Segundo Brasscom *apud* Exame (2012), em 2011 faltariam cerca de 92 mil profissionais na área.

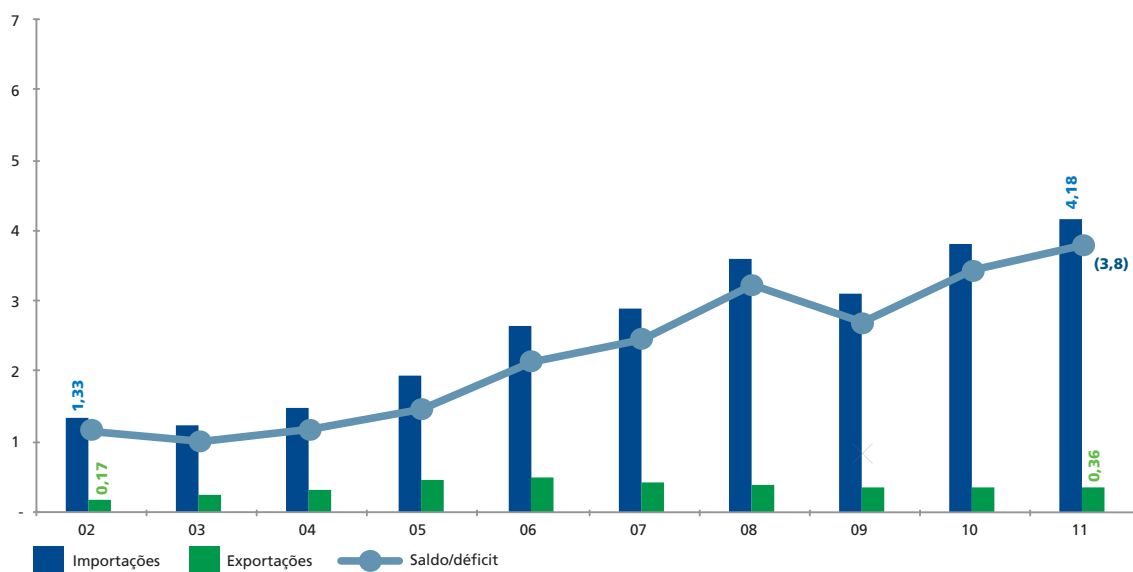
Para um setor no qual a qualidade e oferta da MO é chave, apesar dos avanços recentes, fica evidente que o Brasil necessita reforçar investimentos na área, podendo afetar a competitividade do país tanto pela falta quanto pelo encarecimento da MO existente.

Sistemas e equipamentos eletrônicos

Nos últimos anos, algumas das oportunidades que surgiram para o desenvolvimento da indústria de equipamentos e sistemas eletrônicos local foram aproveitadas; em outras, as ameaças prevaleceram em forma de desnacionalização ou desindustrialização.

GRÁFICO 6 BALANÇA COMERCIAL DE SISTEMAS E EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS (US\$ MILHÕES)

GRÁFICO 6A INFORMÁTICA



Fonte: Elaboração BNDES e Abinee (Automação Industrial), com base em dados de Secex.

GRÁFICO 6B TELECOMUNICAÇÕES

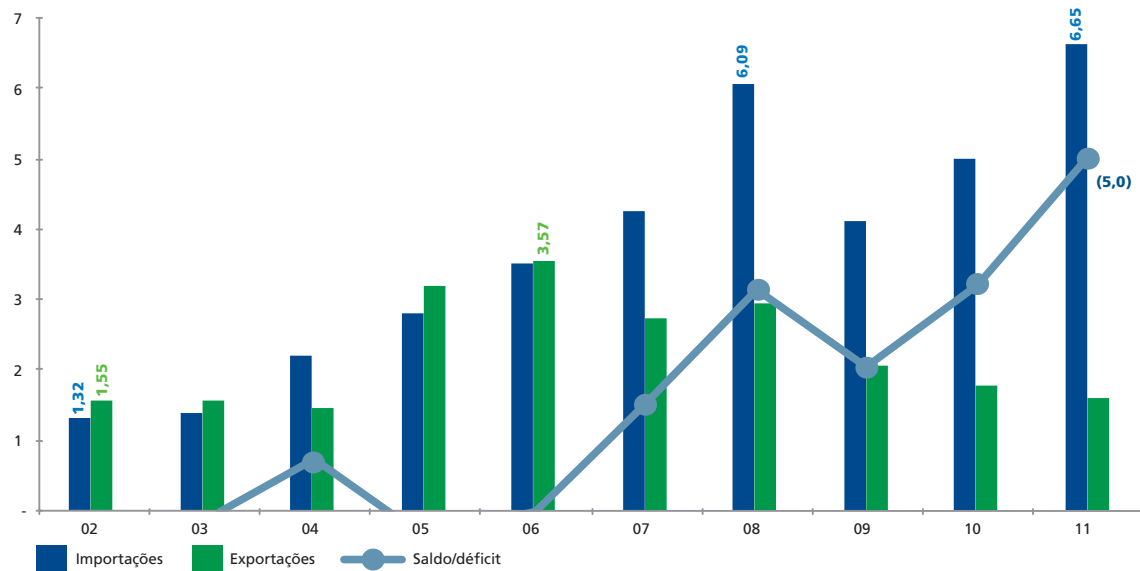


GRÁFICO 6C AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

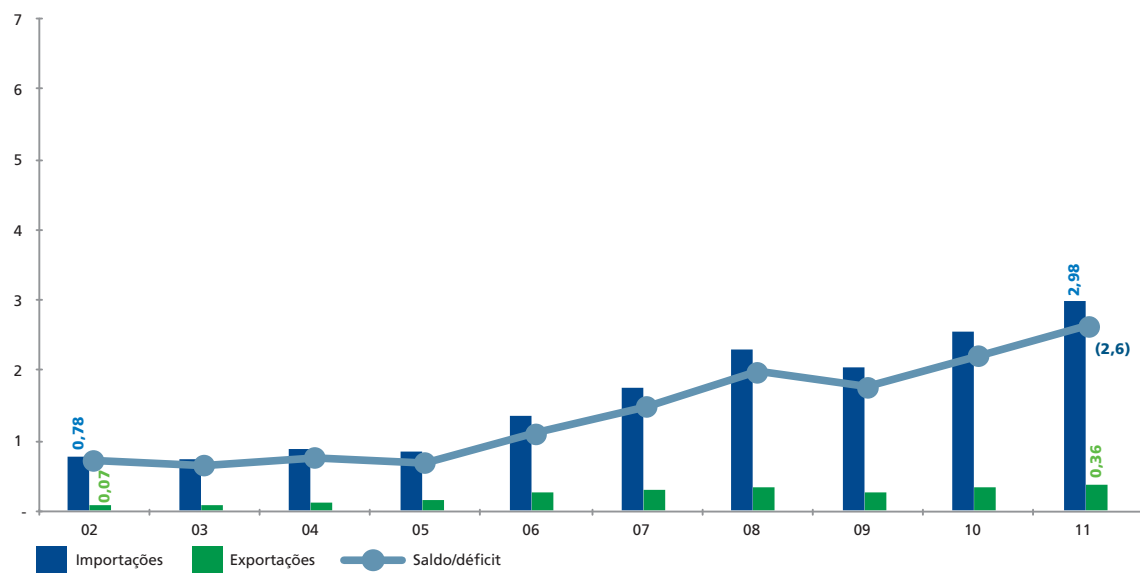
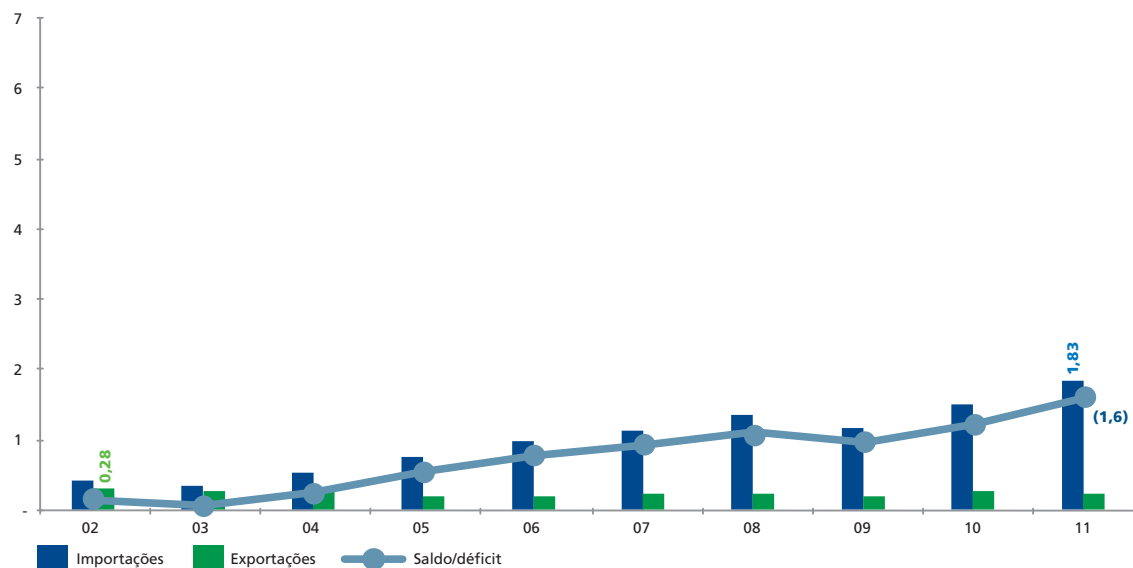


GRÁFICO 6D ELETRÔNICA DE CONSUMO



Fonte: Elaboração BNDES e Abinee (Automação Industrial), com base em dados de Secex.

Os desempenhos progressivamente negativos da balança comercial dos sistemas e equipamentos eletrônicos (vide Gráfico 6) indicam um quadro adverso que não contempla a parte mais grave do problema: os componentes – em especial, microeletrônica e *displays*.

Em equipamentos para **telecomunicações**, o crescimento do déficit se associa a duas frentes. Em uma, os seguintes fatores enfraqueceram de maneira sistemática as empresas com base tecnológica no país: (i) a perda do principal comprador (Telebrás), a concentração dos clientes (operadoras) que praticam compras globais, e (ii) o porte relativamente pequeno das empresas nacionais com consequente incapacidade de realizar investimentos em inovação em compasso com os concorrentes mundiais. Na outra frente, a consolidação dos fornecedores mundiais associada às condições macroeconômicas brasileiras e à competição agressiva de empresas chinesas desencadeou uma onda de desinvestimentos fabris de multinacionais,²⁴ que passaram a focar mais em serviços em suas operações brasileiras.

²⁴ Para citar, Alcatel Lucent, Nokia, Siemens e Nortel, entre outras, deixaram de investir na manufatura de equipamentos de telecomunicações no país.

Fenômeno semelhante ocorreu no único segmento cujo desempenho exportador é significativo, o de dispositivos celulares. No início da década de 2000, o país chegou a obter saldos positivos na balança comercial nesse segmento, mas perdeu posição de destaque com a entrada da tecnologia 3G e, de forma mais aguda, com a proliferação dos *smartphones* e o enfraquecimento de grandes exportadores – como a Nokia, Motorola e Siemens. O início da fabricação de iPhones no país, em 2011, pode servir de alento para esse quadro.

Ainda no segmento de telecomunicações, uma grande oportunidade de formar uma indústria de equipamentos de radiodifusão baseada no padrão nipo-brasileiro de TV digital não foi aproveitada como esperado. Apesar da bem-sucedida difusão do padrão Integrated Services Digital Broadcasting Terrestrial (ISDB-T) por quase todos os países da América do Sul, alguns da América Central, do Japão e das Filipinas, os poucos fabricantes com tecnologia nacional que se formaram não conseguiram acessar as grandes radiodifusoras e, ou foram adquiridos por empresas estrangeiras, ou não foram empresarialmente bem-sucedidos.

No segmento de **informática**, a popularização de computadores, *notebooks*, *netbooks* e *tablets*, combinada com a desoneração do PIS/Cofins da Lei do Bem, tanto beneficiou empresas nacionais – como Positivo (líder em *desktops*) –, quanto atraiu ou fortaleceu a fabricação local de diversas multinacionais – como HP, Acer, Samsung, Asus e, mais recentemente, Apple. Do ponto de vista da cadeia de suprimentos local, destaca-se a manufatura de discos rígidos pela Samsung em Manaus.

Ainda no segmento de Informática, o segmento de **automação bancária e comercial** apresenta as mesmas dificuldades competitivas do CE, mas segue com empresas como a Bematech, Itautec, Digitel desenvolvendo e exportando produtos do Brasil.

Semelhante cenário percorreram, nos últimos anos, as empresas de **automação industrial**, segmento de maior agregação relativa de valor na cadeia de TICs – conforme mostrado no Gráfico 7. Empresas da época da reserva de mercado (como Altus, Elo e Nansen) coabitam o mercado brasileiro com empresas nacionais nascentes, alvos de aquisições de multinacionais, progressivamente mais interessadas no mercado local.

GRÁFICO 7 SISTEMAS E EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS

GRÁFICO 7A RECEITA BRUTA (R\$ BILHÕES)

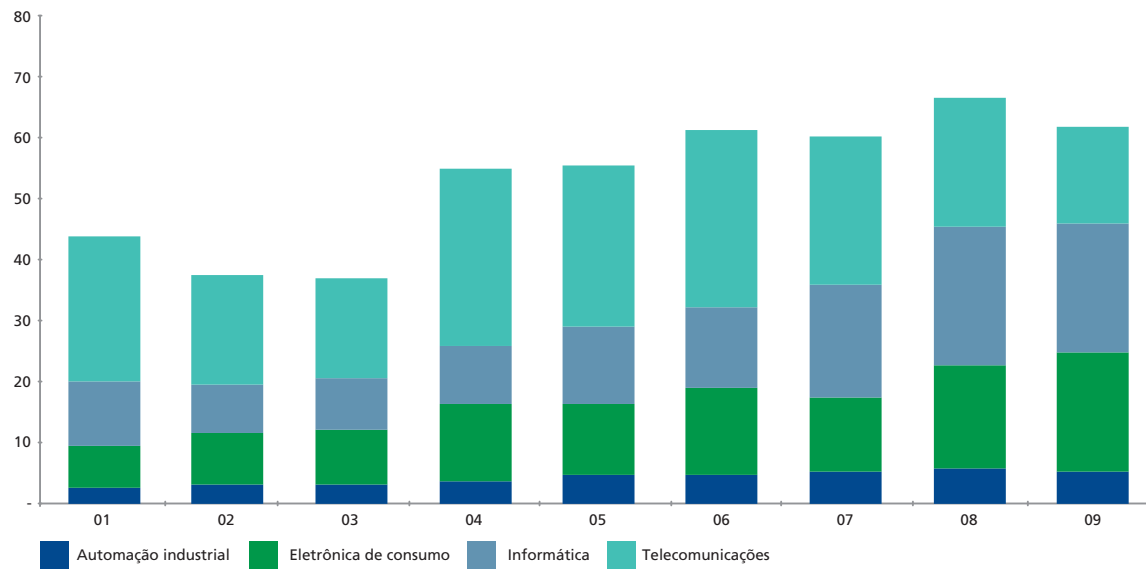


GRÁFICO 7B PARTICIPAÇÃO NO VTI DE TICs

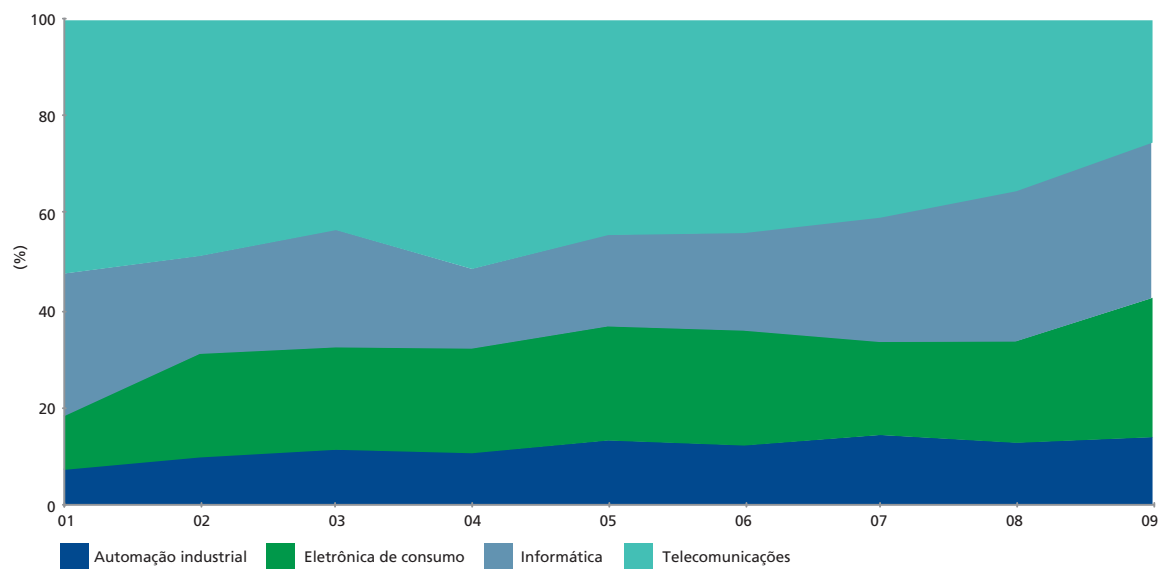
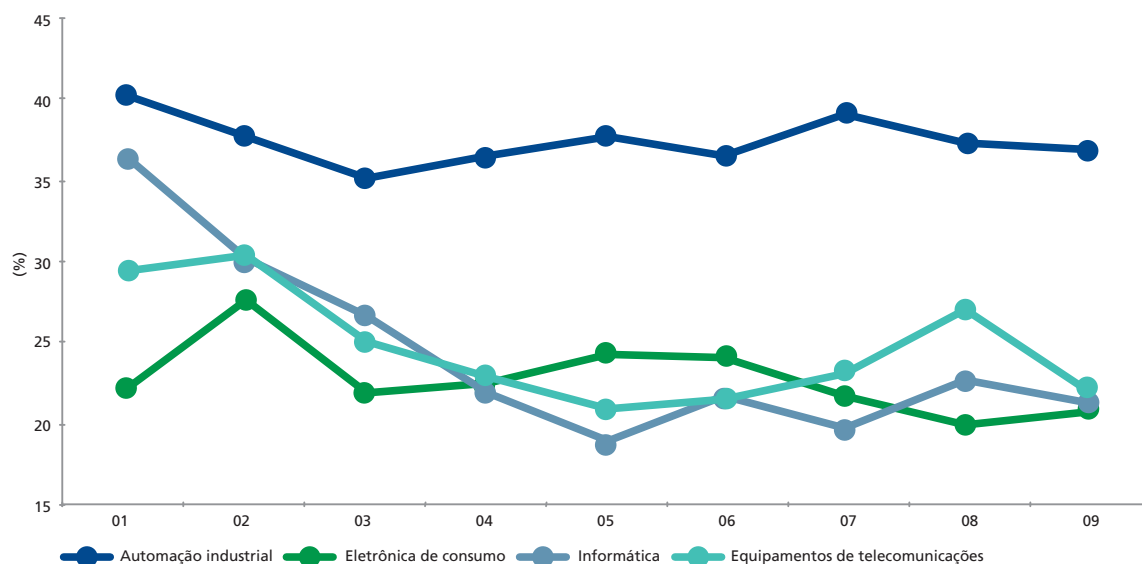


GRÁFICO 7C AGREGAÇÃO DE VALOR (VTI/RECEITA BRUTA)



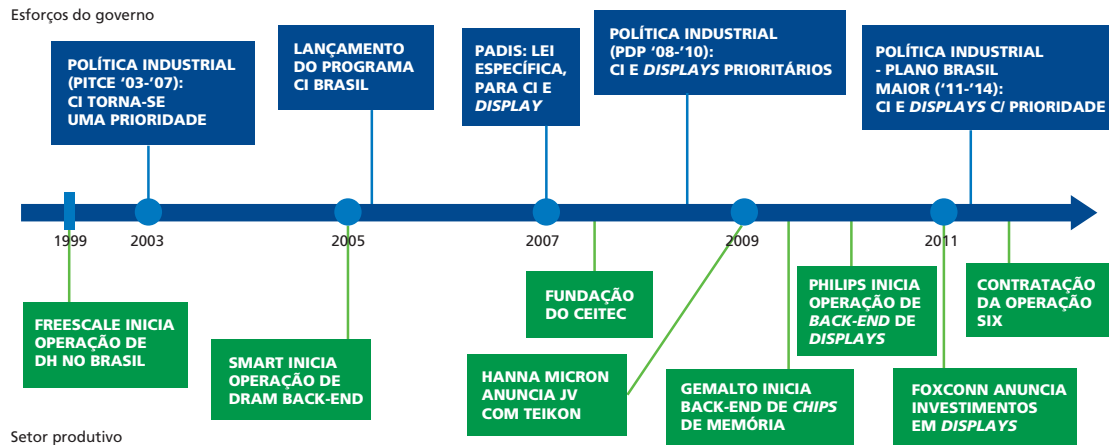
Fonte: Elaboração BNDES, com base em dados de PIA/IBGE.

Concentrado em Manaus, o segmento de **eletrônica de consumo** cresceu em compasso com a demanda interna, mas com significativa fragilização da cadeia local de suprimentos. A concentração de funções na microeletrônica e a mudança tecnológica de cinescópios para LCDs provocou especial desindustrialização nesse segmento. No plano competitivo, destaca-se ainda a entrada de empresas coreanas (LG e Samsung), que rapidamente se tornaram líderes em diversos mercados. Fornecedoras de cerca de 50% da produção mundial de *displays* – principal insumo dos televisores –, e com uma estratégia agressiva de entrada no mercado, estas empresas reduziram as margens e deslocaram fabricantes nacionais e multinacionais então líderes, como a Semp Toshiba, Philips, entre outras.

Componentes estratégicos

Posicionado como prioridade nas políticas tecnológicas e industriais citadas anteriormente (assim como a promulgação de legislação específica do Padis), o quadro produtivo tanto de microeletrônica quanto dos *displays* revelou uma evolução importante, conforme exposto na Figura 4.

FIGURA 4 EVOLUÇÃO DO SETOR DE COMPONENTES ELETRÔNICOS ESTRATÉGICOS



Fonte: Elaboração própria.

A americana Smart iniciou uma operação de encapsulamento e testes de memórias em 2005 e passará a ter a companhia nesse mercado da HT Micron – *joint venture* entre a coreana Hanna Micron e a gaúcha Teikon com operação futura em São Leopoldo (RS).

Em 2007, com o objetivo de formar mão de obra e dominar o ciclo tecnológico completo da fabricação de *chips*, o governo fundou o Ceitec, empresa estatal que dispõe de uma equipe de *design* de circuitos integrados (CIs) e de uma planta de manufatura com entrada em operação prevista ainda para 2012. Com capacidade de manufatura algumas vezes superior, foi recém-contratado no BNDES, em 2012, o projeto SIX, uma *joint venture* entre o grupo EBX, BNDES, IBM, BDMG, Matec e WS-Intecs. Trata-se do projeto mais relevante no país em componentes estratégicos, com investimentos previstos em torno de US\$ 580 milhões.

Complementam o quadro produtivo brasileiro pequenos e médios fabricantes de dispositivos de potência, como a alemã Semikron, que exporta cerca de US\$ 50 milhões, e a Gemalto, que realiza a etapa final de montagem de *smart cards* no Paraná.

A área de *design* de CIs ganhou impulso depois do lançamento do programa CI Brasil, responsável por conceder bolsas, infraestrutura de pesquisa e licenças

de *software* para o projetos de *chips* no país. Hoje existem cerca de vinte *design houses* no país (das quais duas de empresas estrangeiras,²⁵ cinco privadas nacionais e 13 públicas), com cerca de quinhentos projetistas. Alguns bons resultados foram atingidos, até mesmo de alcance internacional – como a exportação de **IP blocks** pela catarinense Chipus, a parceria entre a paulista Idea com uma das maiores SIPs do mundo, a CEVA, e o desenvolvimento de premiados *chips* automotivos da filial brasileira da Freescale.²⁶

Baseados em uma forte demanda interna, os *displays* também vêm atraindo investimentos de algumas dezenas de milhões de dólares em *back-ends* (etapa final de montagem) por empresas estimuladas principalmente por exigência de PPB específico para TVs e informática e incentivos regionais. Em 2011, o anúncio de investimentos da Foxconn na área, que ainda se encontram em estudos, trouxe grandes expectativas para que o país desenvolva o ciclo completo de produção desse componente.

Software e serviços de TI entre 2001 e 2011

A evolução do mercado de *software* e serviços de TI é exibida no Gráfico 8. Entre 2005 e 2010, o crescimento observado no mercado brasileiro foi de 139%, bem maior que a média mundial no período considerado, 33%.

Note que esses números não consideram os gastos internos de TI das empresas (TI *in-house*), que somaram o valor de R\$ 40 bilhões em 2010, cerca de duas vezes o valor total do mercado (R\$ 17,3 bilhões), ou três vezes o valor do mercado de serviços de TI. Esses números demonstram que ainda há espaço para mais terceirização de funções para empresas especializadas.

²⁵ A americana Freescale e STI Semiconductor Design (*joint venture* entre Toshiba, Semp e Instituto Von Braun).

²⁶ Entre esses, o primeiro *chip multicore* automotivo para controle de injeção lançado no mercado mundial integralmente desenvolvido no Brasil (incluindo módulos fundamentais e memórias) para atender a demandas de carros híbridos e injeção direta e o microcontrolador para controle de tração Qorivva, que obteve desempenho três vezes superior aos resultados do então *benchmark* de mercado.

GRÁFICO 8 *SOFTWARE E SERVIÇOS NO BRASIL**

GRÁFICO 8A MERCADO DE *SOFTWARE* E SERVIÇOS DE TI NO BRASIL (US\$ BILHÕES)

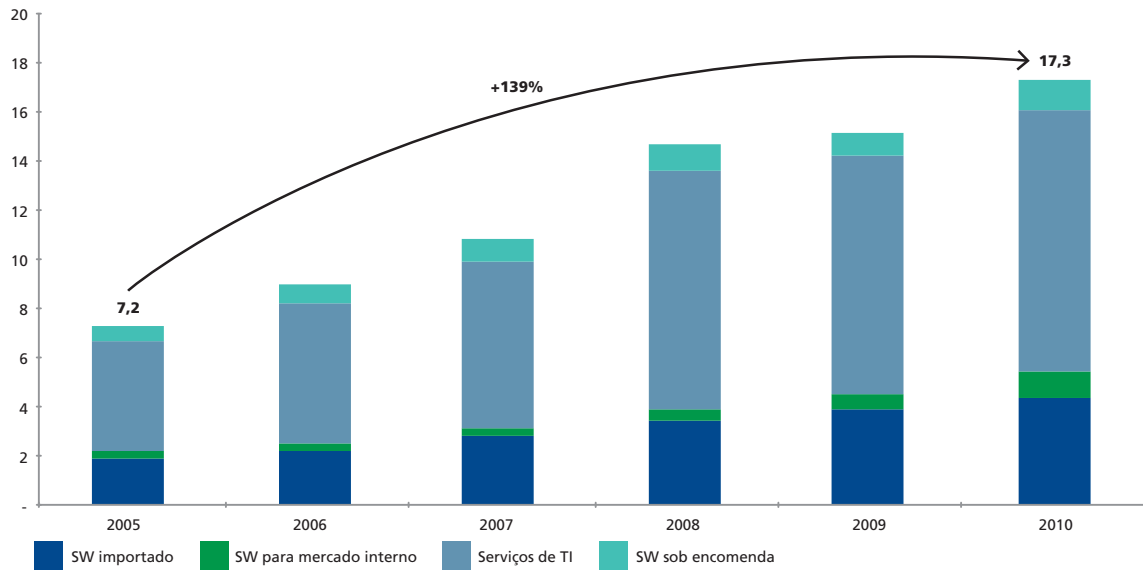


GRÁFICO 8B SEGMENTOS DE *SOFTWARE* NO BRASIL (2010)

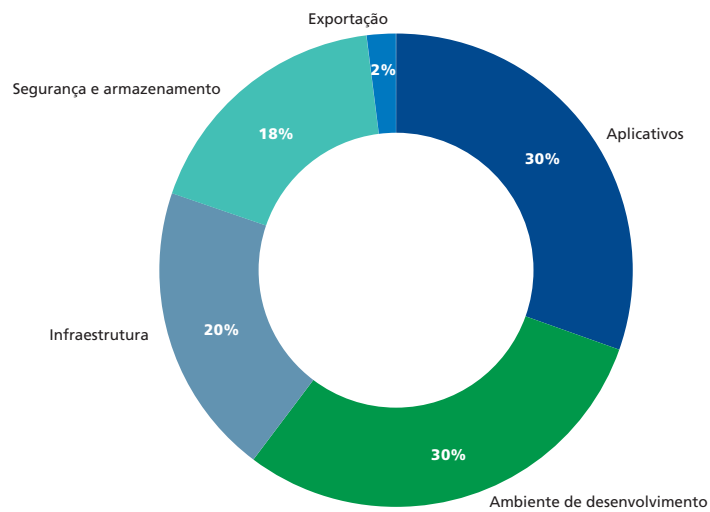
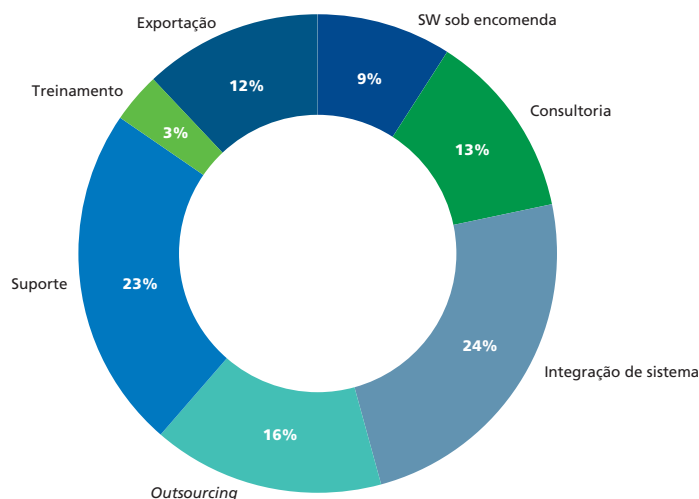


GRÁFICO 8C SEGMENTOS DE SERVIÇOS DE TI NO BRASIL (2010)



Fonte: Elaboração BNDES, com base em dados de Relatório Abes.

* Não estão incluídos os números de ITES-BPO.

O mercado interno crescente foi um dos elementos que dificultaram um desempenho exportador mais agressivo, que responderam por 2% da produção local de *software* e 12% de serviços de TI em 2010. Juntam-se a esse fator as condições macroeconômicas desfavoráveis para exportação, a escassez de mão de obra para atender inclusive ao mercado local, além da importância da internacionalização prévia para gerar oportunidades de exportação.

O estabelecimento de operações no exterior de empresas nacionais abre janela para exportação de serviços de TI de fornecedores que atendem às matrizes de multinacionais brasileiras. Por outro lado, para exportação de *software* produto é fator-chave estar próximo do cliente para concretizar vendas de produtos desenvolvidos no país. Nesse aspecto, a atratividade do mercado brasileiro em um contexto de crise mundial e de poucas empresas do setor com porte para atuar no mercado internacional e nacional simultaneamente resultou em um crescimento de exportações aquém do esperado.

Apesar de ainda haver poucos *players* nacionais de grande porte, os movimentos de **consolidação** foram muito intensos nos últimos anos. Dentre as consolidadoras, destacaram-se Totvs e Linx (em *software* produto) e Stefanini, Tivit e CPM Braxis (em serviços de TI).

Esses processos de consolidação em um mercado em expansão acelerada atraíram a atenção de **investidores internacionais**. Fundos de *private equity* e multinacionais adquiriram empresas como Tivit, Politec, CPM Braxis, Atos e Sonda. Movimento semelhante ocorre com o crescente interesse de *venture capital* tanto de multinacionais do setor de TICs quanto de fundos independentes, que aportam no Brasil em busca de empresas criativas e promissoras. Vale ainda destacar o estabelecimento de centros de P&D para desenvolvimento de sistemas e *softwares* voltados para aproveitar oportunidades em setores em expansão, como o de Petróleo e gás, Mineração, Grandes eventos esportivos, Cidades inteligentes, entre outros, bem como o fortalecimento de *captive centers* de operações brasileiras – por exemplo, IBM.

O mercado de **software produto**, observando por segmentos, pode ser dividido em aplicativos, infraestrutura e ferramentas. O Brasil segue com diminuto desenvolvimento nas duas últimas modalidades, uma vez que não são necessárias adaptações para venda de *software* estrangeiro no mercado local. Por outro lado, as especificidades locais auxiliaram o país a desenvolver uma competitividade no segmento de aplicativos, como *softwares* de gestão empresarial (ERP, BI e CRM). Essa especialização ocorreu com mais intensidade em algumas verticais setoriais, como o setor bancário e o varejo. Empresas como as já citadas Totvs e Linx, além das que embarcam *software*, como a Bematech, conseguiram uma posição de destaque e já iniciaram um processo de internacionalização.

Como se pode perceber ainda no Gráfico 8 a maior parte do mercado local de **serviços de TI** é referente a serviços profissionais. Descontando a parcela exportada, consultoria, integração de sistemas e desenvolvimento de *software* respondem por cerca 50% do total dos serviços prestados no país. Suporte, terceirização e treinamento respondem pela outra metade. Com o avanço da terceirização na última década houve um crescimento rápido de empresas brasileiras e filiais de multinacionais no país. Com IBM, Accenture e EDS, se fortaleceram empresas como Stefanini, Tivit, CPM Braxis, Politec, com faturamentos próximos ou superiores a R\$ 1 bilhão.

4. O APOIO DO BNDES

Desde o lançamento do Fundo de Desenvolvimento Tecnológico (Funtec), em 1964, quando financiou de forma não reembolsável a formação de recursos humanos em ciências básicas e aplicadas e investimentos em P&D de empresas, o apoio do BNDES para o desenvolvimento do CE vem ocorrendo não só do ponto de vista financeiro, mas também – e talvez de maneira tão importante quanto – do ponto de vista institucional. Além de participar ativamente da formulação e execução da PITCE, PDP e PBM, na última década o Banco auxiliou na articulação com o setor privado para formulação de políticas e investimentos em setores estratégicos, fomentou importantes consolidações e fortaleceu empresas do setor.

GRÁFICO 9 DESEMBOLSOS DO BNDES PARA O COMPLEXO ELETRÔNICO

GRÁFICO 9A COMPLEXO ELETRÔNICO (CE) – DESEMBOLSO BNDES (R\$ MILHÕES)

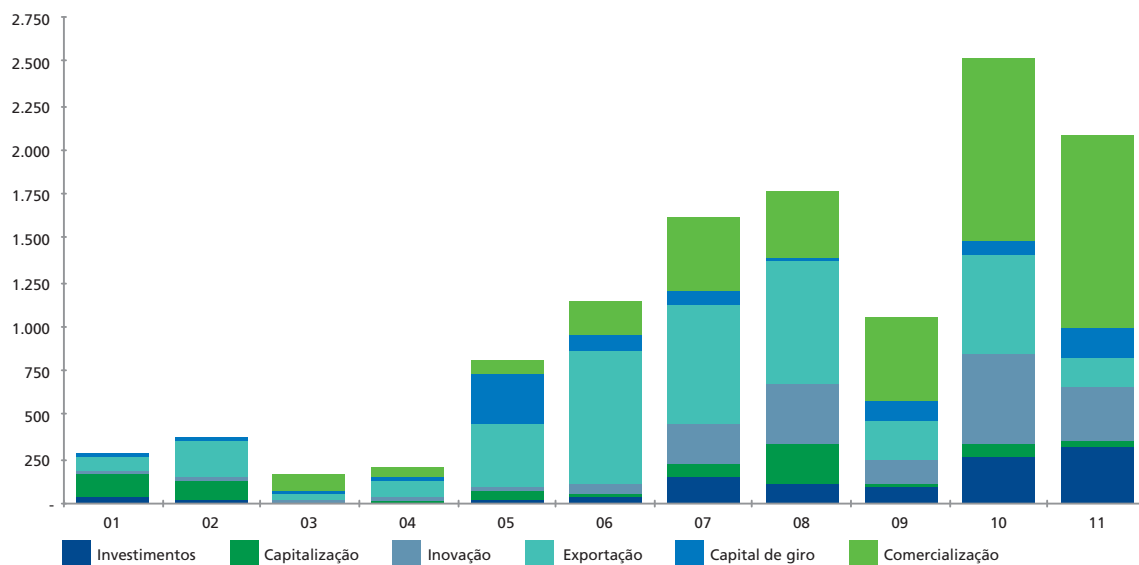


GRÁFICO 9B COMPLEXO ELETRÔNICO (CE) – PARTICIPAÇÃO POR SEGMENTO (DESEMBOLSO)

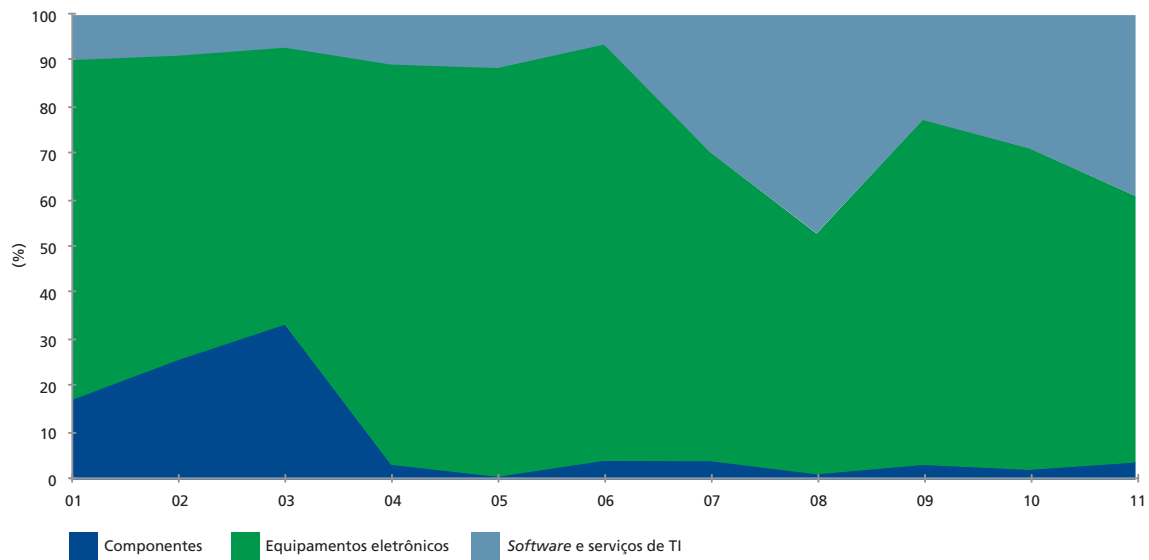
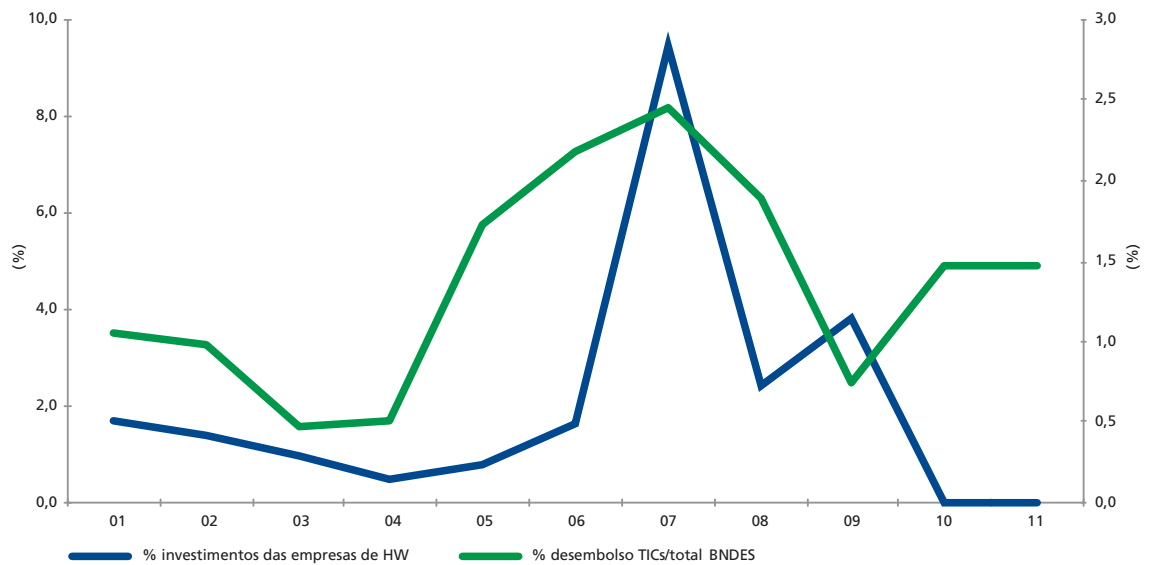


GRÁFICO 9C DESEMBOLSOS BNDES PARA O CE



Fonte: BNDES.

No tocante aos recursos financeiros, no Gráfico 9 se mede a evolução dos desembolsos do Banco para o CE ao longo dos últimos anos. Depois de um ano de crise, em 2010 os desembolsos superaram R\$ 2 bilhões, representando menos de 1%

do total liberado pelo BNDES. De fato, o peso histórico do setor no Banco poucas vezes foi superior a 2% desde a década de 1980.

A participação do Banco nos investimentos da indústria de *hardware* oscilou entre 1 e 9% na última década. Como os bens de capital para a indústria de TICs são em sua quase totalidade importados, o alcance da atuação do Banco nos investimentos do setor se torna limitado. Por outro lado, o apoio para a comercialização e a exportação de bens TICs produzidos no país responde por cerca da metade dos desembolsos do Banco para o setor.

Cumprе ressaltar o aumento dos desembolsos para inovação e a crescente participação do segmento de *software* e serviços nas operações do Banco.

SISTEMAS E EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS

Em face do crescimento e consolidação mundial do setor de **equipamentos/sistemas eletrônicos**, a ação na década de 2000 foi estrategicamente voltada para fomentar o desenvolvimento local de tecnologia, o apoio a grupos empresariais nacionais e a exportação de bens fabricados no país. Para tanto, o Banco lançou mão das diferentes linhas de exportação, participação acionária, investimentos e inovação.

Para impulsionar a inovação em eletrônica no país, o Banco estabeleceu condições diferenciadas para financiar a aquisição de bens com tecnologia nacional em parceria com o MCTI, que emite o certificado de tecnologia nacional por meio da Portaria MCT 950/06. Inicialmente circunscrita à aquisição de equipamentos de telecomunicações de operadoras financiadas pelo Banco, as condições diferenciadas de financiamento atingem hoje a todas as empresas inseridas na Lei de Informática por meio do Programa de Sustentação de Investimentos para Bens de Capital (PSI Bens de Capital), que dispõe de uma das melhores taxas entre as linhas do BNDES.

Os investimentos locais foram apoiados pelas linhas tradicionais do Banco – como o Finem, BNDES Automático e Finame – e programas específicos, como o PROTV D – destinado a incentivar a implantação do padrão brasileiro de TV digital – e o PSI Bens de Capital, que apoiou a aquisição de bens de capital, incluindo aqueles com PPB.

O apoio à **exportação** foi e ainda está vinculado principalmente à produção de aparelhos celulares no país, mas também é acessado por empresas que desenvolvem tecnologia nacional, como os fabricantes de equipamentos de telecomunicações e automação – entre outros, Padtec, AsGa, Altus.

COMPONENTES ESTRATÉGICOS

Para apoio ao desenvolvimento do segmento de **componentes estratégicos** o Banco promoveu estudos setoriais e participou ativamente das ações de atração de investimentos do exterior e da estruturação de projetos nessa área. Para incentivar os projetos de desenvolvimento tecnológico de microeletrônica e *displays*, o BNDES utilizou a sua linha mais nobre e não reembolsável, o Funtec, com cerca de R\$ 80 milhões contratados entre 2007 e 2011.

De maneira mais decisiva, o Banco foi ator-chave nos dois projetos que envolvem o ciclo completo de manufatura de circuitos integrados – a estatal Ceitec e a SIX. O apoio ao Ceitec ocorreu tanto no desenvolvimento de projetos de CIs quanto em investimentos fabris.

Na SIX, que conta com tecnologia e parceria estratégica da IBM e capacidade fabril algumas vezes superior ao Ceitec, a participação do Banco foi ainda mais afirmativa. Além de financiar os investimentos fabris, o BNDES compõe o bloco de controle da empresa, que terá foco no desenvolvimento e fabricação de CIs próprios e de terceiros. Trata-se da fábrica de microeletrônica mais avançada do hemisfério sul,²⁷ configurando-se em um investimento âncora para as pretensões do país em Microeletrônica.

SOFTWARE E SERVIÇOS

No setor de *software*, o Banco aperfeiçoou o Prosoft em 2004 e 2007, com mudanças (entre outras) que expandiram a atuação do Programa para apoiar a indústria de serviços de TI, importante segmento quanto à geração de empregos e agrega-

²⁷ Com tecnologia de 130 e 90 nanômetros e processo fabril Complementary Metal Oxide Semiconductor (CMOS).

ção de valor local. Os desembolsos entre 2001 e 2011 do BNDES para esse setor alcançou R\$ 3,3 bilhões.

O Prosoft Empresa, principal modalidade de apoio a esse segmento, totalizou um desembolso de cerca de R\$ 1,6 bilhão na última década. Cerca de somente 16% das operações realizadas foram destinadas para empresas grandes, comprovando, por um lado, que a vocação de atuação da linha é para MPMEs, uma vez que o setor é estruturalmente pulverizado, mas, por outro, a necessidade de persistir na formação empresas de maior porte.

O Cartão BNDES complementou a atuação do Prosoft Comercialização ao promover a difusão dos *softwares* desenvolvidos no país para MPMEs. Entre 2001 e 2011 o Banco financiou a comercialização de cerca de R\$ 302 milhões em *softwares* nacionais.

A atuação direta da BNDESPAR foi importante para o fortalecimento empresarial – com cerca de R\$ 425 milhões de aportes – e decisiva para formar a Totvs, oitava maior empresa de *software* ERP do mundo. Ademais, cerca de R\$ 38 milhões foram desembolsados para empresas desse segmento por meio de fundos dos quais o Banco é cotista.

5. QUADRO ATUAL E PERSPECTIVAS DO SETOR

As questões levantadas, nas seções anteriores, que condicionam a competitividade brasileira em TICs, bem como sua capacidade de aproveitar as oportunidades e de se defender das ameaças atuais e que se descortinam no futuro próximo, estão expostas sinteticamente na matriz SWOT²⁸ do Quadro 1.

A despeito de existirem diferenças do quadro competitivo brasileiro nos diversos segmentos do CE, alguns elementos comuns são observados no quadro a seguir. Do lado das forças, é possível destacar o mercado local forte e promissor, a capacidade produtiva local, a existência de mecanismos de estímulo diferenciados para TICs e restritos nichos de mercado em que o país tem competitividade mundial.

²⁸ *Strengths* (forças), *weaknesses* (fraquezas), *opportunities* (oportunidades) e *threats* (ameaças).


Por outro lado, as deficiências comuns também não são poucas. A dependência de importações é elevada – em relação a tecnologia, insumos, componentes, partes e peças –, a agregação de valor é, no geral, baixa e as exportações são tímidas. O quadro produtivo é composto por empresas de porte significativamente menor que seus pares no exterior, bem como é baixa a competitividade dos fatores de produção do país – entre outros, o custo e oferta de mão de obra qualificada e de infraestrutura. Há falta de agilidade em procedimentos alfandegários para o comércio exterior e a cultura de investimentos em inovação e de apetite por riscos ainda está aquém do desejado no quadro geral.

QUADRO 1 ANÁLISE SWOT DO COMPLEXO ELETRÔNICO BRASILEIRO

Forças	Fraquezas
<ul style="list-style-type: none"> • Forte atratividade do mercado interno brasileiro em todos os segmentos TICs • Base instalada de empresas montadoras e desenvolvedoras de <i>software</i> e serviços de TI • Existência de algumas marcas nacionais de referência no mercado interno • Segmentos com desenvolvimento de tecnologia nacional • Capacitação em <i>software</i> embarcado e em segmentos de mercado para <i>software</i> e serviços de TI (ex: setor financeiro, conteúdo, celular, games, TV Digital etc.) • Vantagens comparativas para <i>software</i> e serviços de TI: Fuso-horário favorável, afinidade cultural com mercados compradores, M.O. qualificada e versátil • Mecanismos de estímulo existentes: Lei de Informática, Lei da Inovação e Lei do Bem e arcabouço legal para exercício de poder de compra (Decreto 7174/10 e Lei 12349/10) e encomendas tecnológicas 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevada e crescente dependência de importações (partes, componentes e tecnologia), exportações declinantes, baixa densidade industrial e agregação de valor local • Baixa/virtual ausência de capacidade instalada de componentes estratégicos (semicondutores e <i>displays</i>) • Empresas nacionais de pequeno e médio portes com capacidade limitada de investimento e acesso a clientes de grande porte • Fragilidade da “marca Brasil” no âmbito nacional e ausência de reconhecimento internacional • Aversão ao risco por parte de empresas brasileiras • Déficit na oferta e elevado custo da M.O. especializada quando comparada a competidores internacionais • Investimentos em P&D: desarticulados, insuficientes, restritos a nichos de mercado e com baixa interação academia-empresa • Deficiências de infraestrutura e agilidade alfandegária
Oportunidades	Ameaças
<ul style="list-style-type: none"> • Ampliação do peso relativo das TICs na economia: saúde, educação, defesa, aeroespacial, bens de capital, automobilística etc. • Articulação afirmativa dos diversos instrumentos de política existentes em torno de projetos estratégicos de governo – PNBL, Cadeia e Petróleo e Gás, Inclusão Digital nas escolas, TV Digital, Programas de e-gov etc. • Regulamentação/exercício efetivo do poder de compra do Governo (inclusive encomendas tecnológicas) e poder regulatório (contratos de concessão e leilões de frequência) para alavancar indústria e tecnologias nacionais • Computação em nuvem, redes inteligentes e grandes eventos esportivos: elevada demanda por TICs; • Crescente interesse da indústria de capital de risco mundial no país 	<ul style="list-style-type: none"> • Práticas comerciais agressivas por parte empresas de países asiáticos, fortemente apoiadas por políticas governamentais de fomento às TICs (incluindo China e Coreia) • Deterioração irreversível da base instalada – com impactos profundos na geração de emprego, renda e nível de importações – e das capacitações tecnológicas e empresariais acumuladas pelas empresas brasileiras com marca própria • Risco de novas aquisições: estimulado pelo tamanho relativamente pequeno das empresas nacionais associado à alta atratividade do mercado brasileiro e políticas de incentivo ao conteúdo local • Tendências tecnológicas e novos modelos de negócio podem mudar o mercado e a dinâmica da concorrência

Fonte: Elaboração própria.

Contudo, a próxima década guarda relevantes oportunidades para a indústria se alavancar no país. Em adição ao crescimento natural de uma indústria ainda jo-



vem que aprofunda sua penetração em diversos setores da economia, os diversos investimentos que serão realizados no país pelo Governo – educação, saúde, melhoria de gestão etc. – e pela iniciativa privada – petróleo e gás, redes inteligentes, computação em nuvem, entre outros – são promissores e vêm atraindo o interesse de diversos fundos de risco voltados para o setor. O uso do poder de compra governamental e instrumentos regulatórios poderão desempenhar papel-chave no desenvolvimento tecnológico e produtivo local.

O não aproveitamento dessas oportunidades vai se tornar uma grande ameaça, na medida em que países asiáticos e desenvolvidos continuam e, até aprofundam em decorrência da crise, suas políticas de apoio ao setor. Não diferentemente, surgem polos alternativos à Índia de países em desenvolvimento para ocupar espaço relevante na exportação de *software* e serviços de TI.

6. PROPOSTAS PARA ORIENTAÇÃO DE POLÍTICAS E AÇÃO DO BNDES

PROPOSTAS PARA ARTICULAÇÃO DE ESFORÇOS PÚBLICOS

Disseminação e exercício do poder de compra público e privado

Tal como em qualquer país que desenvolveu seu CE no mundo, faz-se mister utilizar o poder de compra do governo e das agências reguladoras para conferir preferência de compra para bens TICs produzidos/encomendados no país e, também na medida do possível, com tecnologia nacional. Esse instrumento deve ser utilizado com inteligência, de forma a encontrar um equilíbrio ótimo entre incentivo ao conteúdo local e acesso a bens TICs com preços e qualidades adequadas por parte de governos e concessionárias de serviços públicos.

Apesar de existir instrumento legal em TICs para tal (Decreto 7.171/10) que confere preferência para bens brasileiros, a aplicação do poder de compra vem sendo tímida por parte do governo. Por outro lado, o instrumento mais afirmativo, a Lei 12.349/10 ainda será regulamentada, tornando importante fazê-lo com margem de preço adequada para estimular a produção e desenvolvimento das TICs no país.

Por fim, para que esses dispositivos obtenham efeito prático para preferência de *software* e serviços desenvolvidos no país, é fundamental concluir o certificado de tecnologia nacional para esse segmento.

Agenda estratégica para investimentos de P,D&I

Com quase R\$ 1 bilhão de investimentos anuais direcionados pela Lei de Informática para TICs, parece que a questão principal da inovação no setor está mais para a forma como os recursos são usados do que o volume de recursos disponibilizados. Esforços de articulação público-privados e um aperfeiçoamento na Lei de Informática a fim de canalizar recursos de P&D para as atividades-fim das empresas e/ou para componentes estratégicos – com o objetivo de adensar a cadeia produtiva – são algumas das ações que podem potencializar os esforços de P&D no setor em uma agenda estratégica de inovação na área.

Formação de RH

O baixo desempenho/interesse de estudantes do ensino médio em ciências exatas e o déficit de formação de pós-graduados, engenheiros e técnicos para as diferentes áreas de TICs é preocupante. Ações articuladas entre governo e iniciativa privada – MCTI, MEC, agências de fomento, associações de classe, entidades empresariais etc. – devem ser perseguidas para se quebrar o círculo vicioso de baixa disponibilidade de mão de obra *versus* baixa inovação e competitividade *versus* poucas oportunidades de emprego qualificado.

Foco em nichos de escala média e alto valor agregado

A opção por competir no plano mundial em produtos de elevada escala ou baixos custos de operação parece pouco promissora para o país, considerando a perspectiva das condições desfavoráveis do câmbio, o distanciamento da cadeia de fornecimento cada vez mais deslocada para a Ásia, entre outras vulnerabilidades já citadas. Essa avaliação se estende a todos os segmentos do CE, tanto a Sistemas e equipamentos eletrônicos – em que a competição com a China é voraz –, quanto aos Componentes estratégicos – com barreiras de entrada significativas nos seg-

mentos intensivos em escala (por exemplo, processadores, memórias e *displays*) – e a serviços de TI – em que o custo da mão de obra é fator-chave em serviços cuja competição é baseada em preço. Apesar de atraírem a produção para o país, os mercados de elevados volumes revelam progressiva dificuldade em se voltarem estrategicamente para o mercado global.

A existência de empresas com tecnologia nacional em nichos de médio volume – em especial, automação industrial, equipamentos de rede de telecomunicações e médicos – e os investimentos na SIX, voltados para mercados intermediários em volume e sofisticação tecnológica, parecem corroborar esse diagnóstico.

Soma-se a esses argumentos o fato de que, do ponto de vista da manufatura, a eletrônica de mercados de massa (notadamente os dispositivos de acesso de informática/telecomunicações/bens de consumo) é de fácil deslocamento produtivo e, considerada a tendência de compactação dos componentes, tende a gerar pouco valor agregado local.

Diferenciação do apoio para bens com tecnologia nacional

Em razão da redução estrutural da agregação de valor da manufatura das TICs, torna-se imperativo o apoio diferenciado para bens eletrônicos e *softwares* desenvolvidos no país. Atualmente a diferenciação de incentivos – fiscais, financiamento, poder de compra etc. – entre bens com PPB e importados é superior à diferenciação para bens com tecnologia nacional e bens somente com PPB. Um ajuste nesse quadro, a fim de privilegiar a tecnologia desenvolvida no país, serviria como estímulo não apenas para empresas nacionais investirem mais em inovação, mas para atrair centros de P&D de multinacionais.

Articulação de esforços para adensar a cadeia de componentes estratégicos

A manufatura de componentes eletrônicos tem um enorme desafio de superar a competitividade de uma cadeia de suprimentos já instalada, azeitada e cada vez mais concentrada na Ásia. Tendo em vista os investimentos a serem realizados nos elos comandantes da cadeia de SIX, Ceitec e, possivelmente, a Foxconn, é funda-

mental que o poder público seja ágil para corrigir as deficiências logísticas, aduaneiras e tributárias, para que seja possível tornar esses empreendimentos competitivos em escala mundial e fomentar a atração dos elos a montante da cadeia de semicondutores e *displays*.

Consolidação das DHs e fortalecimento de modelo privado em projeto de CIs

Atualmente, existem mais de vinte *design houses* (DHs) no país. Não parece sustentável no longo prazo que se estimule a proliferação de DHs quando há uma demanda restrita por projetos de CIs, fruto do fato de que poucas empresas de equipamentos eletrônicos desenvolvem seus produtos no nível do CI no país. Mais do que isso, há escassez de recursos para apoiar a infraestrutura destas pelo Programa CI Brasil.

Nesse cenário de restrições, dispor de um modelo com a maioria de suas DHs públicas – e, por conseguinte, potencialmente menos orientadas ao mercado – não parece adequado para formar a massa crítica em conhecimento, volume de projetos e carteira de clientes mínima para se lançar ao mercado mundial. Dessa forma, propõe-se que seja incentivada a consolidação das DHs e o modelo privado, para que talentos treinados nas DHs públicas e multinacionais obtenham incentivos para formar seu próprio negócio.

Estímulo ao desenvolvimento do padrão brasileiro de TV digital

A recente alteração de PPBs para TVs, obrigando que em 2013 pelo menos 30% das TVs tenham o *middleware* do padrão ISDB-T Ginga embarcado, deverá criar um amplo mercado para desenvolvedores de aplicativos para TV digital no Brasil. Com uma base de televisores relevante, torna-se possível atrair as radiodifusoras para desenvolver conteúdo interativo para seus telespectadores. Propõe-se que o governo siga incentivando a adoção do Ginga no país, em virtude das oportunidades até mesmo de exportação que o padrão ISDB-T proporciona.

DESAFIOS PARA ATUAÇÃO DO BNDES

Lista-se a seguir um conjunto de desafios específicos para a atuação do Banco para os próximos anos, tendo em vista as ações gerais já apresentadas às quais o BNDES pode prestar especial apoio para formulação e implementação de ações concretas.

Complexo eletrônico

- **Agilizar a análise operacional:** para apoiar um dos setores mais dinâmicos da economia mundial, é fundamental o Banco buscar persistentemente reduzir o prazo de análise de seus projetos.
- **Manter o fomento, a consolidação e o fortalecimento empresarial:** também de maneira permanente o Banco deve estimular a consolidação e o fortalecimento de empresas nacionais capazes de gerar escala suficiente para se internacionalizarem, arcarem com os gastos crescentes de P,D&I, fortalecerem a percepção da longevidade de suas atividades perante a grandes clientes, entre outros benefícios.
- **Buscar alternativas para diferenciar** de maneira afirmativa as **condições para aquisição de bens com tecnologia nacional (TN)**, em linha com a prática atual conferida pelo BNDES PSI Tecnologia Nacional.
- **Reforçar o apoio à indústria de capital de risco** voltada para TICs no país, até mesmo, alternativamente, em parceria com o setor privado de fundos e o poder público.

Sistemas e equipamentos eletrônicos

- De maneira ainda mais incisiva, o Banco deve considerar a possibilidade de **apoiar grandes investimentos** em TICs (por exemplo, operadoras de telecomunicações) somente se determinada parcela significativa de bens com PPB e tecnologia nacional forem atingidas.

Componentes estratégicos

- Flexibilizar condições para apoiar projetos em **microeletrônica** e **displays**, por exemplo: (i) investimento de risco em *start-ups* e participação no bloco de contro-

le das empresas; (ii) participação em operações internacionais, de forma a garantir a participação do Brasil no *roadmap* de produtos das multinacionais; (iii) linha de financiamento diferenciada para aquisição de componentes estratégicos.

- Estimular empresas nacionais a desenvolver **projetos de CIs** localmente.

Software e serviços de TI

- Apoiar a atração de centros cativos (*captive centers*) para exportação.
- Desenvolver alternativas de atuação indireta para ampliar o alcance do Prosoft.

7. CONCLUSÕES

A última década ratificou que cada vez mais as TICs desempenham papel de grande importância no desenvolvimento das nações. Essa relevância se configura tanto sob a ótica do acesso a bens TICs para uso, quanto para o domínio tecnológico por indústrias progressivamente mais permeadas pela eletrônica.

Ao longo desses sessenta anos o BNDES exerceu um papel bastante relevante do ponto de vista institucional e financeiro, cabendo citar, em caráter não exaustivo para os anos mais recentes, o apoio decisivo para investimentos produtivos em circuitos integrados e fortalecimento de empresas de *software*.

Por se tratar de um setor extremamente dinâmico – que se presta como caso clássico para a “destruição criativa” de Schumpeter –, com margens declinantes para produção, faz-se mister que o Brasil persiga de maneira afirmativa e persistente a inovação. O mesmo afinco deve continuar a ser direcionado para a criação do ecossistema de componentes eletrônicos – em especial, o de microeletrônica – e para o setor de *software*, alicerces da economia baseada em silício.

O país vive um momento especial, em que diversas oportunidades de desenvolvimento no setor se abrem no futuro próximo. É fundamental que se aja com inteligência, para que seja possível se apropriar do crescimento esperado da demanda, desenvolvendo-se tecnologicamente para, de forma concomitante, alcançar um papel relevante no mercado mundial. Do contrário, com a já citada difusão



da eletrônica, o ônus de não se fortalecer a competência em TICs no país recairá de maneira cada vez mais intensa em diversos setores da economia.

Esse desenvolvimento tecnológico deverá ser orientado para onde o país tiver maiores chances de penetração. Uma vez que os segmentos de consumo de massa – dispositivos móveis, eletrônica de consumo, microprocessadores etc. – são de difícil *catching up* e considerando o encarecimento relativo do país – mão de obra, energia, câmbio, entre outros –, direcionar esforços para competir em produtos de escalas médias e maior valor agregado, por exemplo, equipamentos de telecomunicações, automação, *software* e serviços de maior valor agregado, semicondutores de aplicação específica (ASICs) etc., parece se configurar como a melhor opção.

REFERÊNCIAS

ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SOFTWARE. *Mercado Brasileiro de Software Panorama e Tendências (2003 a 2011)*. Disponível em: <<http://www.abes.org.br/templ3.aspx?id=306&sub=213>>. Acesso em 2 abr. 2012.

BOZZ & COMPANY. *Global Innovation 1000, 2008*. IN: BAMPÍ, S. (COORD.). *Projeto PIB: Perspectivas do Investimento em Eletrônica*. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008-2009. Disponível em: <http://www.projetopib.org/arquivos/ie_ufrj_sp08_eletronica.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2012.

BRASSCOM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO. In: JOVANELI, R. Déficit de profissionais de TI chega a 92 mil. *Exame*, 11 abr. 2011. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/carreira/noticias/deficit-de-profissionais-de-ti-chega-a-92-mil>>. Acesso em: 2 abr. 2012.

CGEE – CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS. *Doutores 2010: estudos da demografia da base técnico-científica brasileira*. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2010.

COLECCHIA, A.; P. SCHREYER. ICT Investment and Economic Growth in the 1990s: Is the United States a Unique Case? A Comparative Study of Nine OECD Countries. OECD Science, Technology and Industry Working Papers, 2001-2007. *OECD Publishing*, 2001. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/078325004705>>. Acesso em: 2 abr. 2012.

DECISION ETUDES CONSEIL. *Electronic Industry Outlook 2010 – 2015: Smart cities, from concepts to markets*. Paris, 29 nov. 2011. Disponível em <http://www.decision.eu/doc/presentations/Decision_Rospide_Summit_2011.pdf>. Acesso em 28 fev. 2012.

DUARTE, C. H. C. Uma década de apoio continuado ao Setor de TICs: os eventos mais relevantes e o papel do BNDES. *Revista do BNDES*, n. 37. Rio de Janeiro: BNDES, jun. 2012.

GUTIERREZ, R. M. V. Complexo Eletrônico: Lei de Informática e Competitividade. *BNDES Setorial*, n. 31, p.5-48. Rio de Janeiro: BNDES, mar. 2010.

MELO, P. R. S. et al. Complexo Eletrônico. *BNDES Setorial*, n. 6. Rio de Janeiro: BNDES, nov. 1997.

NASSIF, A. L. BNDES 50 Anos – Histórias Setoriais: O Complexo Eletrônico Brasileiro. *BNDES Setorial Especial 50 anos*. Rio de Janeiro: BNDES, dez. 2002.

NEPELSKI, D.; STANCIK, J. *The Top World R&D-investing Companies from the ICT Sector: A Company-level Analysis*. JRC Scientific and Technical Reports. European Commission, Institute for Prospective Technological Studies, 2011.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *The impact of the crisis on ICT and ICT-related employment*. Out. 2009. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/47/22/43969700.pdf>>. Acesso em: 5 mai. 2012.

_____. OECD Information Technology Outlook 2010 – Highlights. 2011. Disponível em: <<http://www.oecd.org/dataoecd/4/4/46478512.pdf>>. Acesso em: 5 mai. 2012.

_____. *Information Technology Outlook 2008*. Figura 2.14.

OLIVER WYMAN. *A comprehensive study on innovation in the automotive industry*. 2007. Disponível em: <http://www.oliverwyman.com/pdf_files/CarlInnovation2015_engl.pdf>. Acesso em: 5 mai. 2012.

SALLES FILHO, S. *Avaliação da Lei de Informática*. Resumo Executivo. Campinas, Geopi-Unicamp/CGEE, fev. 2011. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/geopi/documentos/Resumo_Executivo_2011_FINAL_03.mai.2011.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2012.

SILVA, E. A. A Política de Investimento Estrangeiro dos Estados Unidos: conflito de princípios na reforma do CFIUS. *Cadernos Cedec* n. 87 (Edição Especial Cedec/INCT-INEU). São Paulo: Cedec, jun. 2010. Disponível em: <http://www.cedec.org.br/files_pdf/cadcedec/cad87.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2012.

SUFRAMA – SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS. *Indicadores de Desempenho do Polo Industrial de Manaus 2007-2012*. Manaus, mar. 2012. Disponível em: <http://www.suframa.gov.br/download/indicadores/Indicadores%20Desempenho_PIM_Janeiro_2012_emitido%20em%2015032012.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2012.

VALOR 1000. *As campeãs de 25 setores – Os destaques de cada região*, n.11, ago. 2011.