

Sistema Produtivo

08

Perspectivas do Investimento em

Eletrônica

Coordenador:

Sergio Bampi (PPG Microeletrônica – UFRGS)

Victor Proichnik (IE-UFRJ)

Marina Szapiro (IE-UFRJ)

Mauro Thury (UFAM)

Instituto de Economia da UFRJ
Instituto de Economia da UNICAMP



PROJETO PIB: Perspectivas do Investimento em Eletrônica

Coordenador:
Sergio Bampi (PPG Microeletrônica – UFRGS)

Victor Proichnik (IE-UFRJ)
Marina Szapiro (IE-UFRJ)
Mauro Thury (UFAM)

Porto Alegre, Outubro de 2009.

P467 Perspectivas do investimento em eletrônica / coordenador Sérgio Bampi; equipe Marina Szapiro ...[et al.]. Rio de Janeiro: UFRJ, 2008/2009.
272 p.: 30 cm.

Bibliografia: p. 169.

Relatório final do estudo do sistema produtivo Eletrônica, integrante da pesquisa "Perspectivas do Investimento no Brasil", realizada por Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro e Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, em 2008/2009.

1. Indústria eletrônica – Investimentos. 2. Telecomunicações – Equipamentos. 4. Microeletrônica – Indústrias. 5. Relatório de pesquisa (UFRJ/UNICAMP). I. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Economia. II. Kupfer, David. III. Laplane, Mariano. IV. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Economia. V. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. VI. Perspectivas do Investimento no Brasil.

CDD 338.47621318

PROJETO PIB - P I B

EQUIPES:

COORDENAÇÃO GERAL

- Coordenação Geral** - David Kupfer (IE-UFRJ)
- Coordenação Geral Adjunta** - Mariano Laplane (IE-UNICAMP)
- Coordenação Executiva** - Edmar de Almeida (IE-UFRJ)
- Coordenação Executiva Adjunta** - Célio Hiratuka (IE-UNICAMP)
- Gerência Administrativa** - Carolina Dias (PUC-Rio)

Coordenação de Bloco

- Infra-Estrutura** - Helder Queiroz (IE-UFRJ)
- Produção** - Fernando Sarti (IE-UNICAMP)
- Economia do Conhecimento** - José Eduardo Cassiolato (IE-UFRJ)

Coordenação dos Estudos de Sistemas Produtivos

- Energia** – Ronaldo Bicalho (IE-UFRJ)
- Transporte** – Saul Quadros (CENTRAN)
- Complexo Urbano** – Cláudio Schüller Maciel (IE-UNICAMP)
- Agronegócio** - John Wilkinson (CPDA-UFRJ)
- Insumos Básicos** - Frederico Rocha (IE-UFRJ)
- Bens Salário** - Renato Garcia (POLI-USP)
- Mecânica** - Rodrigo Sabbatini (IE-UNICAMP)
- Eletrônica** – Sérgio Bampi (INF-UFRGS)
- TICs**- Paulo Tigre (IE-UFRJ)
- Cultura** - Paulo F. Cavalcanti (UFPB)
- Saúde** - Carlos Gadelha (ENSP-FIOCRUZ)
- Ciência** - Eduardo Motta Albuquerque (CEDEPLAR-UFMG)

Coordenação dos Estudos Transversais

- Estrutura de Proteção** – Marta Castilho (PPGE-UFF)
- Matriz de Capital** – Fabio Freitas (IE-UFRJ)
- Estrutura do Emprego e Renda** – Paulo Baltar (IE-UNICAMP)
- Qualificação do Trabalho** – João Sabóia (IE-UFRJ)
- Produtividade e Inovação** – Jorge Britto (PPGE-UFF)
- Dimensão Regional** – Mauro Borges (CEDEPLAR-UFMG)
- Política Industrial nos BRICs** – Gustavo Brito (CEDEPLAR-UFMG)
- Mercosul e América Latina** – Simone de Deos (IE-UNICAMP)

Coordenação Técnica

- Instituto de Economia da UFRJ
- Instituto de Economia da UNICAMP

REALIZAÇÃO



Fundação Universitária
José Bonifácio

APOIO FINANCEIRO



Ministério do
Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior



Após longo período de imobilismo, a economia brasileira vinha apresentando firmes sinais de que o mais intenso ciclo de investimentos desde a década de 1970 estava em curso. Caso esse ciclo se confirmasse, o país estaria diante de um quadro efetivamente novo, no qual finalmente poderiam ter lugar as transformações estruturais requeridas para viabilizar um processo sustentado de desenvolvimento econômico. Com a eclosão da crise financeira mundial em fins de 2008, esse quadro altamente favorável não se confirmou, e novas perspectivas para o investimento na economia nacional se desenham no horizonte.

Coordenado pelos Institutos de Economia da UFRJ e da UNICAMP e realizado com o apoio financeiro do BNDES, o Projeto PIB - Perspectiva do Investimento no Brasil tem como objetivos:

- Analisar as perspectivas do investimento na economia brasileira em um horizonte de médio e longo prazo;
- Avaliar as oportunidades e ameaças à expansão das atividades produtivas no país; e
- Sugerir estratégias, diretrizes e instrumentos de política industrial que possam auxiliar na construção dos caminhos para o desenvolvimento produtivo nacional.

Em seu escopo, a pesquisa abrange três grandes blocos de investimento, desdobrados em 12 sistemas produtivos, e incorpora reflexões sobre oito temas transversais, conforme detalhado no quadro abaixo.



ECONOMIA BRASILEIRA	BLOCO	SISTEMAS PRODUTIVOS	ESTUDOS TRANSVERSAIS
	INFRAESTRUTURA	Energia Complexo Urbano Transporte	Estrutura de Proteção Efetiva
	PRODUÇÃO	Agronegócio Insumos Básicos Bens Salário Mecânica Eletrônica	Matriz de Capital Emprego e Renda Qualificação do Trabalho Produtividade, Competitividade e Inovação
	ECONOMIA DO CONHECIMENTO	TICs Cultura Saúde Ciência	Dimensão Regional Política Industrial nos BRICs Mercosul e América Latina



PROJETO PIB: Perspectivas do Investimento em Eletrônica

Coordenador

Sergio Bampi (PPG Microeletrônica – UFRGS)

Equipe

Victor Proichnik (IE-UFRJ)

Marina Szapiro (IE-UFRJ)

Mauro Thury (UFAM)

Porto Alegre, Outubro de 2009.

* Pesquisadores vinculados ao Grupo de Pesquisa sobre "Complexo Industrial e Inovação em Saúde", da Escola Nacional de Saúde Pública da Fiocruz e da (ENSP/Fiocruz), cadastrado no diretório de grupos de pesquisa do CNPq

Este documento elaborado foi sob coordenação de Célio Hiratuka

Os relatórios setoriais acima listados apenas serviram de base ou inspiração para a produção deste documento. As opiniões aqui contidas não refletem, necessariamente, a opinião dos autores dos relatórios setoriais.

Sumário

RESUMO	09
INTRODUÇÃO	10
CAPÍTULO 1 – A INDÚSTRIA ELETRÔNICA – PANORAMA GLOBAL E NO BRASIL	11
1.1. Introdução: A indústria Eletrônica Global	11
1.2. O Complexo Industrial Eletroeletrônico no Brasil	17
1.3. A indústria Eletrônica no Brasil	21
1.4. Receita, Recursos Humanos, Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria Eletrônica no Brasil	28
1.5. Conclusão	30
CAPÍTULO 2 – DINÂMICA DOS INVESTIMENTOS NO MUNDO E NO BRASIL	33
2.1. Introdução	33
2.2. Desafios e Oportunidades Associados às Mudanças Tecnológicas	36
2.2.1. A "Componentização" Crescente dos Sistemas Eletrônicos	36
2.2.2. Convergência de Funcionalidades em Plataformas Digitais	39
2.2.3. Integração de Serviços, Mobilidade e Ubiquidade nas Funções Habilitadas	40
2.2.4. A Manufatura Eletrônica Crescentemente Automatizada, Eficiente e Flexível	41
2.3. Desafios e Oportunidades Associados às Mudanças nos Padrões de Concorrência e Regulação	42
2.4. Desafios e Oportunidades Associados às Mudanças nos Padrões de Demanda Mundial e Nacional	42
2.5. Conclusão	45
CAPÍTULO 3 – DINÂMICA DOS INVESTIMENTOS NO SETOR DE BENS DE INFORMÁTICA E DE AUTOMAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL	47
3.1. Dinâmica Global do Investimento	47
3.2. Tendências do Investimento no Brasil	48
3.3. Perspectivas de Médio e Longo Prazos para os Investimentos	49
3.3.1. Perspectivas de Médio Prazo – Cenário Possível para a Indústria	49
3.3.1.1. Informática – Bens Genéricos	50
3.3.1.2. Automação Comercial	51
3.3.1.3. Automação Bancária	52
3.3.1.4. Automação Industrial	53
3.3.2. Perspectivas de Longo Prazo para os Investimentos	54
3.4. Propostas de Políticas Setoriais para a Indústria de Informática e Automação	54
CAPÍTULO 4 – DINÂMICA DOS INVESTIMENTOS NO SETOR DE EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÕES	58
4.1. Dinâmica Global do Investimento	58
4.1.1. O "Novo" Papel do Estado	59
4.1.2. O Panorama da Indústria Nacional e dos Fornecedores-Chave	61
4.2. Tendências do Investimento no Brasil	62
4.3. Perspectivas de Médio e Longo Prazos para os Investimentos	65
4.3.1. Principais Desafios e Oportunidades	65
4.3.2. O Médio Prazo: Cenário Possível para 2012	68
4.3.3. O Longo Prazo: Cenário Desejável Para 2022	69

CAPÍTULO 5 - DINÂMICA DO INVESTIMENTO NO SETOR DE ELETRÔNICA DE CONSUMO E UTILIDADES DOMÉSTICAS	73
5.1. Dinâmica Global do Investimento	73
5.2. Tendências do Investimento no Brasil	75
5.3. Perspectivas de Médio e Longo Prazos para os Investimentos	77
5.3.1. Perspectivas de Médio Prazo – Cenário Possível para a Indústria	77
5.3.2. Perspectivas de Longo Prazo para os Investimentos	79
5.4. Propostas de Políticas Setoriais	81
CAPÍTULO 6 - DINÂMICA DOS INVESTIMENTOS NO SETOR DE COMPONENTES ELETRÔNICOS SEMICONDUTORES E OUTROS	83
6.1. Introdução	83
6.2. Dinâmica Global do Investimento	89
6.3. Tendências do Investimento no Brasil	96
6.4. Perspectivas de Médio e Longo Prazo	97
6.4.1. Perspectivas de Médio Prazo – Cenário Possível para a Indústria	97
6.4.2. Perspectivas de Longo Prazo para os Investimentos	98
6.5. Propostas de Políticas Setoriais: Um Plano de Desenvolvimento da Indústria de Componentes Eletrônicos	99
6.5.1. Incentivos à Demanda	101
6.5.2. Mecanismos/Instrumentos para Atração de Empresas de Fabricação de Chips ou de Semicondutores Discretos	103
CAPÍTULO 7 - SÍNTESE PROPOSITIVA – POLÍTICAS, INSTRUMENTOS E ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA ELETRÔNICA	106
7.1. Introdução	106
7.2. Síntese das Políticas Globais, Instrumentos e Estratégias para Alavancar os Investimentos no Longo Prazo	108
CAPÍTULO 8 - SÍNTESE ANALÍTICA – PERSPECTIVAS DE MÉDIO E LONGO PRAZO PARA OS INVESTIMENTOS NA INDÚSTRIA ELETRÔNICA NO BRASIL	112
8.1. Perspectivas para a Indústria Eletrônica até 2012	113
8.2. Perspectivas para a Indústria Eletrônica em 2022	113
8.3. Conclusões	116
CAPÍTULO 9 - TABELA REFERENCIAL DO MODELO SETORIAL DA INDÚSTRIA ELETRÔNICA ADOTADO NO PROJETO PIB	117
BIBLIOGRAFIA	118

RESUMO

A perspectiva de acelerar um ciclo de investimentos no Brasil que leve a um maior enraizamento da indústria eletrônica e o adensamento de suas cadeias no Brasil motivaram esta Nota Técnica que é um documento de trabalho do Projeto PIB – Perspectivas do Investimento no Brasil. A Nota Técnica trata de quatro subsistemas da indústria eletrônica: i) componentes eletrônicos, ii) bens de informática e automação, iii) indústria de equipamentos de telecomunicações, e iv) eletrônica de consumo e utilidades domésticas. A partir de um diagnóstico dos desafios e oportunidades decorrentes de mudanças tecnológicas, da concorrência, da regulação e da demanda global são discutidas propostas de políticas setoriais específicas para estes setores da indústria eletrônica.

Aproximadamente 68% dos componentes eletrônicos consumidos na indústria global são insumos para os bens de TIC (tecnologias de informação e comunicação), que agrupam genericamente equipamentos de informática, telecomunicações, automação, e, de modo crescente, os principais bens de consumo de uso pessoal e de entretenimento eletrônico que se tornam cada vez mais meios de acesso à autoestrada informacional da Internet. Este fato, aliado à convergência digital na infraestrutura da Internet e nos serviços digitalmente ofertados ao usuário final da eletrônica, no paradigma da mobilidade e ubiquidade de usuários e serviços, respectivamente, resulta que este segmento industrial tem suas políticas setoriais generalizadas como sendo para os bens de TIC. No mundo há duas classes de países posicionados no complexo de bens de TIC: os que são produtores e almejam participar da produção destes bens, e países exclusivamente consumidores daqueles. A importância econômica dos serviços de TIC, bem como a complexidade e valor adicionado no *design* eletrônico dos produtos, por seu turno, trazem novas oportunidades na economia global, mesmo para os não produtores. O Brasil almeja estar no primeiro grupo, pois já contribuiu em 2005 com cerca de 2,3% do valor da produção mundial de eletrônicos. Este trabalho trata de diagnosticar a situação atual no Brasil, na perspectiva de investimentos na indústria eletrônica, e de propor as condições e políticas setoriais que permitirão ao Brasil manter e, num quadro otimista, ampliar esta posição de produtor de eletrônicos e evoluir para estar até 2022 entre os dez maiores países produtores neste setor, com o segmento competitivo e exportador – condição absolutamente inversa da primeira década do século XXI. No cenário otimista, chegar naquele prazo a responder por até 5% do PIB – atualmente representa 2,9% deste – o que é uma meta ambiciosa para um setor globalizado, de alta complexidade e marcado por severas condições de competição e mobilidade de ativos em escala mundial.

INTRODUÇÃO

Esta Nota Técnica do Projeto PIB avalia a dinâmica global do investimento na indústria eletrônica e as tendências de mudanças tecnológicas e de mercado recentes que impactam a mesma. O posicionamento da indústria eletrônica no Brasil no cenário global e as perspectivas de investimentos no Brasil são analisados para quatro subsistemas industriais de bens eletrônicos: i) indústria de bens de informática e automação, ii) indústria de equipamentos de telecomunicações, iii) indústria produtora de bens de eletrônica de consumo e iv) indústria de componentes eletrônicos, inclusive semicondutores, esta última denominada, no seu conjunto, como produtora de material eletrônico básico. Observe-se que, no referencial deste Projeto, a eletrônica embarcada em veículos (exceto áudio) foi incorporada ao sistema industrial de autopeças e automotiva, para fins de análise desta que, de forma crescente, vem incorporando eletrônica aos veículos. Uma fração expressiva da demanda mundial de componentes semicondutores – 7 a 8 % – é gerada pela eletrônica embarcada.

A indústria eletrônica ocupa posição de menor expressão no conjunto de investimentos industriais previstos no Brasil. O cenário de investimentos no médio prazo (2009–2012) no Brasil é de manutenção da posição atual, como decorrência do alto grau de inovação em produtos que marca o setor de bens de TIC. Prevê-se um crescimento modesto da indústria eletrônica no Brasil, sem alterações significativas da participação deste segmento no PIB industrial brasileiro e pouca mudança na alta incidência de importações para produtos e insumos essenciais do setor. As rápidas mudanças tecnológicas e a alta taxa de inovação que marcam o setor no cenário mundial, aliadas à crescente fragmentação espacial e à desverticalização aguda da cadeia continuarão a criar oportunidades para as indústrias com capacidade de inovação no segmento de componentes básicos para bens de TIC, no qual a participação da indústria brasileira é atualmente inexpressiva, e para a área de engenharia e serviços inovadores de comunicações, baseados em produtos eletrônicos. Neste cenário, o investimento da indústria brasileira de bens TIC já está no patamar de cerca de R\$ 700 milhões anuais, conforme dados de execução da Lei de Informática, concentrados em cerca de 350 empresas. Este montante exclui o investimento em capital fixo, pois o setor investe aquele montante em capital humano, licenciamento e desenvolvimento de produtos apenas seguidores do padrão mundial. Os padrões de demanda globais e de inovação acelerada pela convergência de serviços digitais criam também oportunidades para a especialização em atividades montadoras na indústria local no Brasil, com baixo ganho de produtividade nesta atividade. O cenário de longo prazo (2009–2022) desejado pela Política de Desenvolvimento Produtivo do Brasil requer um conjunto de políticas setoriais articuladas e de execução continuada no horizonte de dez anos, no mínimo, para os segmentos mais dinâmicos da indústria eletrônica, dado que neste estudo se diagnosticam deficiências estruturais importantes do sistema industrial no país. Os subsistemas que, no conjunto, têm maior expressão econômica atualmente no Brasil são: bens de informática e comunicação pessoal, em primeiro plano, e em menor grau para os bens de eletrônica de consumo e automação industrial. Como estratégia de longo prazo, deve-se investir na inovação para o desenvolvimento de bens eletrônicos incorporados (ou embarcados em outros bens) que são os habilitadores dos serviços baseados na Internet. Para o setor de bens de massa para informática e comunicação, a possibilidade de deslocamento rápido da indústria entre os países é maior, pois a tendência à compactação dos equipamentos é irreversível – no limite, o bem eletrônico é apenas um agregado de poucos componentes complexos, que incorporam computadores embarcados nos componentes. Diz-se, apropriadamente, que o componente é o sistema do *hardware*, integrado e leve, integrado com o *software* de customização de serviços. A indústria eletrônica no Brasil tem posição vulnerável que decorre da fortíssima tendência de incremento progressivo da penetração de importações no complexo eletrônico, especialmente dos componentes básicos que ditam o padrão tecnológico dos bens finais. As políticas setoriais recomendadas para esta parte dos insumos da indústria são discutidas ao final.

Para o cenário desejável de longo prazo da eletrônica no Brasil, a Nota Técnica propõe compor o mesmo com três grupos gerais (ou *tiers*) de empreendimentos industriais de eletrônica no país – indistintamente de quais dos quatro subsistemas acima se trata – com distintas características e demandas de políticas específicas, articuladas com os setores a jusante. O investimento em cada grupo ou tier de empresa eletrônica tem diferentes condicionantes e distintos riscos na exposição à competição internacional, sendo que o grupo das empresas manufatureiras já tem a predominância das empresas transnacionais de *“electronic manufacturing”* sob contrato (CEMs ou EMS) instaladas no Brasil. Este grupo tem uma facilidade de relocação global de ativos e de contratos sem precedentes, e participam de uma etapa manufatureira específica. Numa visão de futuro, recomenda-se fortemente transformar estruturalmente a indústria eletrônica no Brasil com um conjunto de políticas consistentes e permanentes para que, com outras indústrias de *tiers* além do manufatureiro, se possa inovar e ter presença expressiva no PIB brasileiro de cerca de 5% em 2022, fortemente centrado na inovação e com padrões de inserção local em três cadeias cruciais: a) na cadeia de engenharia de componentes eletrônicos, inclusive de circuitos integrados e componentes optoeletrônicos; b) na cadeia de submontagens eletrônicas – que são igualmente componentes para os bens finais dos mais variados setores e c) na produção dos bens finais de TIC da era Internet-cêntrica, na qual os serviços habilitados é que estimulam a demanda nas cadeias citadas. A tendência de longo prazo de crescimento da indústria eletrônica global de modo sustentado à taxa média de 6% a 7% a.a. é esperada e justificada pela sua trajetória recente, assentada sobre duas macro-tendências: i) a tendência à inclusão digital de expressivo contingente da população mundial que ainda está à margem da sociedade da informação e ii) a tendência de incorporação de eletrônica ou componentes eletrônicos a todos os demais bens industriais, com vista a atribuir-lhes funcionalidades novas e inovadoras.

CAPÍTULO 1 – A INDÚSTRIA ELETRÔNICA – PANORAMA GLOBAL E NO BRASIL

1.1. Introdução: A Indústria Eletrônica Global

A indústria eletrônica tem importância central ao produzir bens indispensáveis ao padrão atual de produção de bens e serviços e à própria essência da sociedade contemporânea. Os bens eletrônicos são elementos-chave ao provimento dos serviços de informação, telecomunicações, entretenimento, transportes e trocas de informações, crescentemente centrados na Internet. Os usos – e portanto a produção destes bens de eletrônica e de tecnologias de informação e comunicação (TIC) – são componentes indissociáveis do funcionamento de quase todas as atividades da sociedade industrial e pós-moderna. A importância da eletrônica para ganhos de produtividade em setores industriais e pós-industriais só faz incrementar, principalmente à medida que se faz presente em quase todas as atividades da sociedade contemporânea (Gutierrez, Leal, mar 2004: p. 3), irradiando avanços tecnológicos e alterando modos de produzir. De fato, a associação entre o complexo eletrônico e as novas tecnologias, as TIC (tecnologias de informação e de comunicações) e, por conseguinte, à própria sociedade da informação é praticamente direta. As inovações e as dinâmicas propiciadas pelo paradigma da microeletrônica – hoje na escala de integração que de fato utiliza estruturas físicas de nanoeletrônica – e sua funcionalização diversificada na forma de bens de TIC, são fator essencial para a mudança de paradigmas técnico-econômicos. Paradigmas da produção e do convívio social são impactados. Nas últimas quatro décadas estas inovações revolucionaram o mundo industrial, entronizaram fortemente o padrão de produção da sociedade pós-industrial e impactaram de modo extremo as relações sociais – que passam a ser cada vez mais mediadas eletronicamente. A indústria eletrônica jogou um papel central em ciclos de recuperação e de expansão econômica em economias avançadas, e no incremento da produtividade do trabalho. Seja no papel desempenhado pela eletrônica na recuperação econômica das economias avançadas quando da estagflação dos anos 1970, seja no ciclo de expansão da internet e das telecomunicações sem fio iniciado nos anos 1990, em que a economia de serviços da Internet nasceu e propiciou expansão econômica expressiva, o sistema produtivo da eletrônica e dos bens de TIC tem o efeito da destruição criativa de paradigmas, tão essencial na dinâmica do crescimento econômico. Na manifestação mais concreta, "um grande número de dispositivos tradicionais tem sido rapidamente substituído, tecnologicamente atualizado pela incorporação de módulos eletrônicos, que adicionalmente lhes conferem a realização de novas funções" (Gutierrez, Leal, mar 2004: p. 4).

A indústria eletrônica e o complexo relacionado de produção de serviços de base informacional têm recebido atenção de diversos governos, mediante políticas públicas para as tecnologias de informação e comunicação (TIC). Programas estratégicos para a sociedade da informação são incorporados por todos os governos ocidentais, em países dos mais diversos graus de desenvolvimento econômico. A inserção da indústria eletrônica na base produtiva de um país tem sistematicamente trazido a possibilidade de desencadear a captura de posições (*catching up*) em termos de avanço tecnológico em diversos setores industriais e, por conseguinte, na aquisição de vantagens absolutas. Os avanços de países como Taiwan, Coreia do Sul e China nas últimas três décadas têm sido notável na indústria eletrônica.

A importância da introdução destas tecnologias de eletrônica de forma transversal em todos os setores é evidenciada pelo estudo dos indicadores globais de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Segundo o levantamento "*Global Innovation 1000*", referente a 2007, da consultoria Bozz & Company (Jaruzelski, Dehoff, 2008), do montante investido em P&D pelas mil empresas amostradas, 29% foram aplicados na área de computação e de bens eletrônicos. Ademais, um dado importante para entender a dinâmica dos investimentos globais é que parte expressiva dos gastos em P&D dessas mil empresas ocorreu fora do país-sede das mesmas, i.e., uma economia nacional pode se beneficiar dessas inversões a partir da globalização de etapas sofisticadas – vinculadas ao *design* e desenvolvimento de produto e de *software* para serviços, atividades mais sofisticadas na cadeia – do processo produtivo transnacional. Este é um aspecto chave que possibilita a distribuição global e a inserção de novos países na cadeia eletrônica – apenas com a produção de R&D, *design* de produto ou componente-produto, ou desenvolvimento de *software* a ser embarcado no produto.

A indústria eletrônica global cresce a taxas acima dos índices de crescimento médio anual da indústria de transformação em geral, conforme mostra a Fig.1. Suas taxas na década 1996-2006 são comparáveis aos 6% a.a. da área farmacêutica e aeroespacial, acima da indústria química e siderúrgica. O valor bruto da produção da indústria eletrônica global é ainda inferior à do setor da produção de insumos energéticos extrativos, como petróleo e gás tomados conjuntamente. Segundo a consultoria Decision, a produção mundial de equipamentos eletrônicos – definidos como bens finais, excluindo a produção dos componentes eletrônicos – cresceu 7% de 1996 a 2006, quando atingiu a cifra de 1.163 bilhões de Euros. A Fig. 1 ilustra a relevância da referida expansão. No mesmo período, o PIB mundial cresceu cerca de 3% a.a., o que revela o caráter dinâmico e dinamizador da mudança tecnológica que caracteriza a indústria eletrônica e, dentro desta, em particular as indústrias de

bens de TIC. O cenário em 2008 e 2009 foi diferente, devido à crise econômica mundial: a queda no valor total da produção global de eletrônicos em 2008 foi de 5,6% com relação ao ano de 2007. Projeções são de um crescimento esperado no período 2008 a 2012, na média, bastante inferior à média histórica, com recuperação significativa em 2011 apenas.

Já os dados levantados pelo Yearbook da empresa Reed Electronics Research, na Tabela 1.1, indicaram crescimento médio da produção mundial de eletrônicos de 5,1% a.a., no período de 1992 a 2005. Como tendência de longuíssimo prazo, acima de quinze anos, a indústria eletrônica global pode sustentar os índices médios de 6% a 7% a.a., uma vez considerados nos intervalos mais longos do que a duração de um ou mais ciclos de expansão econômica mundial. O incremento da participação da produção brasileira neste setor, no longo prazo, é um objetivo estratégico para a política industrial e tecnológica do Brasil.

Fig. 1 - Crescimento da Produção de Equipamentos Eletrônicos vs. Outras Atividades Industriais

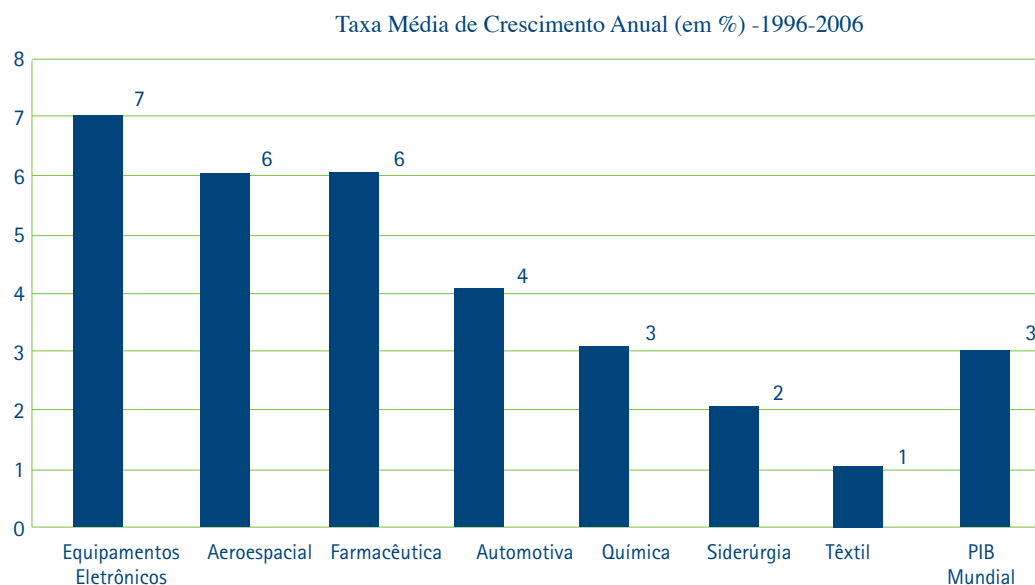


Tabela 1.1 - Produção de produtos eletrônicos (milhões de dólares, valores correntes), composição percentual e crescimento médio da produção. (1992 e 2005)

Região ou País	Produção de eletrônicos (US\$ mi) 1992	Produção de eletrônicos (US\$ mi) 2005	Participação na produção mundial de eletrônicos 1992 (%)	Participação na produção mundial de eletrônicos 2005 (%)	Cresc. médio anual 92/2005 (%)
Brasil ¹	12.527	27.957	1,9	2,3	6,4
NIE - recentemente industrializados ²	69.861	193.469	10,8	15,6	8,2
Quatro asiáticos ³	21.810	94.963	3,4	7,7	12,0
China	13.126	250.471	2,0	20,2	25,5
Leste da Ásia	104.797	538.903	16,2	43,5	13,4
Estados Unidos	173.609	221.360	26,9	17,9	1,9
União Europeia – 15 países	139.413	172.224	21,6	13,9	1,6
Japão	177.890	177.845	27,6	14,4	0,0
Outros países	37.442	100.605	5,8	8,1	7,9
Mercado mundial	645.678	1.238.894	100,0	100,0	5,1
Produção industrial mundial (US bi)	24.242,05	44.880,77			4,9

Fontes: dados do Brasil: ABINEE. Ver (SPI, 1997) e (ABINEE, 2009). Dados do exterior: Reed Electronics Research, Yearbook of World Electronic Data.

Notas: ¹ Brasil: Dados da ABINEE. Entre os segmentos considerados pela ABINEE, em 1992, foram selecionados para a Tabela 1.1 os de utilidades domésticas eletroeletrônicas, informática, telecomunicações, componentes elétricos e eletrônicos e automação industrial. Os segmentos de equipamentos industriais e geração, transmissão e distribuição de energia elétrica não foram incluídos na Tabela 1.1, pois são bens elétricos. Entre os segmentos não incluídos, em 2005, também está o de material elétrico de instalações.

² Estados recentemente industrializados (NIEs) são Hong Kong, Coreia do Sul, Singapura e Taiwan.

³ Os quatro asiáticos são Indonésia, Malásia, Filipinas e Tailândia.

A dinâmica global do investimento na indústria eletrônica conduziu a uma grande concentração da produção de equipamentos e de componentes eletrônicos em países do Leste da Ásia, a partir dos anos 1970 e de forma mais acelerada nos últimos quinze anos. Os dados das últimas duas décadas, mostrados na Tabela 1.1 e referentes à evolução global da indústria eletrônica de 1992 a 2005, e na Tabela 1.2 referente à evolução no período 2005 a 2008, comprovam que houve uma progressiva realocação espacial da produção de bens eletrônicos, dos países desenvolvidos para os países em desenvolvimento. A tendência é muito relevante e é tratada no capítulo 2 deste estudo, juntamente com as mudanças tecnológicas e de mercado mais relevantes para compreender a dinâmica de investimento nesta indústria eletrônica global. A evolução havida em certos agrupamentos selecionados de países, mostrada na Tabela 1.1, demonstra as tendências interregionais – globalmente e dentro da região asiática da borda do Oceano Pacífico – bem como situa em comparação a posição modesta da indústria eletrônica do Brasil, cerca de 2,3% da produção mundial de 2005. Neste patamar de participação, o Brasil ainda se situa entre os doze maiores países produtores de bens eletrônicos.

As tendências mais importantes verificadas na indústria eletrônica global e local nos últimos vinte anos foram:

- A produção no Brasil cresceu mais do que a média mundial no período 1992–2005, aumentando sua participação na produção mundial de eletrônicos para 2,3%. O crescimento da indústria eletrônica no Brasil ficou aquém do verificado nos países asiáticos de maior dinamismo considerados, exceto o Japão, no qual a produção manteve-se estagnada.
- A China, Coreia, Taiwan, Singapura e outros países, considerados coletivamente, lideraram o crescimento da produção, ultrapassando os países desenvolvidos. Em 2005 a China tornou-se o maior produtor mundial de eletrônicos, ultrapassando os EUA em valor bruto. O Japão sedia empresas líderes globais em diversos segmentos, mas não teve crescimento na produção eletrônica interna, no período de 1992 a 2005.
- Para os bens eletrônicos a China e países asiáticos se transformaram na "fábrica do mundo", em um processo exacerbado da distribuição internacional da cadeia produtiva de eletrônicos. Neste aspecto, ressaltou-se que as etapas iniciais e finais da cadeia (respectivamente projeto eletrônico de sistemas, projeto de componentes, no início da cadeia, e sua etapa comercial de *marketing* e distribuição no final) não se deslocaram tão significativamente, permanecendo a liderança de países desenvolvidos nestas etapas, como Japão, EUA e membros da União Europeia. Empresas chinesas e dos quatro asiáticos (Indonésia, Malásia, Filipinas e Tailândia, somadas na linha 3 da Tabela 1.1) não detêm ainda marcas eletrônicas globais com renome internacional equivalente, e ainda não têm liderança tecnológica em insumos, componentes e bens de capital essenciais para a fabricação dos eletrônicos. Mesmo assim, a inserção daqueles países de forma dinâmica na cadeia da eletrônica permitirá janelas para a especialização produtiva e eventualmente galgar posição de maior destaque nas etapas de design de produtos e, eventualmente, marcas globais.
- Os três países recentemente industrializados: Coreia, Taiwan e Singapura mais a singular cidade-autônoma chinesa Hong-Kong (NIE2 na Tabela 1.1), somados, ultrapassaram a produção no Japão e o valor da produção na União Europeia. Outros quatro asiáticos, i.e. Indonésia, Malásia, Filipinas e Tailândia, em conjunto, por sua vez equivalem atualmente à metade da produção eletrônica do Japão.

O expressivo deslocamento da produção para a China e para os outros países de industrialização recente e menos desenvolvidos se acentuou no triênio 2005–2008, conforme dados da Tabela 1.2. Neste período, a produção brasileira foi a que mais cresceu em dólar, entre os países considerados, devido ao impacto da valorização do real frente ao dólar no período. Entre 2005 e 2008, houve uma valorização cambial de 25% do Real, enquanto os preços dos produtos de informática, por exemplo, no exterior continuaram caindo em dólar devido a ganhos de escala e produtividade da indústria mundial, pautada por padrões globais de produção e de tecnologia de componentes eletrônicos. O país líder em manufatura eletrônica, a China, cresceu sua produção de eletrônicos à taxa média de 15,9% a.a. no período. Países tecnologicamente líderes na eletrônica, como Japão e Coreia do Sul, tiveram queda na produção de eletrônicos nos três anos recentes, divergindo da sua trajetória de sucesso dos anos 80 e 90 na eletrônica. A grande liderança tecnológica destes dois países em etapas importantes da cadeia, especialmente na produção de componentes sofisticados e de bens de eletrônica de consumo, permite que mantenham liderança, ainda que menor participação nas etapas manufatureiras dos bens finais da indústria eletrônica.

O deslocamento da produção das empresas coreanas e japonesas para países como a China, Malásia e Cingapura é um fato que aponta uma tendência de longo prazo, comandada pelas próprias líderes sediadas na Coreia, Japão e EUA. A Coreia do Sul é sede da segunda maior empresa de *chips* do mundo (Samsung) e o Japão é líder tecnológico em eletrônica de consumo, por exemplo, e empresas de ambos os países dominam amplamente o setor de mostradores LCD e plasma. Na eletrônica, liderança tecnológica não se traduz automaticamente em crescimento da produção física. Esta tende a se realocar sob sinalização do mercado consumidor, condição de logística, preço de mão-de-obra e incentivos fiscais de diversas naturezas para a parte fabril da cadeia, especialmente na fase de montagem intensiva em mão-de-obra.

O ano de 2007 precedeu o início da grande crise financeira internacional desencadeada em 2008, e ao final daquele ano iniciou o processo de recessão na economia dos EUA. Por isto os dados de 2007 para a produção industrial não foram afetados pela crise, que levou os demais países à recessão no 3º. Trimestre de 2008, com continuidade em 2009. A seguir são analisados os dados pré-crise 2008-2009.

Tabela 1.2 - Produção de eletrônicos pelos dez principais países produtores do mundo (US \$ milhões) Período 2005-2008¹

País	2005	2008	Taxa de crescimento médio anual (%)
China	265.641	413.114	15,9
Estados Unidos	267.943	282.376	1,8
Japão	191.569	184.137	-1,3
Coreia do Sul	97.641	94.355	-1,1
Alemanha	70.859	81.477	4,8
Malásia	49.516	63.383	8,6
Cingapura	50.175	52.500	1,5
Taiwan	41.331	51.171	7,4
México	34.980	46.995	10,3
Brasil	21.184	37.753	21,2

Fonte: (OECD, 2008a), com base em dados da empresa *Reed Electronics Research*.

No ano de 2007, o total da produção global de equipamentos eletrônicos chegou a 1.198 bilhões de Euros segundo estimativa da consultoria Decision.² Em 2008 o valor da produção sofreu 5,6% de decréscimo, para um total de 1.130 bilhões de Euros, segundo a mesma fonte. Os valores absolutos da produção mais difíceis de avaliar, em função dos aspectos tecnológicos, da transversalidade da eletrônica na cadeia de produtos dos demais segmentos industriais e das flutuações cambiais que afetam a aferição de uma indústria distribuída expressivamente em três continentes, ainda que concentrada em duas dezenas de países. A queda havida em 2008 e 2009 deve-se à crise internacional, iniciada em 2008 e prolongada em 2009.

A distribuição do montante produzido entre países ou grupos de economias evidencia a pujança do parque fabril da República Popular da China, que equivaleu a 26,8% e 26,0% dessa produção em 2007 e 2008, respectivamente, conforme ilustra a Fig.2. Na indústria eletrônica, como em outras, o status da China como "fábrica do mundo" não estará ameaçado por pelo menos quinze anos. Apesar de não possuir marcas importantes, na China têm sede empresas nacionais de peso, como a TCL, a maior fabricante de aparelhos de TV do globo, a SVA, significativa em produtos de áudio e vídeo, e o grupo Haiwei, além de sediar importantes linhas de produção OEM de grandes companhias do resto do mundo, incluindo inversões em semicondutores e mostradores de informação visual (*displays*), como os mostradores/ dispositivos de cristal líquido (LCD na sigla em inglês) e painéis de plasma (PDP – *plasma display panel*). A China faz-se presente na produção de *chips* semicondutores com quatro grandes fábricas de *wafers* semicondutores (fabricação de circuitos integrados), sendo a empresa SMIC (China Semiconductor Manufacturing) uma *foundry* emergente neste segmento, com faturamento acima de US\$ 1,3 bilhão por ano. Esta empresa enfrenta sistematicamente, desde sua criação há cerca de dez anos, problemas de lucratividade e cresceu com forte apoio estatal.

Ainda no conjunto Ásia-Pacífico, o Japão representou 13% e 15% dessa produção mundial em 2007 e 2008, respectivamente (Fig. 2). Algumas das mais destacadas empresas da eletroeletrônica são japonesas: Sony, Toshiba, Panasonic (Matsushita), Sanyo (recém-adquirida pela Panasonic), Sharp, Mitsubishi, Hitachi, NEC, Fujitsu, entre outras. Caracteriza

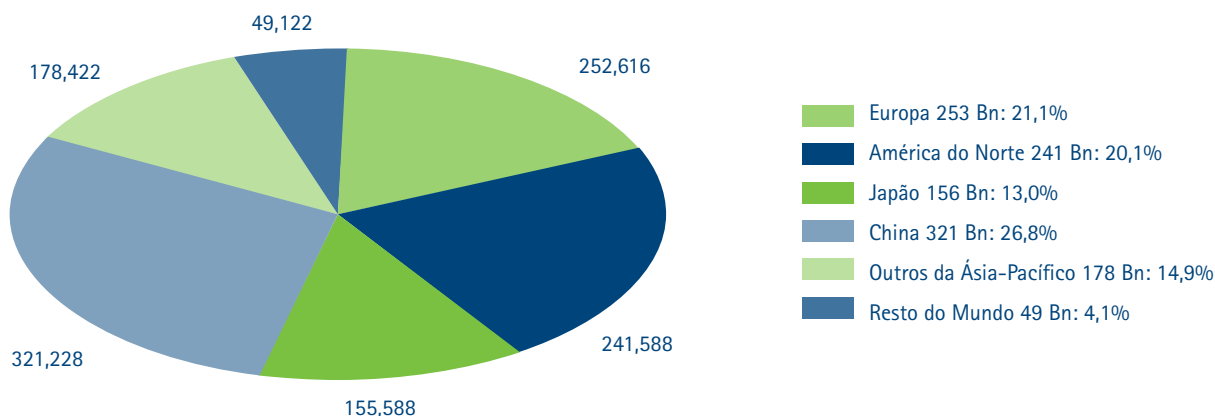
¹ Os dados do Brasil são obtidos mantendo a projeção média de 2007, para um valor da moeda dólar equivalente, sem o efeito da valorização de out-08 a dez-08.

² A Semiconductor Industry Association (SIA) dos Estados Unidos, a SEMI e a Henderson Ventures estimam um valor maior, US\$ 1,6 trilhão de dólares, para o mercado de equipamentos eletrônicos. As estimativas divergem devido às flutuações cambiais euro-dólar-yen e à complexa interrelação da eletrônica como parte integrante da fabricação de bens de outros setores como: automóveis, aviões, bens de capital, utilidades domésticas elétricas, etc. A fronteira técnica entre o bem elétrico e o bem eletrônico em alguns setores é intrincada e sua desagregação complexa.

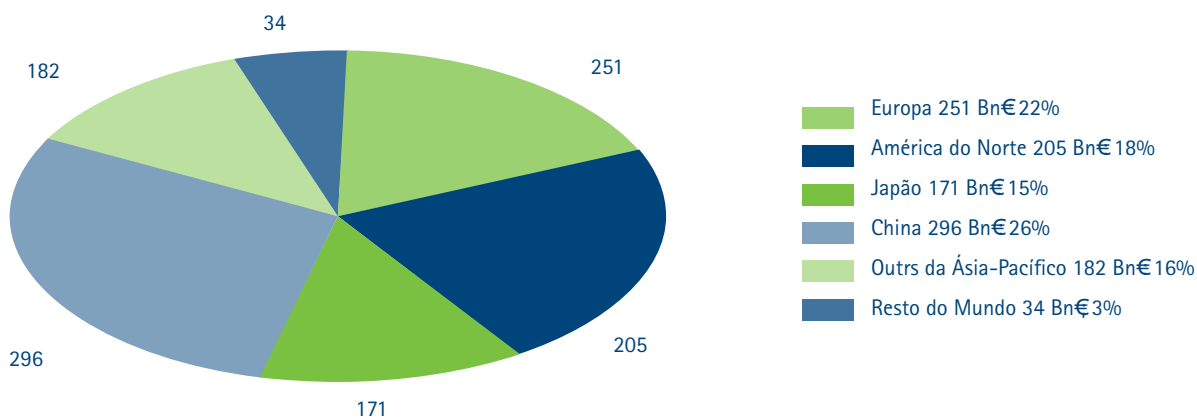
estas empresas a presença em diversas etapas da cadeia produtiva, incluindo componentes eletrônicos, bens de capital e industriais, e bens de eletrônica de consumo. A maior parte destas tem forte presença, inclusive como marca, na eletrônica de consumo, bem como detêm capacitações em um ou alguns componentes-chave do complexo eletrônico: Sharp em LCD (telas de cristal líquido ou seus componentes), Toshiba em semicondutores (*chips* digitais, ASSPs³ e memórias *flash*, compõe a 3ª. maior empresa mundial de CIs – circuitos integrados), Sanyo em baterias, etc. O restante da Ásia-Pacífico respondeu por 14,9% e 16% da produção global em 2007 e 2008, respectivamente. Desse percentual, porção expressiva se encontra nos Tigres Asiáticos, Cingapura, Coreia do Sul, Hong Kong e Taiwan e nos ASEAN-4, Filipinas, Indonésia, Malásia e Tailândia. No caso sul-coreano, destaque-se a força dos *chaebol* (grandes grupos econômicos com atividades extremamente diversificadas) Samsung e LG, atuantes em várias etapas da cadeia produtiva, além da presença do grupo Hyundai em semicondutores, mediante uma empresa especializada em *chips* para memória, a empresa Hynix subsidiária do *chaebol* Hyundai, também presente na indústria automotiva e naval. Há também empreendimentos taiwaneses de relevo como a HTC, em telecomunicações, mormente telefones celulares, Benq, em monitores de vídeo, Acer em informática e, principalmente, de fabricantes de *displays* – AUO, CMO, CPT Innolux Display, Hannstar. Além das economias citadas, cumpre destacar a recente "ofensiva" da Índia e do Vietnã na tentativa de atrair investimento estrangeiro direto (IED) na indústria eletrônica.

³ *Chips Application-Specific standard products*, que são integrados especificamente para aplicações específicas em sistemas eletrônicos. Exemplos são os chips para televisores, *drivers* de LCDs, *chips* para *modems*, para DVD, *set-top boxes* digitais, e *video-recorders*, câmeras de vídeo/fotos digitais, etc.

Fig. 2 - Produção mundial de bens eletrônicos. a) 2007 b) 2008.



Produção Mundial de Equipamentos Eletrônicos - 2007(Bilhões de Euros,%)



Fonte: Consultoria Decision.

A Europa e a América do Norte, por sua vez, participaram da produção mundial de bens eletrônicos em 2007 com 21,1% e 20,1%, respectivamente, e em 2008 com 22% e 18%, respectivamente. Especificamente a Europa Ocidental tem alguns *players* de relevo na eletrônica global, como a francesa Thomson em equipamentos de defesa, aviãoica e *broadcasting*, a holandesa Philips, na eletrônica de consumo, iluminação e em alguns componentes-chave, sem contar o segmento de áudio & vídeo de alta-fidelidade. Em segmentos específicos de semicondutores, a Europa tem a empresa franco-italiana STMicroelectronics entre as cinco maiores do mundo no segmento de circuitos integrados, com forte presença em eletrônica pessoal e de consumo. Esta empresa faz o desenvolvimento de SoCs (sistemas *on-chip*) para estes mercados. A segunda maior empresa europeia no setor de componentes é a empresa Infineon, *spin-off* da alemã Siemens. Por outro lado, o processo pós-1989 levou a uma crescente produção com estabelecimento de base fabril relevante no Leste Europeu, como parte de descentralização econômica que beneficiou a região, que tem mão-de-obra mais barata que no restante da Europa. Empresas de semicondutores europeias investiram em plantas de *wafers* na região da cidade de Dresden, na antiga Alemanha Oriental.

A América do Norte contribuiu com 20,1% da produção mundial em 2007, porém declinou para 18% no ano 2008, com a expressiva liderança dos Estados Unidos. A maior economia do mundo se destaca principalmente como berço de empreendimentos inovadores em eletrônica e informática, e sedia empresas com marcas globais em *hardware* e em *software* essenciais para a informática. Acresce que os EUA ainda contribuem com um parque industrial importante para a produção de bens de capital para a produção eletrônica. IBM, HP, Intel, Dell, Qualcomm, Motorola e Apple são alguns dos grandes conglomerados vinculados a segmentos específicos, mas não exclusivamente, da informática, telecomunicações e bens eletrônica de consumo. Estes mesmos grupos têm contribuído de forma expressiva para descentralizar ou terceirizar etapas de produção para fábricas no Leste asiático, não apenas na China. Algumas destas marcas têm conseguido ocupar mercado antes tomado pelas companhias asiáticas. Ressalte-se a presença de empresas de serviços de manufatura (EMS ou CEMs, *electronics manufacturing* ou *contract electronic manufacturers*) de capital estadunidense, que possuem fábricas na China, no Brasil e em diversos países, além de marcas pujantes no segmento de áudio & vídeo hi-fi. Na cadeia de produção, as americanas Corning e a DuPont, mediante sua divisão de materiais eletrônicos, exercem papel importante no suprimento de insumos essenciais para a fabricação de equipamentos eletrônicos. Por vezes, tais companhias são deixadas de lado por não serem *strictu sensu* empresas da eletrônica, ainda que participem da cadeia de suprimentos com materiais essenciais para o avanço dos componentes eletrônicos e opto-eletrônicos extremamente miniaturizados. O México também apresenta uma base produtiva relevante, focada nas etapas de montagem eletrônica, suprimindo justamente o mercado estadunidense principalmente com bens eletrônicos de consumo, concorrendo com a produção asiática.

Ao resto do mundo, no qual estão África, Meio-Oriente, Américas Central e do Sul e Caribe coube apenas 4,1% e 3% do total produzido de equipamentos eletrônicos no mundo, respectivamente em 2007 e 2008. O Brasil se destaca neste universo como país produtor de cerca de 2 a 2,3% do total, na décima posição no *ranking* da OECD para os produtores de eletrônicos (segundo a Tabela 1.2, na qual a fonte *Reed Electronics* assinala uma produção brasileira de US\$ 37.7 Bilhões em 2008). No plano global do complexo eletrônico o Brasil tem posição um pouco mais significativa como mercado consumidor, pela importação de componentes, peças e submontagens.

Apesar da importância e da expansão recente da indústria eletrônica em geral (equipamentos eletrônicos e componentes eletrônicos), determinados segmentos como o de áudio&vídeo, componentes e painéis de LCD ou de plasma para mostradores, monitores e aparelhos de TV, monitores de vídeo para computadores e mostradores para equipamentos diversos, bem como certos componentes semicondutores, entre outros, vêm enfrentando uma crescente redução em suas margens de lucratividade. Em segmentos como estes, a cadeia ágil de suprimentos (*chips* e componentes diversos), a escala de produção e a alta ocupação requerida da capacidade instalada são essenciais para manter os empreendimentos lucrativos mesmo em momentos de crescimento da demanda por bens finais. Portanto, é essencial que a dinâmica desta indústria seja compreendida na perspectiva de sua evolução para um período de quinze anos (2009 a 2022), considerando o movimento recente da economia global – recessão prolongada por quase dois anos no período 2008 e 2009 – e as tendências do investimento nesta indústria em escala global. Certamente a crise financeira em curso em 2008 e 2009 impôs desafios adicionais: a empresa de consultoria Decision previa em Outubro de 2008 uma expansão anual média de 6,5% para a indústria eletrônica global no período 2007-2012, que foi revista para baixo já no primeiro Trimestre de 2009. Projeções mais recentes demonstram que a indústria eletrônica global deve experimentar contração de 13 a 15% em 2009, com recuperação apenas em 2011 dos patamares de produção de 2007 ou 2008 na indústria eletrônica como um todo. Esta mesma projeção prevê a expansão de 3,7% em 2010. Assim, no período de 2007 a 2012 o crescimento médio da eletrônica global tenderia a ficar entre 1% a 2% a.a, considerada a recuperação de taxas positivas no período 2010 a 2012.

Essa menor taxa média de crescimento decorreria do declínio na produção mundial em 2009, que varia de setor a setor dentro da indústria eletrônica. No segmento de computadores, a retração em 2009 esperada é de 13 a 18%, em valor, ainda que o número de unidades tenha queda de 2% apenas. A retração em eletrônica embarcada veicular é mais expressiva ainda em 2009. A confiança do consumidor reduziu a demanda por outros bens duráveis mais do que por bens de eletrônica de consumo, e este movimento se reflete de maneira conjunta nas projeções do segmento de componentes que suprem todos os segmentos acima. O indicador mais confiável é de que no segmento de *chips* semicondutores, a produção estimada em 2009 apresentará queda de cerca de 18 a 20% sobre a produção em 2008, até mesmo 24% na projeção de alguns analistas. Estas projeções da In-Stat e i-Supply indicam o efeito sobre a indústria de componentes da retração da demanda de eletrônicos (bens finais) e de outros como automotores, aviões, máquinas e equipamentos.

As projeções de médio prazo para a indústria eletrônica, portanto, são extremamente fragilizadas pelas incertezas macroeconômicas globais no período 2009 e 2010. É certo que o Brasil e a China poderão sair-se melhor da crise, pelo mercado interno expressivo, pela crise de crédito menos severa internamente e menor queda no crescimento em 2009, comparados aos países centrais.

Considerando a evolução mais provável para a produção global de equipamentos eletrônicos, a empresa Decision descreve que os paradigmas em transformação tendem a propiciar uma reestruturação setorial na qual a busca por **agilidade estratégica** por parte dos atores deve ser a tônica. Consequentemente essas mudanças conduzem a efeitos diversos no comportamento das firmas, descrita como *"da prosperidade sem lucro à criação de valor"*. Esta realidade de prosperidade sem lucro foi verificada em diversos setores da indústria eletrônica mundial, como a de fabricação de chips de memória, de montagem automatizada de placas, com margens reduzidas ou negativas de lucro, mesmo em anos de expansão da demanda e de crescimento mundial. A descrição do movimento de prosperidade com margens baixas, para uma imperiosa necessidade de agregar e criar valor em novos bens, faz alusão então à necessidade de investir em inovação e *design* de produtos eletrônicos, independentemente do local onde possam ser produzidos mais competitivamente. A máxima faz provável alusão ao incremento de volume produzido de equipamentos eletrônicos, mas não necessariamente acompanhado por margens de lucro maiores – um exemplo que ocorre na crescente expansão da produção de mostradores de cristais líquidos com tecnologia TFT-LCD.

Nos componentes-chave de demanda crescente e assegurada (como mostradores LCD, memórias não-voláteis *flash*, memórias RAM, etc.) verifica-se, como é praxe no setor, a contínua erosão de preços com o tempo, o que foi agravado com a queda na demanda mundial em 2008 e 2009. O setor, portanto, poderá retomar os investimentos globais de forma mais vigorosa apenas em 2010, e com mais força em 2011. Com isto, as possibilidades de investimentos expressivos em capital fixo na indústria eletrônica no Brasil no médio prazo, até 2011, são mínimas. Não há sinais de mudança no padrão de inserção do Brasil no mapa global de investimentos, exceto pela provável expansão das atividades de *back-end* para circuitos integrados. Nestas empresas, investimentos de US\$ 15 a 30 milhões são esperados em plantas para fazer o encapsulamento e teste de *chips* no Brasil, sendo importados os *wafers* que contêm os *chips* processados.

1.2. O Complexo Industrial Eletroeletrônico no Brasil

O faturamento do setor eletroeletrônico no Brasil correspondeu a apenas 4,2% a 4,4% do PIB, no período de 2004 a 2008, conforme evolução mostrada na Tabela 1.3 (ABINEE, 2009a), segundo dados do Departamento de Economia da Associação Brasileira da Indústria Eletroeletrônica (ABINEE). A produção da indústria eletroeletrônica no Brasil e as importações são essencialmente para atendimento da demanda interna, fazendo com que a produção doméstica do setor tenha permanecido estagnada como percentual do PIB nacional, mesmo durante o ciclo de expansão econômica mundial ocorrido no período 2003 a 2008, no qual o Brasil cresceu a taxas acima da média dos últimos vinte anos. Dada a penetração crescente de importações de eletrônicos, o consumo aparente de bens eletroeletrônicos (representando a produção doméstica, acrescida das importações e deduzidas as exportações) ascendeu a cerca de 5,3% do PIB em 2008 (ABINEE, 2009b). Estes dados referem-se à produção e ao consumo tanto de bens elétricos de capital (como equipamentos de geração, transmissão, distribuição de energia elétrica, e equipamentos elétricos industriais), quanto de eletrônicos de TIC, de consumo (eletrônica de entretenimento e utilidades domésticas), de outros bens eletrônicos e de seus componentes – sejam elétricos ou eletrônicos.

No Brasil a indústria eletroeletrônica cresceu 10% no ano de 2008, comparado a 2007, atingindo o faturamento anual R\$ 123,1 bilhões (US\$ 67 bilhões em média), segundo dados da ABINEE.⁴ Como o setor é fortemente deficitário na balança comercial, a valorização do real no período 2003 a 2008 afetou a indústria no sentido do barateamento dos seus insumos – componentes eletrônicos e submontagens basicamente – e também ao propiciar penetração crescente de bens finais importados. Mais recentemente, segundo a mesma Associação ABINEE, o segmento verificou, como decorrência desta posição importadora, uma deflação dos preços médios dos bens finais, que chegou a 1,3% no setor em 2008 comparado ao ano anterior. Considerando esta deflação setorial, o crescimento anual do faturamento real atingiria 11,5% em 2008. Aquele foi o ano do início de forte retração industrial no Brasil, a partir de outubro de 2008 e levou a economia local a atingir o patamar mínimo da crise durante o 2º. Trimestre de 2009, segundo projeções preliminares para o ano de 2009. No pico da produção do setor em setembro de 2008, a indústria eletroeletrônica empregou cerca de 166.000 trabalhadores formais, recuando a 162.000 no final do exercício (dados 2008, Tabela 1.3) (ABINEE, 2009a). Os dados da PIA indicavam que cerca de 258.000 empregos formais existiam no Brasil já no ano de 2006 no complexo eletrônico “ampliado”, ou no sistema produtivo da indústria eletrônica, tal como definido neste estudo *Perspectivas de Investimento no Brasil*, i.e., ao adicionar-se aos empregos na indústria (142.900 em 2006) mais 115.000 nos setores de manutenção dos equipamentos de informática, de telecomunicações, de automação e noutros setores correlatos àquela indústria.

⁴ Panorama econômico e Desempenho Setorial, ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, Departamento de Economia – DECON, 2009, em <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>, consultado em 15/03/2009.

⁵ Idem, opus cit.

Tabela 1.3 - Indicadores Gerais Setoriais da Indústria Eletroeletrônica no Brasil. Evolução no período 2001-2008⁵

Indicadores	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Faturamento (R\$ bilhões)	58,2	56,4	63,9	81,6	92,8	104,1	111,7	123,1
Faturamento (US\$ bilhões)	24,7	19,3	20,8	27,9	38,1	47,8	57,3	67,0
Investimento em Ativo Fixo (porcentagem sobre faturamento)	4%	3%	3%	3%	3%	3%	3%	4%
Número de empregados(US\$ mil)	131,2	123,3	122,6	132,9	133,1	142,9	156,1	161,9
Exportações	4.732	4.415	4.711	5.344	7.767	9.249	9.300	9.891
Importações	13.482	10.294	10,048	12.667	15.135	19.705	24.053	32.033
Saldo da Balança Comercial (US\$ bilhões)	(8.757)	(5.879)	(5,277)	(7.323)	(7.368)	(10.456)	(14.753)	(22.142)
Fluxo de Comércio (US\$ bilhões)	18.220	14.710	14.819	18.011	22.902	28.954	33,353	41,924
Faturamento/Empregado (US\$ mil)	188,5	156,2	169,9	209,9	286,6	334,4	367,3	413,7
Exportações/Faturamento(%)	19,2	22,9	22,9	19,2	20,4	19,3	16,2	14,8
Exportações/Total Exportações do país (%)	8,1	7,3	6,5	5,5	6,6	6,7	5,8	5,0
Importações/Total Importações do país (%)	24,3	21,8	20,8	20,2	20,6	21,6	19,9	18,5
Faturamento/PIB(%)	4,5	3,8	3,8	4,2	4,3	4,4	4,3	4,2

Como decorrência da estrutura produtiva fortemente assentada em montagem de bens eletrônicos para uso final no país, combinada à escassa produção de bens intermediários e componentes eletrônicos essenciais localmente, o segmento de eletroeletrônica no Brasil atingiu a marca de US\$ 32,0 bilhões em importações em 2008, o que representou aproximadamente 18,5% do total anual das importações brasileiras daquele ano. No período de 2002 a 2008 os produtos eletrônicos equivaleram a 18,5% até 21,8%, dependendo do ano, do valor total das importações anuais do Brasil registradas na SECEX/Siscomex. Esta é uma característica estrutural da indústria eletrônica brasileira, que depende fortemente da importação de componentes eletrônicos. As tendências tecnológicas com respeito aos componentes têm um impacto direto na dinâmica de mercado dos produtos de eletrônica de ponta, notadamente em informática, telecomunicações e eletrônica de consumo, o que será tratado no capítulo 6 (componentes eletrônicos) deste estudo.

A indústria eletroeletrônica realiza parte das importações acima registradas, enquanto outros setores usuários o fazem também, tais como as operadoras de telecomunicações, as indústrias de autopeças, de bens de capital, aeroespacial, distribuidoras ao varejo e usuários finais. É esperado que este patamar percentual das importações (18-22% da pauta brasileira) se mantenha, mesmo com a retração das importações e exportações do país em 2009, em função da crise mundial e da valorização do dólar médio de 2009 em relação a 2008. Justamente pela dependência estrutural do setor neste aspecto, prevê-se que o valor total das importações de eletrônicos retome sua trajetória de ascensão com a retomada econômica nos anos 2010. Os dados da Tabela 1.4 indicam a evolução do valor das importações. É importante destacar que 2001 e 2008, tomados individualmente, são exatamente os anos que marcam picos da expansão de investimentos e também anos em que se verificou valorização expressiva da moeda Real. Em 2001 houve o auge das importações de bens de telecomunicação para expansão da infraestrutura de telefonia, e 2008 marcou o final de um ciclo de cinco anos de expansão da economia brasileira a taxas médias próximas de 4 % a.a. Nos quais a expansão das importações de eletrônicos foi natural resposta ao aumento da demanda doméstica e à desvalorização do dólar.

Considerando a evolução no período 2008/2001, as importações brasileiras por segmento da eletroeletrônica, apresentaram o seguinte crescimento, medido em dólares correntes, conforme a Tabela 1.4:

Tabela 1.4 - Evolução das Importações de Produtos Eletroeletrônicos por área. 2001-2008 ⁶ (Em US\$ milhões)

Áreas	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Automação Industrial	965,8	776,1	707,8	870,4	828,8	1.325,6	1.757,4	2.275,8
Componentes Elétricos e Eletrônicos	6.228,8	5.213,1	5.734,6	7.825,8	9.617,2	11.909,8	13.647,9	17.824,0
Equipamentos Industriais	1.580,3	1.795,4	1.287,1	894,7	949,9	1.518,5	1.892,1	2.805,8
Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica	337,5	279,0	221,1	224,3	223,0	310,2	388,3	498,1
Informática	1.042,7	736,9	656,8	778,1	1.017,5	1.399,7	1.883,3	2.242,3
Material Elétrico e Instalação	593,4	436,9	449,4	585,6	569,7	651,6	755,6	1.043,9
Telecomunicações	2.340,1	707,1	605,0	923,7	1.093,5	1.234,5	2.202,9	3.202,7
Utilidades Domésticas	400,0	350,0	386,0	564,7	835,5	1.354,9	1.707,5	2.140,1
Total	13.488,7	10.294,4	10.047,9	12.667,3	15.135,0	19.704,9	24.053,0	32.032,9

- Utilidades domésticas (inclusive autorrádios): 435%
- Componentes elétricos e eletrônicos : 186%
- Automação industrial e instrumentos de medição e eletro-médicos: 136 %
- Bens de informática em geral : 115 %
- Equipamentos de telecomunicações: 37%
- Bens elétricos de capital: Equipamentos industriais e GTD ⁷: 72,2%

Para comparação, no mesmo período acima (2008/2001), as exportações de bens de informática, automação e equipamentos de telecomunicações, somados, evoluíram cerca de 90%, do patamar de US\$ 1,67 bilhão para US\$ 3,17 bilhões, fortemente dependentes de um só tipo de produto montado em larga escala no Brasil (os aparelhos móveis celulares) para atender tanto o mercado brasileiro quanto o global. Estas categorias de produtos exportados do Brasil têm marca e cadeia globais, haja vista que: a) são montados por empresas CEM (*contract electronic manufacturers*) globais que operam no país com plantas de classe mundial e b) são projetados pelas empresas de TIC líderes, incorporam o *software* básico também do exterior (plataformas-padrão caracterizam esta indústria de TIC), e são apenas montadas nas fábricas CEM com componentes importados.

⁶ Fonte: Dados do Min. de Indústria e Comércio do Brasil, MDIC/Secex, elaboração da ABI-NEE-DECON. (ABINEE, 2009a).

⁷ GTD são equipamentos elétricos para geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. O valor adicionado pela eletrônica nestes equipamentos é parcela modesta, em valor, ainda que significativa em termos tecnológicos.

O consumo interno aparente de bens eletrônicos de TIC, entretenimento (linha marrom) e de utilidades domésticas equivaleu a aproximadamente 2,8% do PIB em 2008. Já o setor elétrico foi de cerca 1,3% e o de componentes foi equivalente a 1,2% do PIB (ABINEE, 2009b). A dependência da indústria brasileira da importação de componentes eletrônicos é grande e estrutural, ao considerarmos o total das importações de eletrônicos (excluídas as importações de bens de capital, GTD elétricos e material elétrico de instalações), que ascendeu em 2008 a US\$ 27,68 bilhões.

O grande desafio para a política industrial brasileira é o de expandir sua base industrial em bens de TIC. Os investimentos e a capacitação tecnológica requeridos para aquela expansão são sopesados como alternativas de maior risco para competir com as importações. A dependência estrutural e a forte competição das importações com a indústria eletrônica interna podem ser demonstradas pelos seguintes indicadores da indústria eletrônica no Brasil:

i) Indicadores qualitativos da importação. Do total de importações de bens eletrônicos finais e de componentes eletrônicos (US\$27,68 bilhões), em 2008:

i.1) 64% correspondem aos componentes elétricos e eletrônicos (US\$ 17,82 bilhões).

i.2) 36,6%, ou US\$ 10,12 bilhões, foram importações de componentes eletrônicos em forma de submontados, para a montagem final de bens de informática e/ou telecomunicações, ou para a montagem de veículos, aeronaves e equipamentos industriais. Nesses componentes submontados estão agregados necessariamente os circuitos integrados, junto a outros componentes eletrônicos. Com a tendência à convergência dos serviços de informação e telecomunicações, os componentes eletrônicos básicos que são montados dentro dos computadores, dos dispositivos pessoais tipo PDAs, e de receptores móveis de vídeo e áudio, são muito similares, se não os mesmos como no caso dos componentes (chips) de memórias RAM e flash. A saber: circuitos integrados, mostradores de LCD, componentes passivos, componentes híbridos e optoeletrônicos, placas eletrônicas, discos magnéticos, etc. Com a tendência de inclusão de TICs em equipamentos industriais, veículos automotores, aeronaves e uma vasta gama de produtos, os componentes submontados crescem em importância e valor agregado na composição do bem final.

i.3) 14,6%, ou US\$ 4,04 bilhões foram importações de componentes semicondutores (circuitos integrados, diodos e transistores discretos) não montados em placas, apenas encapsulados. Estes componentes são insumos para a montagem, seja dos bens eletrônicos finais, seja dos módulos eletrônicos considerados submontagens⁸ para os bens aos quais se agregam em etapa posterior da cadeia. A inexistência de investimentos no segmento de semicondutores no Brasil nos últimos 20 anos vai ampliar a seguinte tendência: a indústria eletrônica local tenderá a incrementar a importação de submontados, como mencionados em i.2), mais rapidamente e em volumes maiores que a importação de componentes semicondutores encapsulados na forma de chips individuais (i.e., ainda não montados em placas).

ii) Natureza montadora de importantes segmentos de bens finais. Nas duas últimas décadas as indústrias eletrônicas do tipo montadoras de equipamentos têm crescido no Brasil de modo mais expressivo que as indústrias "criadoras" de bens, pois são amparadas pelo modelo de incentivos fiscais da Lei de Informática (e legislação e regulamentação correlatas) que exige apenas o processo produtivo básico (PPB) de montagem de componentes em placas para isenções ou redução de 90% de IPI na venda de bens de informática, automação e de telecomunicações. Além do requisito legal de comprovação de investimento em P&D pela empresa fabricante do bem de TIC incentivado por tal redução. Considerando a alta automatização do processo de montagem em placas, faz-se necessário reestruturar as exigências da Lei de Informática por setor da cadeia, o que é tratado no capítulo de recomendação de políticas setoriais.

⁸ Exemplo de submontagens são os módulos completos de eletrônica veicular embarcada, que são componentes eletrônicos ou autopeças para a indústria automobilística, e que incorporam circuitos integrados, sensores e em certas submontagens inclusive o *software* embarcado e dedicado no módulo. O submontado é constituído por outros componentes: o componente disco rígido (HD), por exemplo, é uma submontagem complexa, contém um chip ASSP, memórias e chip processador de grande complexidade. Ainda assim, classifica-se o HD genericamente como "componente" e insumo para a indústria produtora no final da cadeia.

iii) Dependência forte na taxa de câmbio e desestímulo à produção local. A dependência estrutural do país em componentes eletrônicos ou submontagens importados e a importância destes na composição de preços e na agregação de valor, causaram também a queda em 2008 no faturamento das áreas de Componentes Elétricos e Eletrônicos (-6%) e de Utilidades Domésticas (-7%). Exatamente no mesmo ano em que os setores com taxas positivas de crescimento no Brasil foram os das áreas de Telecomunicações (23%) e Equipamentos Industriais (18%), seguidos dos segmentos de Geração, Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica (GTD) (12%), bens de informática (12%), Automação Industrial (11%), e Material Elétrico de Instalação (9%). Os dois setores citados acima (componentes e utilidades) tiveram crescimento real nulo ou negativo no último triênio no Brasil, o que decorre das deficiências estruturais do setor no país e do baixíssimo investimento nestes segmentos que, de resto, são bastante expostos à competição global.

A indústria eletrônica brasileira na sua atual estrutura está exposta a tendências que, no longo prazo e na ausência de políticas setoriais eficazes e continuadas por décadas, levarão à penetração de importados a se deslocar mais ainda para a compra no exterior de bens finais e submontagens. As balanças tecnológica e comercial podem apresentar trajetória mais virtuosa se adotadas, desde já, medidas fortes de política econômica setorial consistentes com o objetivo de internacionalização no setor de TIC – o que significaria o crescimento das importações e das exportações a taxas similares, robustecendo o setor. No passado recente, as exportações brasileiras de eletrônicos evoluíram de modo modesto no geral, impulsionadas mais por uma pauta restrita dos celulares e da eletrônica veicular embarcada (1º. e 2º. itens da pauta de exportação de eletrônicos, respectivamente), segundo a estratégia das poucas empresas que atuam no país seja como montadoras de celulares, seja como montadoras de módulos eletrônicos para veículos das marcas líderes do complexo automotivo.

A queda no consumo e na produção de eletroeletrônicos havida em 2009 levou à diminuição do total do déficit da balança comercial neste ano. No período janeiro-julho de 2009, de retração do PIB doméstico e mundial, o total de exportações de eletroeletrônicos foi de US\$ 4,11 bilhões, um decréscimo de 28% sobre o valor de US\$ 5,74 bilhões do mesmo período de 2008. As importações de eletroeletrônicos, por seu turno, tiveram em 2009 um percentual de decréscimo similar nos primeiros sete meses, para US\$ 12,66 bilhões, redução de 31% sobre o período correspondente em 2008 (ABINEE, 2009c). Assim, o déficit comercial em 2009 poderá cair mais de 25% em relação ao pico de 2008, porém a deficiência estrutural da indústria eletrônica brasileira é tal que, passada a conjuntura de dois trimestres recessivos, a tendência à penetração maior de bens finais importados voltará a se manifestar, face ao fraco investimento na produção interna e à tendência de valorização da moeda Real.

1.3. A Indústria Eletrônica no Brasil

Os quatro subsistemas da indústria eletrônica considerados neste estudo responderam em 2005, pelos dados da pesquisa industrial do IBGE (PIA 2005), por cerca de 4,81% da receita líquida total de vendas (RLV) da indústria brasileira. Os quatro subsistemas estão identificados nas Tabelas 1.5 e 1.6 e compreendem:

- a) Componentes eletrônicos, semicondutores, material eletrônico básico;
- b) Eletrônica de consumo
- c) Bens de informática e automação
- d) Bens de telecomunicações

A indústria eletrônica no Brasil representou R\$ 62,1 bilhões de RLV segundo a amostragem "Pesquisa Industrial Anual" (PIA do IBGE) de 2005 (PIA, 2005) dos setores referidos na Tabela 1.5, comparados ao total amostrado pela ABINEE de R\$ 92 bilhões de faturamento bruto em 2005, neste último caso considerando a produção de elétricos e eletrônicos combinados. O sistema industrial definido no marco-referência deste estudo como indústria eletrônica, segundo (PIA, 2005) abrangia 1.708 estabelecimentos, com cerca de 209.000 empregados diretos formalizados. A média de aproximadamente 122 empregados por estabelecimento industrial e a incidência de emprego de nível superior nos estabelecimentos (3.810 empregados de nível superior, segundo a PINTEC de 2006) indicam a intensividade técnica do sistema eletrônico, caracterizado também por manufatura eficiente e automatizada, via de regra terceirizada para empresas de CEM (manufatura eletrônica sob contrato) de alta produtividade.

Tabela 1.5 - Classes de atividade da classificação CNAE 1.0 consideradas nos subsistemas que compõem a INDÚSTRIA ELETRÔNICA no Brasil

CLASSE CNAE	DENOMINAÇÃO DA ATIVIDADE	SUBSISTEMA	FONTE
32.10-7	Fabricação de material eletrônico básico	Microeletrônica, semicondutores, componentes	PIA
29.25-4	Fabricação de aparelhos de ar-condicionado	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
29.81-5	Fabricação de fogões, refrigeradores e máquinas de lavar e secar	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
29.89-0	Fabricação de outros aparelhos eletrodomésticos	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
30.11-2	Máquinas de escrever e calcular, copiadoras e equipamentos não-eletrônicos	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
31.41-0	Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos - exceto para veículos	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
31.51-8	Fabricação de lâmpadas	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
31.52-6	Fabricação de luminárias e equipamentos de iluminação - exceto para veículos	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
32.30-1	Aparelhos de rádio e televisão e de gravação ou amplificação de som e vídeo	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
33.50-2	Fabricação de cronômetros e relógios	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
32.21-2	Transmissores de rádio e televisão e equipamentos para estações telefônicas,	Equipamentos de telecomunicações e seus softwares	PIA
32.22-0	Aparelhos telefônicos, sistemas de intercomunicação e semelhantes	Equipamentos de telecomunicações e seus softwares	PIA
32.90-5	Manutenção e reparação de aparelhos e equipamentos de telefonia	Equipamentos de telecomunicações e seus softwares	PIA
30.12-0	Máquinas de escrever e calcular, copiadoras e outros equipamentos eletrônicos	Informática e automação	PIA
31.92-5	Fabricação de aparelhos e utensílios para sinalização e alarme	Informática e automação	PIA
31.99-2	Fabricação de outros aparelhos ou equipamentos elétricos	Informática e automação	PIA
33.30-8	Equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados à automação industrial	Informática e automação	PIA
33.93-6	Manutenção de equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados à automação	Informática e automação	PIA
72.50-8	Manutenção e reparação de máquinas de escritório e de informática	Informática e automação	PAS
30.21-0	Fabricação de computadores	Informática e automação	PIA
30.22-8	Fabricação de equipamentos periféricos para máquinas eletrônicas	Informática e automação	PIA
72.10-9	Consultoria em hardware	Informática e automação	PAS

No ano de 2008 a indústria eletrônica obteve faturamento que representou 2,9% do PIB (ABINEE, 2009a), segundo a metodologia de amostragem e definições setoriais próprias adotadas pela ABINEE, que inclui a eletrônica embarcada em veículos no valor total da produção e das importações. Nesta mesma metodologia pode-se estimar que a indústria eletrônica no Brasil responde por 67% do faturamento do complexo eletroeletrônico no Brasil, já que daquela estão excluídos os setores de equipamentos de geração, transmissão, distribuição de energia elétrica, equipamentos elétricos industriais e material elétrico de instalação.

A indústria eletrônica no Brasil cresceu expressivamente no período 2005 a 2008, conforme anteriormente indicado (Tabela 1.2), porém de forma desigual entre os seus subsistemas, com destaque negativo para a produção de material eletrônico básico (componentes eletrônicos em geral). Mesmo assim, a indústria eletrônica brasileira apenas acompanhou o desempenho do PIB, mantendo no mesmo patamar sua participação neste, pelos dados da ABINEE da Tabela 1.3. O crescimento médio anual por setor da indústria eletroeletrônica, em moeda Real não deflacionada (ABINEE, 2009a), foi bastante díspar:

Componentes elétricos e eletrônicos: 3,16% a.a.	(média trienal 2006-2008)
Bens de informática e de automação industrial : 13,1% a.a.	(idem 2006-2008)
Bens de telecomunicações: 9,41% a.a.	(idem 2006-2008)

Portanto, o comportamento normalmente cadente dos índices nominais e reais de preços dos bens eletrônicos (TVs, celulares, computadores, utilidades, etc.) têm taxas de erosão de preços monotônicas, o que força a introdução constante de *designs* e funcionalidades diferenciados, combinado com a queda de preço dos insumos importados, provocaram em diversos segmentos da eletrônica, mesmo no período de recente de crescimento da demanda interna, nenhum crescimento do faturamento bruto em termos reais. Verificou-se no último triênio (2006-2008) que não houve crescimento em termos reais do valor da produção interna nos subsistemas: i) de componentes (3,16% a.a. de crescimento nominal) e ii) de utilidades domésticas (queda real de mais de 15% no período) – ambos afetados pela expansão das importações. Estas cresceram 156% no triênio acima no setor de utilidades domésticas, e 85% no setor de componentes eletroeletrônicos (Tabela 1.4, variação em dólar).

Características essenciais da indústria eletrônica no Brasil:

A análise da situação da indústria e de seus indicadores no Brasil demonstra características essenciais e diversas limitações significativas da indústria eletrônica aqui instalada, que atualmente são:

- a) **Indústria essencialmente "seguidora" dos produtos mundiais, sem pioneirismo e valendo-se de um mercado aberto, sujeito a padrões internacionais de fato e à padronização técnica em setores chaves (como telecomunicações e informática) e ávido pelos produtos mundiais das marcas líderes.**
- b) **Produção dedicada quase exclusivamente a atender ao mercado doméstico, com baixo coeficiente de exportação.** Há exceções a esta regra em poucos produtos eletrônicos, já mencionados: i) aparelhos celulares, ii) submontagens de eletrônica para veículos (aqui considerados autopeças e tratados no subsistema da indústria automotiva) e iii) motocompressores herméticos para utilidades domésticas ou industriais, dos quais os produtos fabricados no Brasil têm significativa exportação. Acima de US\$ 2,2 bilhões em celulares, mais de US\$ 700 milhões em eletrônica embarcada, e acima de US\$ 640 milhões em motocompressores exportados, por ano (dados típicos de 2007 e 2008).
- c) **Produção de bens eletrônicos finais, sem agregação de valor no Brasil em seu design eletrônico, sem componentes locais, sem diferenciação por marca própria local – traduzida por operações de montagem eletrônica para atender apenas ao mercado interno, fabricando produtos que seguem, defasados no tempo, a introdução no mercado internacional.**
- d) **Inexistência de marcas nacionais expressivas em segmentos de bens de massa em TIC, com baixa taxa de inovação local em produtos e processos.**
- e) **Baixíssimo conteúdo nacional em componentes eletrônicos de maior valor agregado que são essenciais para a funcionalidade completa do bem final (tais como processadores, microcontroladores, memórias, discos magnéticos submontados, lasers, diodos LED, mostradores não-convencionais tipo LCD, placas não montadas de mais de cinco camadas, etc.). Os componentes passivos (como cabos para telecomunicação, cabos para distribuição de energia elétrica, fios, fibras ópticas, conectores) têm produção nacional, agregam insumos básicos (cobre extrudado, alumínio, plásticos, resinas etc.) e são até exportados, mas se assemelham ao denominado "material elétrico de instalação" – são "borderline" no complexo eletrônico, ainda que indispensáveis para a infraestrutura de distribuição de energia ou de telecomunicações óticas ou metálicas.**

Os dados recentes da indústria eletrônica no Brasil demonstram que a deflação nos preços dos componentes importados, decorrente da valorização da moeda Real no período 2004 a 2008, aliada às tendências internacionais de preços destes componentes, levou a uma retração no segmento de componentes e um maior coeficiente de penetração das importações no setor, com benefícios para os preços dos bens finais que chegam ao consumidor, como computadores, monitores, celulares, utilidades domésticas (linha branca) e equipamentos de eletrônica de consumo (áudio e vídeo, áudio automotivo, etc). Assim, o crescimento quantitativo na produção interna de computadores e celulares, favorecido pelos programas

"Computador para Todos", Lei do Bem, etc., se explica também pelos elos para trás da cadeia, que tiveram margens de preço reduzidas. Portanto, a deflação de preços para computadores foi decorrência da grande dependência externa de insumos da indústria eletrônica de bens finais, combinada com a característica normal de queda do preço real dos bens de eletrônica de consumo em massa.

Definição referencial da indústria eletrônica brasileira neste estudo

A indústria eletrônica brasileira, para efeitos deste estudo, é constituída pelos setores (ou subsistemas) abaixo citados, agrupados pelas classificações de atividades econômicas (CNAE) que constam na Tabela 1.5, produtores de:

- Bens de informática e automação comercial e industrial, constantes da fabricação de computadores, copiadoras, *hardware* de automação, e também o setor de manutenção de *hardware*.
- Equipamentos de telecomunicação e radiodifusão para a infraestrutura e para dispositivos comunicadores pessoais, constantes das classificações 32.21-2 e 32.22-0, e o setor de manutenção de equipamentos de telecomunicações da classificação 32.90-5.
- Bens de eletrônica de consumo e de utilidades domésticas, inclusive ar-condicionado.
- Componentes eletrônicos (submontagens, semicondutores, passivos e outros), classificados como material eletrônico básico (32.10-7) na CNAE1.0.

Exclusões e inclusões de empresas no quadro referencial da indústria eletrônica utilizadas neste estudo

Portanto, fica caracterizado o sistema indústria eletrônica como um subconjunto, claramente definido na Tabela 1.5 para fins deste estudo, do complexo eletroeletrônico brasileiro. Aquele subconjunto exclui a parte não manufatureira do complexo de tecnologias de informação e comunicação (TIC – especificamente as "indústrias" de tecnologias de informação e serviços relativos ao software) e obviamente o setor de serviços de telecomunicações. Mas inclui as empresas de serviços de manutenção de máquinas e equipamentos de computação, telecomunicações e radiodifusão, por exemplo. No valor adicionado aos produtos de TIC que integram a indústria eletrônica encontra-se comumente o *software* definido como "embarcado" ou incorporado na funcionalidade do bem final. Portanto esta classe de *software* é também parte do complexo da indústria eletrônica, pois o software é integralmente associado ao controlador (computador embarcado) do bem, não é facilmente modificável pós-venda e só opera embarcado naquele.

Na indústria eletrônica considerada para efeitos deste estudo, estão incluídas também as classificações de serviços de manutenção e reparação de máquinas de escritório, de informática, de equipamentos de telecomunicações, telefonia e radiodifusão, além de serviços de consultoria em *hardware*. Da indústria eletrônica estão excluídos explicitamente os setores de bens elétricos de capital, como equipamentos industriais de grande porte (bens de capital não-seriados) e equipamentos elétricos de geração, transmissão e distribuição (GTD) de energia elétrica, e equipamentos específicos considerados como parte de outro setor industrial. Excluem-se, por exemplo, os acumuladores (baterias) de uso veicular, e os componentes elétricos sub-montados (eletrônica embarcada) para veículos, que são considerados no subsistema industrial de autopeças. Cabe ressaltar, todavia: os subsistemas eletrônicos embarcados em veículos (controladores, sensores, etc.) podem ser classificados como componentes e material eletrônico básico em muitos casos específicos – e de fato são incluídos na indústria eletrônica, por exemplo, nos dados da ABINEE da seção 1.2. Para efeito deste estudo, o setor de eletrônica embarcada automotiva não foi incluído no sistema indústria eletrônica. Ressalte-se, então, que neste sistema estão incluídos, para efeitos deste estudo, apenas os CNAEs listados na Tabela 1.5, para cujos subsistemas foram agregados os dados da Tabela 1.6 para o ano de 2005.

Tabela 1.6 - Número de empresas, Receita Líquida da indústria eletrônica e pessoal ocupado, por subsistema - Ano: 2005.

Subsistema industrial	Número de empresas ¹	Receita Líquida de Vendas ¹ (R\$ mil)	Pessoal Ocupado ¹ (2005)	Pessoal Ocupado ² (2006)
30 – Microeletrônica e componentes eletrônicos	326	3.949.732	27.768	15.898
31 – Eletrônica de consumo	793	24.166.719	90.320	106.823
32 – Equipamentos de telecomunicações	176	22.874.574	28.516	37.901
33 – Informática e automação	413	11.124.351	37.566	48.771
TOTAL	1.708	62.115.376	184.170	209.393

1 Fonte: PINTEC/IBGE 2005 (agregação CNAE de 03 dígitos)

2 Fonte: PIA/IBGE 2006 (agregação de CNAEs segundo Tabela 1.5)

No conjunto, as empresas de eletrônica distribuem-se pelos quatro subsistemas considerados neste estudo, conforme indicado na Tabela 1.6:

Subsistema 30 : Microeletrônica e componentes (material eletrônico básico).

Subsistema 31 : Eletrônica de consumo, utilidades domésticas, ar condicionado.

Subsistema 32: Equipamentos de telecomunicações e de radiodifusão e sua manutenção.

Subsistema 33: Informática, automação comercial, industrial e predial, reparação, manutenção e consultoria de *hardware* associadas a estas atividades.

A Tabela 1.6 foi construída também a partir das informações da pesquisa PINTEC/IBGE de 2005, que abrange apenas 27 subsistemas industriais, em uma amostra realizada com 110.996 empresas. A indústria eletrônica no Brasil, no recorte obtido da PINTEC segundo o referencial analítico deste estudo, compreendia em 2005 **1.708 empresas**, ou cerca de 1,53% das empresas amostradas e 2,6% dos empregos da amostra, e respondia por 4,82% da receita líquida de vendas dos estabelecimentos industriais pesquisados na PINTEC. A agregação dos subsistemas segundo a classificação de CNAEs da Tabela 1.5, utilizando-se os dados da PIA/IBGE de 2006, informa que a indústria eletrônica em 2006 respondia por **3,09% dos empregos** formais da indústria e **4,79% da receita líquida** da indústria de 2006, conforme detalha a Tabela 1.7. Os dados de ocupação em 2005 e 2006 são divergentes por tratar-se de duas metodologias de amostra do IBGE (PINTEC e PIA, respectivamente) aplicadas em anos subsequentes e agregadas no caso da PIA através do referencial definido neste estudo.

Tabela 1.7 - A Participação da Indústria Eletrônica no Brasil no cenário da Indústria em 2006

3,76 %	3,09 %	4,79%	1,12 %	0,84 %
do Valor da Transformação Industrial - VTI	do Emprego formal da Indústria	da Receita Líquida da Indústria	do Total de Investimentos Industriais	do Total de Investimentos em Máquinas
R\$ 25,6 Bilhões	258.000 Empregos	R\$ 81,38 Bilhões	R\$1,026 Bilhão	R\$ 0,428 Bilhão

Fonte: PIA/IBGE

A Tabela 1.7 mostra a expressão da indústria eletrônica brasileira, selecionada por este referencial analítico de estudo, quando comparada com os indicadores de toda a indústria brasileira de transformação, mais TICs e indústrias criativas, extraídos da PIA/IBGE de 2006 e da pesquisa anual de serviços PAS (para os dados dos sistemas ligados aos serviços de TICs). A elaboração destes dados da PIA e da PAS foi realizado em 2008 no âmbito do Projeto Perspectivas de Investimentos no Brasil, utilizando os dados da PINTEC 2005 e PIA 2006. As participações da indústria eletrônica, em termos de valor da transformação, pessoal empregado, receita líquida e investimentos, são relativamente modestas.

Os investimentos realizados na indústria eletrônica foram **apenas 1,1% do investimento total realizado** pela indústria brasileira (adicionando-se os setores de TICs serviços e indústrias criativas no total) em 2006. Apenas 3,76% do Valor da Transformação Industrial (VTI) no Brasil é realizado neste sistema industrial, que agrega 2,57% dos estabelecimentos industriais registrados na PIA de 2006. A Tabela 1.8 detalha os indicadores industriais de 2006, como VTI (em R\$ milhão), receita líquida e investimentos realizados dos quatro subsistemas da indústria eletrônica brasileira considerados neste estudo. Para comparação, na Tabela 1.8 são apresentados os dados de VTI, emprego e investimentos dos setores de serviços de TIC que são habilitados pela ou associados à eletrônica – serviços de telecomunicações e software.

Tabela 1.8 - Valor da Transformação, Pessoal Ocupado, Receita Líquida e Investimentos por Sistemas e Subsistemas Produtivos da Indústria Eletrônica e do Setor de Serviços de TICs - Ano 2006

Sistemas e Subsistemas Produtivos	Valor da Transformação Industrial VTI	Pessoal Ocupado	Receita Líquida RL	Investimentos Total	Investimentos Máquinas
Unidade	(R\$ Milhão)	Empregos	(R\$ Milhão)	(R\$ Milhão)	(R\$Milhão)
Subsistema 30 – Microeletrônica , semicondutores e componentes Fonte: PIA	998	15.898	2.742	(24)	(17)
Subsistema 31 – Eletrônica de Consumo Fonte: PIA	10.429	106.823	34.203	487	259
Subsistema 32 – Equipamentos de telecomunicações – Fonte: PIA	6.942	37.901	25.190	267	74

Sistemas e Subsistemas Produtivos	Valor da Transformação Industrial VTI	Pessoal Ocupado	Receita Líquida RL	Investimentos Total	Investimentos Máquinas
Subsistema 33 – Informática e automação – Fonte: PIA	4.063	48.771	13.786	162	13
Subsistema 33 – Informática e automação – Fonte: PAS	3.184	48.744	5.458	134	100
Indústria Eletrônica	25.617	258.137	81.380	1.026	428
Indústria Eletrônica (% do total da indústria)	3,76	3,09	4,79	1,1	0,84
Subsistema 34 – Serviços de Telecomunicações – Fonte: PAS	38.960	83.892	88.310	9.920	7.791
Subsistema 35 – Software – Fonte: PAS	11.425	157.676	22.640	691	563
TICs	50.385	241.568	110.951	10.610	8.354
TICs (% do total da indústria)	7,4	2,9	6,5	11,5	16,5
Total da Indústria	681.045	8.348.194	1.697.981	91.954	50.721

Fonte: Tabulação especial elaborada pelo IBGE a partir da Pesquisa anual PIA ou PAS.

A demanda por bens de TIC e relacionados é impulsionada pela expansão de serviços de comunicação e informação. A indústria eletrônica joga, portanto, um papel essencial de habilitadora da inovação em serviços, pela introdução de produtos e serviços de alta demanda, especialmente no cenário progressivo de convergência digital dos serviços de informação com os de comunicação, de entretenimento, radiodifusão e mídia. Esta tendência tecnológica tem efeitos para o futuro da indústria que são tratados no capítulo seguinte. Na Tabela 1.8 constam, para comparação, os dados de VTI, emprego e investimentos dos setores de serviços de TIC que são habilitados pela eletrônica, ou seja: i) subsistema 34 – de serviços de telecomunicações e ii) subsistema 35 – da “indústria” de *software*). Estes setores expandem-se mais rapidamente e já representam 7,4% do valor da transformação industrial (VTI) no Brasil, praticamente o dobro do VTI da indústria eletrônica que é de 3,76% do total da indústria, conforme detalhado na Tabela 1.8. Aqueles setores dinâmicos de serviços, que contribuem decisivamente para a melhoria de processos produtivos e organizacionais em absolutamente todos os segmentos econômicos, geram consequentemente a demanda por equipamentos de telecomunicações, *software* e em boa medida por computadores. Ainda que a demanda por estes últimos responda mais sensivelmente à expansão da renda do trabalhador do que à expansão da infraestrutura de serviços de telecomunicações, sabe-se que a disponibilidade de novos serviços de comunicações são grandes indutores do consumo dos bens de informática pessoal.

Tabela 1.9 - Desempenho de comércio exterior, produtividade e intensidade do investimento nos subsistemas da Indústria Eletrônica e das Tecnologias de Informação e Telecomunicações – Dados da PIA e PAS 2006

Sistemas e Subsistemas Produtivos	Saldo Comercial	Produtividade (VTI/ empregado)	Investimento VTI	Invest. Máquinas Investimento total
Sub 30 – Microeletrônica, semicondutores e componentes – Fonte: PIA	(339)	62.763	-2,5%	71,2%
Sub 31 – Eletrônica de Consumo – Fonte: PIA	(2.319)	97.629	4,7%	53,2%
Sub 32 – Equipamentos de telecomunicações e – Fonte: PIA	(3.039)	183.171	3,8%	27,6%
Sub 33 – Informática e automação – Fonte: PIA	(2.027)	83.312	4,0%	8,0%
Sub 33 – Informática e automação – Fonte: PAS	(16)	65.329	4,2%	74,4%
Eletrônica	(7.741)	99.237	4,0%	41,8%
Sub 34 – Serviços de Telecomunicações – Fonte: PAS	(91)	464.408	25,5%	78,5%
Sub 35 – <i>Software</i> – Fonte: PAS	(113)	72.456	6,0%	81,5%
TICs	(204)	208.574	21,1%	78,7%
Total da Indústria	49.924	81.580	13,5%	55,2%

Fonte: Tabulação especial elaborada pelo IBGE a partir de pesquisas anuais e de informações da SECEX

O desempenho de comércio exterior – estruturalmente deficitário – dos subsistemas 30 a 33 da indústria eletrônica, bem como os respectivos indicadores para os subsistemas de serviços de TICs, suas produtividades e participação dos investimentos em cada setor são mostrados na Tabela 1.9. Os dados da PIA/2006 consolidados nas Tabelas 1.8 e 1.9 permitem concluir, acerca da indústria eletrônica brasileira:

1. **O subsistema 30, de componentes ou material eletrônico básico**, tem inexpressiva participação no valor da transformação, na receita líquida, no emprego e no investimento do setor, e constitui o elo mais ausente na cadeia produtiva de eletrônica. Destoa no cenário da indústria por sua fragilidade e pouca expressão. Segundo os dados da PINTEC de 2005, atuavam 326 empresas na fabricação de componentes (rigorosamente, fabricantes de material eletrônico básico), sendo apenas cinco as empresas participantes na cadeia de componentes semicondutores no país. A grande maioria produz componentes eletrônicos passivos, componentes elétricos, componentes ópticos especializados e principalmente submontagens eletrônicas – utilizando outros componentes eletrônicos como insumos – que são por sua vez também considerados componentes. O VTI deste subsistema é muito baixo e representa apenas 3,9% do valor total da transformação da indústria eletrônica no Brasil. Representa 0,15% e 0,16% do VTI e da receita líquida, respectivamente, das indústrias pesquisadas neste estudo. Este subsistema faz de fato agregação de valor no país, embora seu porte modesto, pois teve déficit próprio de US\$ 336 milhões com o exterior e receita líquida no país de R\$ 2,7 bilhões em 2006. Sofreu desinvestimento por alguns anos, como em 2006 (Tabela 1.9), pela perda de capital industrial e pelo fechamento de fábricas, e tem sua participação no mercado interno reduzida pela importação do leste asiático. Portanto, a demanda por componentes eletrônicos é basicamente suprida por importações, realizadas diretamente pelos outros setores (informática, automação, telecomunicações, indústria de autopeças e de equipamentos industriais), resultando em altos déficits anuais. Em 2008 a importação de componentes eletrônicos e elétricos, já analisada anteriormente, montou em US\$ 17,8 bilhões, ou 10,3% do valor das importações globais do país. Comparada à receita líquida do produzido no país pelo setor (R\$ 2,7 bilhões em 2006), evidencia-se a prevalência do concorrente internacional, mormente do fabricante situado no leste asiático.

2. **O subsistema 31, de eletrônica de consumo**, adicionado ao segmento de fabricação de computadores, tem a maior participação no emprego (106.823 em 2006), no VTI e no valor dos investimentos (47%) da indústria eletrônica no Brasil. Neste setor atuavam cerca de 800 empresas (2005), constituindo um polo bastante dinâmico do setor, fortemente atrelado à introdução rápida de produtos de classe mundial que estabelecem os padrões de consumo desejados, os quais as indústrias locais têm de necessariamente atender recorrendo a produtos projetados no exterior. As empresas de eletrônica de consumo e de fabricação de computadores pessoais utilizam 100% de componentes semicondutores importados, com déficits acima de US\$ 2 bilhões anuais, conforme Tabela 1.9 para o ano de 2006. Em 2008, apenas o segmento de utilidades domésticas e eletrônica de consumo (linha branca e linha marrom – áudio e vídeo) apresentou déficit comercial de US\$ 1,05 bilhão, com importações de US\$ 2,14 bilhões naquele ano. O ritmo acelerado de introdução de novos produtos e novos designs para a eletrônica de consumo e pessoal indica que a indústria local não consegue atender a este ritmo em sua unidade fabril local, e a tendência à penetração de importações é estrutural.

3. **A indústria de equipamentos de telecomunicações**, subsistema 32, tem a maior produtividade (VTI/empregado) da indústria eletrônica brasileira, R\$ 183,7 mil por empregado, aproximadamente o dobro dos demais subsistemas eletrônicos. Seu déficit comercial é expressivo, como resultado da penetração das importações de equipamentos finais e dos componentes-chave para os mesmos. Atuavam cerca de 176 empresas neste setor (2005), incluídas as empresas dedicadas à manutenção dos equipamentos.

4. **O subsistema 33, de bens de informática e automação**, se caracteriza pela importância da fabricação de computadores e periféricos. Nestes produtos, a incidência da importação de componentes e submontagens é expressiva, sendo caracterizada no país como indústria de montagem eletrônica dos produtos projetados no exterior, com componentes padronizados e facilmente importados até pelo mercado dito "cinza". O crescimento da demanda por microcomputadores *notebooks* faz o segmento alterar constantemente o *mix* de modelos, sem mudar essencialmente a natureza do empreendimento montador. A inovação nos produtos é basicamente determinada pelo componente semicondutor (memória, processador) ou submontado que se agrega ao produto final (como o mostrador/*display* ou a memória magnética), todos 100% importados à exceção de unidades de HD montadas no Brasil por algumas subsidiárias de marcas globais, com a Samsung. Segundo dados agregados pelo BNDES a partir de informações da SECEX/MDIC, nos primeiros nove meses de 2008 o Brasil exportou apenas cerca de US\$ 360 milhões de dólares de bens de informática e automação, incluindo partes e peças. Na mesma categoria o Brasil importou no mesmo período mais de US\$ 4 bilhões, a demonstrar que esta indústria não tem competitividade internacional, sendo voltada ao atendimento do mercado interno.

5. **A área de serviços de telecomunicações** no Brasil tem produtividade quase cinco vezes maior que a eletrônica, ou seja R\$ 464,4 mil de VTI/empregado, pelos dados da PAS/IBGE. Este indicador decorre dos seguintes fatores: i) alto grau de terceirização/subcontratação na expansão da planta de telecomunicações por parte das grandes operadoras e ii) alto grau de investimento em capital fixo para a implantação da rede de telecomunicações, basicamente através da aquisição *turn-key* de equipamentos e serviços de instalação. A magnitude deste investimento pelas operadoras de serviços de comunicações é cerca de dez vezes maior do que toda a indústria eletrônica realiza em investimentos anualmente no

Brasil. Sendo que os investimentos em máquinas e equipamentos efetivados pelas empresas prestadoras de serviços de telecomunicações (R\$ 7,8 bilhões em 2006) foram vinte vezes maiores do que toda a indústria eletrônica investiu nesta categoria de bens de capital (R\$ 428 milhões). Este indicador por si só indica que os serviços de telecomunicações comandam um poder de compra e de indução de serviços e empreendimentos sem par na história das TICs.

6. Do déficit comercial de bens eletrônicos realizado em 2006, de US\$ 10,7 bilhões, cerca de US\$ 7,74 bilhões foram gerados pela indústria eletrônica. Naquele ano, apenas em componentes eletroeletrônicos as importações brasileiras alcançaram US\$11,9 bilhões, pelos dados da SECEX. Dos bens finais montados com estes componentes, sobressaem os celulares que, no ano de 2006 foram exportados em valor recorde por cinco fabricantes: US\$ 2,66 bilhões de receptores móveis. Este segmento de produto caracteriza-se pela atividade de montagem no Brasil, em altos volumes anuais, de produtos que são plataforma uniforme no mundo todo para os serviços de comunicação. Nestes receptores, a engenharia do produto, os insumos eletrônicos e o software embarcado são totalmente importados. A agregação local de valor se dá apenas pela montagem do bem final.

1.4. Receita, Recursos Humanos, Pesquisa e Desenvolvimento na Indústria Eletrônica no Brasil

O dinamismo tecnológico da indústria eletrônica global resulta de uma alta taxa de inovação, característica do setor. O gasto em pesquisa e desenvolvimento no segmento de eletrônica e de TICs é um imperativo de sobrevivência. Segundo dados da PINTEC, no Brasil mais de 60% das empresas de eletrônica pesquisadas são consideradas inovadoras pelos critérios da PINTEC/IBGE de 2005. Das 1.708 empresas de eletrônica no Brasil em 2005, 972 foram assim classificadas. Na análise do próximo capítulo são investigadas as características locais de inovação em eletrônica, que são distintas – e seguidoras, não inovadoras – na comparação com o padrão global das indústrias eletrônicas nos centros mundiais de maior crescimento desta indústria.

Tabela 1.10 - Número de empresas (Total e Inovadoras), Receita Líquida, Pessoal Ocupado, Gastos em P&D, Gastos em Inovação e pessoal em P&D.

Subsistemas da Indústria Eletrônica	Total de Empresas	Empresas Inovadoras	RLV – Receita líquida de vendas	PO–Número total de empregados	Gasto em P&D interno (R\$1000)	Gastos com atividades inovadoras (R\$1000)	Número de empregados em P&D.	Empregados de nível superior em P&D.
Ano 2005								
30 - Microeletrônica, componentes	326	191	3.949.732.479	27.768	34.083	104.929	332	209
31 - Eletrônica de consumo	793	364	24.166.719.675	90.320	190.450	1.583.062	1.204	783
32 - Equip. de telecomunicações	176	103	22.874.574.472	28.516	280.461	716.623	1.819	1.457
33 - Informática e automação	413	314	11.124.351.461	37.566	197.209	462.299	1.802	1.361
TOTAL DA IND. ELETRÔNICA	1.708	972	62.115.378.087	184.170	702.203	2.866.913	5.157	3.810
TOTAL da INDÚSTRIA	110.996	36.252	1.288.881.995.545	7.050.923	7.191.291	35.364.314	50.067	28.200
Média 2000-2003-2005								
30 - Microeletrônica, semicondutores	292	178	3.568.624.276	24.730	23.597	140.481	338	182
31 - Eletrônica de consumo	699	350	20.069.136.104	88.616	147.466	937.824	1.460	861
32 - Equip. de telecomunicações	174	95	17.289.611.912	27.453	284.690	759.147	1.669	1.244
33 - Informática e automação	353	226	10.023.349.854	31.937	170.265	435.530	1.875	1.205
TOTAL da INDÚSTRIA	100.180	32.414	967.652.279.520	6.425.002	5.411.185	27.597.108	45.109	23.835

Fonte: Tabulação especial elaborada pelo IBGE a partir da PIA e PINTEC

Resulta de uma análise aprofundada que a inovação na indústria brasileira limita-se à transposição, para uma indústria montadora, dos *designs* de produtos finais – e dos componentes a estes incorporados – e dos ganhos de produtividade já realizados pelas empresas no exterior, produtoras de componentes, submontagens e assemelhados e desenvolvedoras dos produtos com liderança e competitividades globais. O próprio processo produtivo da montagem eletrônica requer o investimento em bens de capital sofisticados e importados. Estas importações dos bens de capital para inserção de componentes, montagens diversas, automação de linhas de produção, etc, por si só já são na pesquisa PINTEC classificadas como inovações de processo fabril. Este é o padrão dominante de produção na indústria eletrônica local, pois seus instrumentos de chão de fábrica são sofisticados, automatizados e incorporam constantemente tecnologias de processo de montagem. Os dados da indústria de eletrônica de consumo e de fabricação de computadores e celulares, apurados pela PIA e pela PINTEC de 2005, constantes das Tabelas 1.10 e 1.11, são compatíveis com este padrão de inovação local por via da assimilação dos processos de montagem.

A média da evolução no período 2000–2005 do número de empresas, do pessoal ocupado, receita líquida de vendas, e gastos em P&D são mostradas na Tabela 1.10 para as empresas brasileiras dos subsistemas da indústria eletrônica definidos na Tabela 1.5. A evolução do emprego, do número de empresas e da receita líquida, no período 2000–2005, acompanha a média da indústria no período.

No total, as indústrias de eletrônica contavam com 3.810 profissionais de nível superior, que as empresas declararam serem empregados em atividades de P&D em 2005. A participação de pessoal de P&D de nível superior na indústria eletrônica é mais de 13% do total destes profissionais na indústria em 2005. A participação é significativa para o conjunto da indústria, porém claramente insuficiente para o padrão global da indústria eletrônica, já que há uma média de 04 profissionais em P&D para cada empresa eletrônica no Brasil considerada "inovadora" pelos critérios da PINTEC. Um número que é insuficiente para inovar significativamente na empresa, quando se trata de inovação em produtos que têm ciclo de vida bastante curto e já têm no mercado internacional padrões de funcionalidade que servem de paradigma. A inovação claramente reside em outra etapa, realizada no exterior ou na produção no exterior do insumo componente. Considerando a participação da receita líquida de vendas do sistema indústria eletrônica – apenas 4,81% dos segmentos industriais pesquisados neste estudo – constata-se que, mesmo estando acima da média no padrão local brasileiro, a indústria eletrônica brasileira não é competitiva em pesquisa e desenvolvimento. A indústria eletrônica é apenas relativamente avançada neste aspecto, como se verifica igualmente no segmento da indústria de software – não pesquisada na PINTEC, mas cujo percentual de pessoal de nível superior empregado em desenvolvimento excede muito aquele percentual da indústria eletrônica.

Tabela 1.11 - Percentual despendido em P&D interno e em atividades inovadoras pelas empresas (% da Receita Líquida de vendas do segmento)

Subsistemas da Indústria Eletrônica	Gastos em P&D interno (%)	Gastos em atividades inovadoras (%)
30 - Microeletrônica, componentes eletrônicos	0,86	2,66
31 - Eletrônica de consumo	0,79	6,55
32 - Equipamentos de telecomunicações	1,23	3,13
33 - Informática e automação	1,77	4,16
TOTAL DA INDÚSTRIA ELETRÔNICA	1,13	4,61
TOTAL da INDÚSTRIA	0,58	2,74

Fonte: Tabulação especial elaborada pelo IBGE a partir da PIA e PINTEC

Os gastos com atividades de P&D interno no Brasil montaram em média 1,13% da receita líquida de vendas (RLV) das empresas de eletrônica, o dobro do percentual 0,58% verificado em 2005 pela PINTEC para todos os segmentos da indústria abrangidos por esta pesquisa sobre a inovação. A Tabela 1.11 mostra o gasto de P&D interno e os gastos totais (inclui investimentos em bens de capital para o processo produtivo) em atividades inovadoras das empresas, de cada subsistema, como percentual da receita líquida de vendas. A indústria de eletrônica de consumo, somada a de fabricantes de computadores pessoais, investiu menos do que a média da indústria eletrônica em P&D interno, ou 0,79% da RLV, o que confirma a natureza pouco inovadora da indústria local – seguidora dos produtos projetados e introduzidos antes no mercado internacional. Agregando-se o investimento em capital fixo e demais gastos considerados na introdução de novos produtos – atividades classificadas como inovadoras, portanto, no mercado interno – este segmento amplia seus gastos em atividades inovadoras para bem acima da média da indústria, ou 6,55% da RLV. Este percentual é inferior à média da indústria internacional de componentes semicondutores, por exemplo, cujo investimento deste tipo excede 15% da receita líquida de vendas. No caso da indústria de componentes no Brasil, que tem mínima participação na produção de semicondutores e optoeletrônicos, este investimento interno em P&D é de apenas 0,86%, vinte vezes inferior ao padrão da indústria global de componentes semicondutores, que é responsável por inovações constantes que se propagam imediatamente para benefício da funcionalidade dos bens finais e para ampliar o dinamismo tecnológico das empresas de eletrônica em geral.

1.5. Conclusão

O desempenho da indústria eletrônica no Brasil é atualmente afetado por deficiências estruturais importantes que podem ser sistematizadas como:

- **Baixa taxa de inovação local e insuficiente P&D próprio** nos segmentos de maior expansão e dinamismo, como os bens de informática e eletrônica de consumo. Os dados de P&D da PINTEC e os dados das empresas de TIC incentivadas (SEPIN, 20008) demonstram a ausência de *design* próprio das empresas líderes na produção de bens de TIC, especificamente falando nas atividades de *design* realizadas pela operação no Brasil. De fato, as empresas transnacionais líderes no Brasil têm liderança por dominarem o design próprio e a inovação em suas operações globais, com as etapas iniciais da cadeia (*design* de produto e *design* de componentes) realizadas nas operações no exterior. Mesmo assim, a indústria eletrônica (na qual cerca de 70% da produção corresponde a bens de TIC) lança no mercado brasileiro produtos de classe mundial, devido à padronização destes produtos, da localização do *design* e da inovação em outras filiais ou matriz, da distribuição global de seus componentes essenciais pelas empresas líderes globais e pela presença de empresas eficientes nos serviços de manufatura eletrônica no país..
- **Desempenho ineficiente do sistema tributário, alfandegário e logístico no país**, onerado pela burocracia e deficiências importantes das atividades do setor e dos serviços públicos voltados aos procedimentos de importação e exportação. Estes procedimentos integram de modo essencial a logística de produção em cadeia global que agrega componentes provenientes de diversos países. A indústria eletrônica, estruturalmente, depende de agilidade nos suprimentos de componentes. À medida que avança no mercado global, uma empresa de eletrônica faz importações e exportações em volumes expressivos de comércio em ambos sentidos. Assim, as notórias deficiências do Brasil em procedimentos alfandegários, via de regra lentos, imprevisíveis e excessivamente burocratizados, afastam a intenção de investir no Brasil para produzir bens de eletrônica no país para serem exportados.
- **Expressiva dependência da indústria eletrônica na importação de componentes, submontagens e peças**, as quais incorporam o valor agregado funcional mais importante para a diferenciação e a qualidade dos produtos. Daí decorre a dependência estrutural do setor na importação de insumos, além da importação dos equipamentos para a automação da montagem. Para a fábrica de montagem do bem final a ser produzido e vendido no Brasil não há a opção de evitar o procedimento burocrático de importação de componentes, a menos que seja enquadrada no RECOF para liberação na Receita Federal pela chamada linha azul de importação.
- **Ausência de empresas de capital nacional líderes em marca e produtos neste sistema industrial**, considerada a presença importante e dominante das empresas transnacionais líderes, a maioria das quais têm no Brasil operações industriais voltadas para suprir o mercado interno quando este alcança escala – como em computadores, celulares, impressoras, mostradores, TV, eletrônica de entretenimento e uma vasta gama de produtos eletrônicos.
- **Insuficiente presença de uma indústria local na produção de componentes eletrônicos** que são partes dos bens finais. Esta deficiência caracteriza um fraco adensamento da cadeia produtiva local de eletrônica, já diagnosticado pelo Departamento da Indústria Eletrônica do BNDES (BNDES, 2001). Este setor é frágil tanto pela baixa produção quantitativa quanto pela baixíssima intensidade de P&D (0,86% da receita líquida no Brasil), muito aquém da concorrência internacional.

- **Importação crescente de bens finais, com produção realizada majoritariamente no exterior**, como por exemplo equipamentos de infraestrutura de telecomunicações (radares, transmissores, roteadores digitais de alto desempenho, computadores de altíssimo desempenho, etc.), instrumentos eletrônicos sofisticados, eletromédicos e eletrônicos embarcados em veículos e aviões.
- **Baixo coeficiente de exportações e escassa presença internacional**, com exceções localizadas em poucas empresas. O Brasil não é identificado como produtor de bens eletrônicos, em particular de TICs – ainda que seja um dos doze maiores em produção de bens eletrônicos.

O fator positivo que norteará o investimento e apoiará o crescimento desta indústria no país é o mercado doméstico brasileiro e sulamericano, avantajado no seu conjunto de 400 milhões de indivíduos, e com perspectivas de aumento do consumo de bens duráveis tanto no curto quanto no longo prazo. O principal desafio e incerteza quanto à trajetória da indústria eletrônica no Brasil está na mudança estrutural que, se realizada ou não, permite definir dois cenários possíveis no longo prazo até 2022:

Cenário A – continuidade de uma trajetória de indústria seguidora com pouca inovação local, visando atender ao mercado interno, sem competitividade internacional, com penetração crescente das importações e conduzida por uma estratégia de seleção de alguns produtos de massa com montagem no país – com componentes importados – e os demais crescentemente importados como bens finais. No curto e médio prazo este cenário tende a ser o predominante.

Cenário B – uma indústria que evoluirá gradativamente pela incorporação de novos padrões de inovação e ancorada na construção local de um ecossistema fortemente investido de capacidade de engenharia própria. Este ecossistema pode ser monitorado pela introdução de produtos com dinamismo adequado à competição internacional e também pela sua capacidade de mudar estruturalmente sua inserção na cadeia global de produção. Estruturalmente, é necessário que neste eco-sistema de indústria eletrônica haja empresas como produtores locais agrupados em três grupos ou três tiers:

i) **Grupo 1: Manufatureiros.** Segmentos industriais fortemente voltados para a produção de bens finais para o mercado interno, importadores de componentes de maior valor e demandantes de alguns poucos insumos produzidos no país; estes segmentos manterão o padrão de montagem eficiente, deverão manter empresas fortes de manufatura sob encomenda (EMS – *electronic manufacturing services* ou CEM – *contract electronic manufacturing*) atuando no país, padrão atualmente seguido pela indústria local de fabricação/montagem de computadores, celulares, monitores, impressoras, TVs e selecionados da linha marrom;

ii) **Grupo 2: Ino-Hardware.** Segmentos da eletrônica competitivos pela agregação de pesquisa e desenvolvimento local, com presença internacional e exportação de alguns produtos, e que permitirão o enraizamento local de uma indústria de alguns componentes selecionados e associados a um conjunto pequeno de produtos de maior valor agregado e com diferenciação funcional. Nestes segmentos a engenharia final, se realizada localmente, oportunizará empreendimentos também em componentes a serem produzidos no Brasil. As empresas que podem compor este *tier 2* são aquelas indústrias de **eletrônica de instrumentação, controle eletrônico, sensoriamento, monitoração, sistemas biomédicos, comunicação personalizada**, etc. Pela possibilidade de diferenciação e atendimento ao cliente final, estes segmentos têm a possibilidade ainda aberta de trilhar pelo caminho da inovação constante, mesmo tendo as empresas expostas à competição internacional;

iii) **Grupo 3: Ino-HardTIC.** Segmentos da indústria eletrônica fortemente ligados ao *design, branding*, serviços de engenharia de sistemas e distribuição de novos serviços associados ao produto vendido. Para as empresas deste grupo a propriedade intelectual, o *software* e os serviços serão a parte significativa do negócio, ainda que a fabricação seja executada em outros países. Os segmentos mais orientados a serviços e sistemas – **como a automação industrial, bancária, comercial, de serviços de transporte e similares, e os serviços de entretenimento eletrônico** – deverão orientar-se para este modelo de negócios. As empresas de projeto de produtos eletrônicos e empresas de projeto de componentes (semicondutores ou não) são claramente deste grupo, a exemplo das empresas semicondutoras *fabless* que já têm cerca de 15% de participação no mercado final de *chips* no mundo.

A combinação de empresas dos três grupos (ou *tiers*) acima possibilitará, no cenário B, um enraizamento forte da indústria no Brasil e o adensamento gradativo, segundo padrões novos de serviços e de produção eficiente. A indústria de equipamentos de telecomunicações é mais diversificada. A produção de comunicadores pessoais será do *tier 1*, como os computadores pessoais, em massa produzidos. Já a indústria para a infraestrutura das redes só expandirá a produção local no cenário B – mesmo assim, terá de associar-se fortemente com as empresas do grupo 3 (*Ino-HardTIC*) para inovar, ter competitividade e dar eficiência à cadeia local. Assim, a interdependência entre os grupos é importante – e todos os grupos devem estar representados na indústria local para que possa competir internacionalmente e realizar o cenário desejado de 5% do PIB na indústria eletrônica em 2022.

O grupo 2 poderá gerar oportunidades para inovação local em componentes eletrônicos em maior intensidade que os grupos 1 ou 3. Para o grupo 1, a manufatura eficiente é o serviço. Para o grupo 3, o serviço e a customização ao cliente serão o negócio, e estas empresas serão assemelhadas a empresas de *software*, apenas participam da cadeia do *hardware* de um modo estratégico para esta.

Neste cenário, com empresas dos 3 *tiers* atuando no país, a indústria eletrônica terá menor penetração de importações, mas ainda será deficitária no comércio exterior. Ainda que em muitos segmentos a indústria local permaneça como forte importadora, é característica essencial das empresas dos *tiers* 2 e 3 acima: passarão a produzir maior conteúdo local de engenharia e *design* em produtos eletrônicos que pertencem ao segmento mais dinâmico da indústria: informática e telecomunicações, num cenário de convergência digital em que, no mercado de massa, os três – o computador, o tele-comunicador e o entretenimento – têm as mesmas plataformas e produtos eletrônicos.

Em síntese, o Cenário B para a indústria eletrônica nacional traduz as seguintes possibilidades otimistas no horizonte de 2022 para o Brasil:

- i) Avanço percentual da participação da eletrônica no PIB industrial para até cerca de 5% do VTI;
- ii) Avanço maior do percentual produzido pelas indústrias produtoras de bens de TIC sobre o conjunto do complexo eletroeletrônico;
- iii) A criação de um ecossistema de indústrias eletrônicas onde a tônica essencial para as empresas seja a capacidade de inovação, fortemente vinculada à capacidade de engenharia e amparada em fortes níveis de especialização em produtos, ou especialização em etapas da cadeia de engenharia;
- iv) Grau de especialização crescente das empresas em etapas da cadeia, seja do *design* do produto ou de seus componentes eletrônicos, seja em etapas bem específicas de uma cadeia global de suprimentos e de serviços habilitados pelas TICs.

CAPÍTULO 2 – DINÂMICA DOS INVESTIMENTOS NO MUNDO E NO BRASIL

2.1. Introdução

Os investimentos mundiais na área de eletrônica sofreram reduções enormes em 2008 e 2009, diante da perspectiva de queda de 1,5 a 2,0% do PIB global em 2009. A indústria de componentes semicondutores, como termômetro indicativo da queda global recente da demanda por produtos eletrônicos, prevê uma queda de cerca de 20% no valor do faturamento daquela indústria em 2009, comparado a 2008. Apenas em 2011 a indústria de “chips” prevê retomar o nível de faturamento havido em 2007, de aproximadamente US\$ 270 bilhões. As plantas industriais de componentes e de bens finais, que produzem para o mundo, trabalharão com capacidade ociosa por dois anos, sendo os principais investimentos postergados. A situação é similar para os principais bens eletrônicos de consumo pessoal: os níveis de produção do 1º. Semestre de 2008 serão retomados apenas ao final de 2010.⁹ Projeções do consumo mundial de celulares são de crescimento médio de 1,5% até 2010, num cenário de estabilização por volta de 1,2 bilhões de unidades por ano. O mercado de PCs de modo similar, retomará o patamar de 300 milhões de unidades em 2010, sendo 170 milhões destas para o mercado dos países não desenvolvidos.

⁹ Fonte: METI e Forest Mobile Devices, projeção do Instituto Daiwa, Japão, Dez 2008.

O investimento estrangeiro direto no Brasil na indústria eletrônica será modesto até 2011. As perspectivas neste período são de atendimento de uma demanda interna que cairá percentualmente menos do que a demanda global. Não há investimentos expressivos no setor de componentes eletrônicos, ainda que esteja em vigor desde 2007 um conjunto expressivo de medidas de incentivos às indústrias da cadeia de semicondutores e mostradores não convencionais.

Segundo os dados do BNDES (Tabela 2.1), os investimentos realizados nos setores da indústria eletroeletrônica montaram cerca de R\$ 12,2 bilhões no quadriênio 2004-2007. Posiciona-se esta indústria apenas na 8ª (oitava) posição de investimentos industriais no Brasil. Considerando-se também os setores de serviços, o total de investimentos previsto para o atual quadriênio 2008-2011 posiciona a indústria eletrônica apenas em 11ª. no *ranking* de investimentos no Brasil. Ela é largamente ultrapassada também pelos investimentos na indústria naval, nos setores de serviços de telecomunicações e na infraestrutura de geração/transmissão/distribuição de energia elétrica, omitidos na Tabela 2.1. A Tabela 2.2 compara o percentual dos investimentos realizados no Brasil em 2006 na indústria eletrônica (1,12% do total declarado na PIA) com os realizados no setor de serviços de TIC - telecomunicações, *software*, etc., de 11,5% do total. O investimento em máquinas e equipamentos na primeira foi vinte vezes inferior ao segundo setor, mesmo sendo o segundo demandante de diversos equipamentos da primeira. Claramente a expansão de investimentos em telecomunicações é um gerador de aumento das importações de equipamentos eletrônicos e componentes, que a indústria local não pode suprir.

Tabela 2.1 - Total de Investimentos realizados entre 2004-2007 e previsão de investimentos entre 2008-2011 (R\$ bilhões)

Setores	Realizado 2004-2007	Previsão 2008-2011
Petróleo e Gás (exclui o pré-sal)	147,2	269,7
Extrativa Mineral	47,1	80,2
Siderurgia	19,7	50,0
Automotivo	14,9	31,5
Papel, Celulose e Madeira	10,3	29,1
Química/ Petroquímica	6,4	27,4
Sucro-alcooleiro	16,6	26,2
Eletroeletrônica	12,2	22,4
Indústrias da Saúde	5,1	7,4
Software	2,9	2,8
Total	281,5	546,6

Fonte: (BNDES, 2008)

O valor dos investimentos previstos na indústria eletrônica no Brasil (Tabela 2.1), de 2008-2011, é otimista porque baseado na projeção pré-crise econômica 2008-2009. No período de 2005 a 2008, a indústria eletroeletrônica no Brasil cresceu à taxa média de 21% a.a., em valor da produção em dólares. A forte expansão do mercado interno no ciclo de crescimento 2003-2008, acompanhada da valorização da moeda nacional e do planejamento de investimentos no setor elétrico, levaram às projeções do investimento de R\$ 22,4 bilhões para a indústria elétrica e eletrônica combinadas, sendo que a primeira responde pela maior parte desta previsão, no cenário atual. As projeções de investimento para o setor elétrico dependem dos investimentos em GTD, que serão pouco desacelerados pelo governo nacional. Para a indústria eletrônica, cujo ciclo de investimentos depende menos da política governamental interna – exceto pela expansão da demanda interna, da renda média do trabalhador e dos incentivos fiscais ao consumo – e é em grande medida decidido em companhias globais, o investimento no Brasil será modesto ou apenas gradual – sem novas grandes plantas – para acompanhar a expansão da demanda interna esperada em 2009-2011.

O cenário de médio prazo da indústria eletrônica aponta poucos investimentos estruturalmente importantes no horizonte da produção até 2012. No subsistema de componentes semicondutores, aponta-se como próximos da viabilidade três investimentos na etapa produtiva de encapsulamento de *chips* (para *smart-cards*, para circuitos integrados de memória e componentes discretos), que somados serão inferiores a US\$ 200 milhões. Outro aspecto, mais significativo para este estudo, é entender quais investimentos de caráter induzido ou estratégico poderão alterar o cenário de fraca competitividade internacional da indústria eletrônica no Brasil.

Tabela 2.2 - Distribuição de Número de Estabelecimentos, VTI, Pessoal Ocupado, Receita Líquida e Investimentos. Eletrônica e TICs (serv.) – 2006 (%)

	Nº de Estabelecimentos	Valor da Transformação Industrial - VTI	Pessoal Ocupado Emprego	Receita Líquida RL	Investimentos Montantes Gerais	Investimentos Terrenos e edificações	Investimentos Máquinas e equipamentos
Eletrônica	2,57	3,76	3,09	4,79	1,12	1,01	0,84
TICs	2,74	7,40	2,89	6,53	11,54	3,08	16,47
Total / Indústria	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Tabulação especial elaborada pelo IBGE a partir de pesquisas anuais

Na Tabela 2.2, para porte similar de número de estabelecimentos, pessoal ocupado e receita líquida, os indicadores de investimento da indústria eletrônica foram dez vezes inferiores no montante total, e vinte vezes menores em máquinas e equipamentos, na comparação com os realizados por empresas de serviços de TIC. Na Tabela 2.3 os indicadores de investimento como percentual da RL (1,26%) e como percentual do valor da transformação (4,0%) na indústria eletrônica estão muito abaixo da média dos 110 mil estabelecimentos amostrados na PIA/2006, que é de 5,42% e 13,5%, respectivamente. A produtividade do trabalho, no setor de serviços de TICs já é o dobro do verificado na indústria eletrônica brasileira. A falta de dinamismo de investimentos na indústria eletrônica amostrada na PIA deve ser entendida como uma sinalização de inércia estrutural – sem grandes investimentos sinalizados nos últimos anos – e de retração das indústrias

líderes globais – como uma aversão ao investimento neste setor no Brasil. Em suma, resulta da falta de competitividade da indústria local, de seu adensamento insuficiente. A mesma contribui com apenas 4% do total de exportações industriais do país (ou US\$ 5,0 bilhões em 2006). A mudança estrutural na indústria não aconteceu nesta 1ª. década também por falta de investimentos significativos, exceto na introdução de novas plantas de montagem nas quais são mudados incrementalmente os equipamentos de montagem eletrônica.

Tabela 2.3 - Indicadores de Desempenho Econômico da Indústria Eletrônica e serviços de TIC e da Indústria Brasileira – 2006

	Porte empregados por estabelecimentos	Produtividade	Receita por empresa (R\$ 1000)	VTI Receita	Investimento Receita	Investimento VTI	Investimento Máquinas Investimento Total
Eletrônica	211	99.237	66.483	31,48%	1,26%	4,00%	41,76%
TICs	185	208.574	84.760	45,41%	9,56%	21,06%	78,74%
Total /Indústria	175	81.580	35.597	40,11%	5,42%	13,50%	55,16%

Fonte: Tabulação especial elaborada pelo IBGE a partir de pesquisas anuais

Tabela 2.4 - Variação da Participação da Indústria Eletrônica no Total de Estabelecimentos, VTI, Pessoal Ocupado, Receita Líquida e Investimentos, Exportações e Importações –2000-2006 (%)

Sistemas produtivos	Nº de Estabelecimentos	Valor da Transformação Industrial - VTI	Pessoal Ocupado Emprego	Receita Líquida RL	Investimentos Montantes Gerais	Investimentos - Terrenos e edificações	Investimentos Máquinas e Equipamentos	Exportações (US\$)	Importações (US\$)
Variação da contribuição na distribuição total (%)									
Eletrônica	0,12	-2,07	-0,19	-1,90	-3,53	-3,22	-3,45	-2,89	-2,45
Variação da participação no total (%)									
Eletrônica	4,36	-33,37	-4,92	-25,14	-73,53	-69,33	-80,22	-42,00	-12,65

Fonte: Tabulação especial elaborada pelo IBGE a partir da PIA e de informações da SECEX

A comparação dos dados da PIA de 2006 e 2000 permite verificar a trajetória dos investimentos, da receita, do pessoal ocupado e do comércio exterior da indústria eletrônica, quando comparados à evolução do conjunto da indústria no Brasil. Como mostrado na Tabela 2.4, a indústria eletrônica perdeu posição relativa no tecido industrial amostrado pela PIA, no período de 2000 a 2006. A sua contribuição na distribuição total do VTI caiu 2,07 pontos percentuais (p.p.), a receita líquida 1,9 p.p. e mais de 3,5 p.p. no montante de investimentos na indústria. No cálculo da Tabela 2.4 apenas os doze sistemas produtivos amostrados na PIA foram levados em consideração – o setor de serviços de TIC e outros não estão considerados na amostra. O recuo de 2,45 pontos percentuais na distribuição de importações pelo setor é explicado pelo aumento global das importações de 60% no período, e também porque aproximadamente metade das importações (em valor) de eletrônicos são realizados por outros setores usuários, como serviços de telecomunicações, comércio varejista, serviços em geral, automotivo, manutenção, máquinas e equipamentos industriais, etc. No global, os bens de eletroeletrônica montavam cerca de 19 a 22% das importações do Brasil, pelos dados da Secretaria de Comércio Exterior/SECEX no período.

A sinalização de quais investimentos são mais importantes para a cadeia no Brasil já foi realizada na Política Industrial Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) anunciada em março de 2004, e na Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), anunciada em maio de 2008. Os setores de TIC (industriais, software e serviços) e os componentes semicondutores foram colocados como estratégicos na PITCE e parte importante do PDP. Os investimentos privados nos últimos cinco anos, porém, não se direcionaram para a área de componentes eletrônicos, com poucas exceções, mesmo após o MCT anunciar um plano nacional para a microeletrônica em 2002. Mesmo com a demanda interna e global fortemente ascendente para certos componentes de TIC (como LCDs para monitores, TVs e *notebooks*, memórias *flash*, etc.), os investimentos não aportaram no Brasil no período. Há, portanto, dificuldades sistêmicas para o crescimento dos investimentos nesta indústria, mesmo na presença de forte crescimento interno, que neste estudo são diagnosticadas.

A dinâmica da indústria global de eletrônica contém certamente os elementos explicativos para o baixo investimento na indústria eletrônica no Brasil. Os desafios e oportunidades trazidos por esta dinâmica devem ser detalhadamente diagnosticados, para a consequente adoção de posicionamento estratégico de nosso país.

O cenário global traçado anteriormente deixa claro que o setor de eletrônica é marcado por elevado grau de dinamismo tecnológico, o que determina incertezas para todas as empresas, em especial para as não inovadoras ou especializadas em montagem eletrônica. Os produtos eletrônicos têm ciclos de vida cada vez mais curtos, especialmente os de TIC, utilidades domésticas e de entretenimento. Antecipar as tendências tecnológicas, inserir-se na cadeia global de suprimentos e, principalmente, dinamizar a capacidade de inovar em *design* (ou projeto) eletrônico são imperativos de crescimento para as empresas locais.

Especialmente relevante para entender o crescimento das empresas de eletrônica é a capacitação das mesmas para fazer o *design* e "*branding*" de seus próprios produtos. Capacitação que combina quatro habilidades empresariais muito essenciais na cadeia eletrônica:

- a) A capacidade de antecipar tanto as tendências de consumo quanto das tecnologias associadas ao produto;
- b) A capacidade de inovar radicalmente, oferecendo produto e serviço novo que geram a demanda no mercado, pelo simples fator "novidade" – um padrão típico, por exemplo, dos "produtos virtuais" que chegam via Internet;
- c) Sofisticada capacidade de engenharia de produto e até mesmo de P&D (pesquisa e desenvolvimento) avançados, o que implica capacidade gerencial, associação com parceiros tecnológicos globais e mais aptos, e em última análise: assumir maior risco na engenharia do produto eletrônico;
- d) Capacidade de mobilizar a cadeia de componentes e de subcontratação de OEMs para prover o produto em antecipação à acirrada competição dos produtores líderes. Esta capacidade requer o compromisso com volumes de produção que, em fase inicial e de maior risco, empresas pequenas e médias de eletrônica geralmente não toleram assegurar aos subcontratados.

Como foi diagnosticado no capítulo anterior, e apresentado nas conclusões do mesmo na seção 1.5, este estudo discutiu as características principais que marcam a baixa capacidade de inovação das cerca de mil empresas de eletrônica no Brasil que a PINTEC 2006 considerava inovadoras no cenário nacional, segundo critérios daquela amostragem do IBGE. Portanto, as empresas de eletrônica com plantas no Brasil não parecem ter, isoladamente ou por divisão interna das corporações globais, internalizadas de forma orgânica as habilidades acima descritas.

Os desafios e oportunidades apresentados às empresas brasileiras, mesmo na presença de um cenário de baixa inovação sistêmica local, são tratados na próxima seção.

2.2. Desafios e Oportunidades Associados às Mudanças Tecnológicas

As oportunidades de investimento no mundo estão condicionadas por contínuas mudanças tecnológicas e pela enorme competitividade associada à intensa inovação, que são características marcantes desta indústria. E que continuarão a ditar os termos da competitividade das empresas na eletrônica mundial. As mais significativas tendências tecnológicas para os próximos quinze anos são:

- a) "*Componentização*" crescente dos sistemas eletrônicos;
- b) Convergência das funcionalidades em plataformas digitais ;
- c) Integração de serviços, mobilidade e ubiquidade nas funções dos produtos eletrônicos que são habilitadores das TICs;
- d) Manufatura eletrônica crescentemente automatizada, eficiente e flexível, operando globalmente no modelo OEM e ODM com alta eficiência em logística.

2.2.1. A "*Componentização*" Crescente dos Sistemas Eletrônicos

A crescente "*componentização*" dos bens de TIC e de utilidades domésticas significa que os componentes eletrônicos e seus subcomponentes constituintes são responsáveis pela agregação de funcionalidades importantes, pela conferência de diferenciação e pela oportunidade de rápida obsolescência de produtos atualmente líderes, para manter ou fazer crescer a demanda. Os produtores de computadores e de aparelhos móveis de comunicação/entretenimento/computação são paradigmas desta tendência: as funcionalidades mais importantes para o consumidor estão associadas às funcionalidades e padrões atendidos pelos componentes e pelo *software*, tais como:

- Processadores, memória não-volátil semicondutora ou magnética, memória RAM (*random-access-memory*) e *displays*;
- Componentes de rádio-frequência associados aos processadores, de forma a permitir a comunicação sem fio pelo usuário via Web.
- *Design* do produto e do *software* que funcionalizam, respectivamente, a aparência e a ergonomia, e as capacidades do aparelho, percebidas e utilizadas pelo usuário. Utilizam-se funções bastante complexas – cuja complexidade é omitida para o usuário por sofisticados dispositivos de interação – e o produto eletrônico é o habilitador das funções associadas aos programas (*software*).

O paradigma acima é essencial para manter a demanda e também o rápido ciclo de inovação e obsolescência programada pela indústria produtora de eletrônicos e de *softwares*. O computador migrou para o bolso do consumidor, e a revolução apenas começou – afinal os componentes são poderosos na computação, compactos e consomem pouca energia elétrica.

Este efeito dos componentes está relacionado também à própria eficiência buscada no processo produtivo da eletrônica: a modularização, componentização, as interfaces padronizadas entre módulos e componentes, a funcionalização via programação de componentes computacionais, em conjunto, permitem graus enormes de eficiência, agilidade e distribuição na cadeia produtiva. São soluções universais buscadas pela engenharia do produto, esta sempre inovadora na eletrônica e no *software*. Adicionalmente e muito importante, o dono da marca e o produtor do bem final – ou o montador ágil do mesmo para a produção OEM (*original equipment manufacturing*) – adquirem com esta componentização, principalmente, barganha na compra de produtos de diferentes fabricantes, desde que aderentes aos padrões da indústria de TIC. Assim, o componente eletrônico, tanto quanto o software como componente intangível, integra de fato a tecnologia essencial, via de regra.

Os *chips* de memória DRAMs foram os principais impulsionadores do avanço tecnológico na indústria de semicondutores nas décadas de 1970 e 1980, através do desenvolvimento de processos e ferramentas de litografia para fabricação de componentes semicondutores. Isto porque o principal estimulador da demanda à época eram os computadores pessoais, produzidos em massa ao final dos anos 70 com o paradigma do *chip* microprocessador como componente central. E aos quais as memórias mais baratas, as DRAMs, foram agregadas segundo padrões de interface entre *chips*. Entretanto, a partir de 1990, o desenvolvimento de circuitos digitais tipo microprocessadores e chips para funções específicas (ASICs – *application specific integrated circuits*), mais tarde os chamados sistemas-em-*chip* (SoC), passaram a acompanhar a evolução tecnológica dos chips de memória. Os chips microprocessadores passaram à posição de produtos “drivers”, liderando o avanço tecnológico no setor. A emergência de sistemas completos on-chip fez as empresas líderes concentrarem-se em segmentos específicos na fabricação de semicondutores. Na área de memórias, as fabricantes de DRAMs especializaram-se, ao passo que outras empresas concorrentes dedicaram-se às memórias não-voláteis (como EEPROM e flash-EEPROM), que gradativamente assumiram papel de *drivers* também. A intensa competição entre fornecedores de memórias DRAM e entre fornecedores de memórias “flash”, faz reduzir as margens de lucro nesses componentes, cuja queda de preço constante e demanda altamente volátil torna o modelo de negócios para estes componentes bastante complexo. Em qualquer um destes, altos investimentos em capital fixo e em P&D, somados da ordem de 30% do faturamento, fazem com que as incertezas de demanda e as barreiras de entrada por especialização e risco tornem este tipo de atividade fabril extremamente sujeita a prejuízos periodicamente. Isto porque as plantas industriais são caras e devem operar acima de 90% da capacidade para manter-se lucrativas. A natureza cíclica do negócio de circuitos integrados, por exemplo, atesta esta incerteza.

Exemplo da inovação pelo componente são as próximas evoluções para o que chama-se ainda de PC: substituição de componente disco magnético em vácuo (HD) por memórias semicondutoras “flash EEPROM”, substituição de LCD com vidro por *displays* flexíveis e orgânicos, mais baratos, substituição de carregadores com fio por carregadores por irradiação, substituição de processadores por outros com maior autonomia (menos Watts por operação). A lista de inovação pelos componentes é vasta e afeta horizontalmente dezenas de produtos ao mesmo tempo.

Deve-se observar que a tecnologia de fabricação de *chips* é usada também para a produção de outros componentes, a exemplo dos sistemas micromecânicos MEMS (Bampi, 2004). A competitividade das indústrias do complexo eletrônico está associada à atualidade e competitividade de seus produtos, as quais vinculam-se aos *chips* a eles incorporados. Os ASICs contêm inovações funcionais que diferenciam os bens eletrônicos e permitem a apropriação tecnológica no produto final através de patentes e segredos industriais. Assim o progresso técnico nos bens eletrônicos está, em larga medida, associado à disponibilidade de ASICs, que permitem produtos mais baratos, compactos e de maior confiabilidade – além da proteção à propriedade intelectual do inovador (Bampi, 2004). O segmento de ASICs atingiu o expressivo faturamento de US\$ 34 bilhões no ano 2000¹⁰, seguido de queda para US\$ 12 bilhões em 2001, estabilizando-se posteriormente no patamar de US\$ 20-25 bilhões/ano.

¹⁰ Estimativa de Booz-Allen Hamilton, 2002 e da ICE. A estimativa do valor da produção de ASICs nas *foundries* fabricantes de *wafers* de silício é menor, já que empresas *fabless* projetam e comercializam os ASICs. As *foundries* apenas os fabricam, sem fazer *branding*. A estimativa da Gartner é que as empresas *fabless* já respondem em 2007 por 15% do faturamento da indústria de *chips* global.

A tendência crescente à componentização dos sistemas resulta da possibilidade – por *design* e fabricação, combinados – de realizar a integração de sistemas em um único *chip* (*system on a chip* – SOC), fabricado sobre uma pastilha de silício de 1 a 3 cm², no máximo. Isto faz com que o custo do sistema final se aproxime do custo do próprio *chip* encapsulado. Mais significativamente: as funcionalidades essenciais do sistema são aquelas suportadas pelo componente, por especificação e projeto específicos. Assim, estes sistemas-on-chip são o agrupamento de duas classes de componentes: os ASICs (acima definidos) e os ASSPs (que são componentes/*chips* padronizados, que servem para uma aplicação específica, ou *application-specific standard products*). Não há diferenciação técnica ou diferente complexidades nestas duas classes. O que diferencia estes tipos de SOCs é o modelo de comercialização: os ASICs são cativos para uso de um único fabricante de bem final, enquanto os ASSPs são específicos para uma função em um produto e são vendidos no mercado para qualquer fabricante. Por exemplo, a Qualcomm, a nVidia, a Broadcomm, a Altera e a Xilinx são empresas de *chips*, *fabless* por não fabricar nem encapsular o componente. Porém, estas detêm a propriedade intelectual do projeto do *chip* e sua comercialização para qualquer empresa produtora do bem final, por exemplo, PC, celular, PDA, *notebook* ou GPS. Em comum, tanto ASICs quanto ASSPs podem ser um sistema completo em único componente semicondutor.

O cenário brasileiro para a indústria de componentes eletrônicos de alto valor agregado e para sistemas-em-*chip*

A indústria de componentes eletrônicos (ou o setor da CNAE de “material eletrônico básico”) no Brasil não atua como produtor de componentes no paradigma acima. Apenas as etapas finais de pré-vendas (marketing e suporte ao cliente), venda e distribuição são realizadas no país pelas empresas líderes de eletrônica. Aqui verifica-se deficiência severa da estrutura industrial no Brasil. A indústria de eletrônica local é importadora dos componentes do paradigma SOC acima. As poucas indústrias existentes são fortemente desincentivadas pela inexistência de barreiras tarifárias na importação e pela dinâmica de valorização cambial do Real. As mesmas são penalizadas por taxação na importação de insumos a tarifas superiores à aplicada sobre a importação do produto ou componente pronto. A combinação destes fatores, aliados a fatores estruturais da dinâmica baixa de inovação local e estratégia global dos grandes produtores de bens finais, conduzem ao seguinte cenário, que tende a permanecer no médio prazo:

A. Os consumidores finais brasileiros dos bens de TIC se beneficiam da combinação destes fatores: i) crescente funcionalidade dos sistemas eletrônicos de comunicação/computação/entretenimento montados com componentes de alto valor; ii) quedas apreciáveis de preços e de margens da indústria de montagem eletrônica, derivados da rápida evolução dos produtos e obsolescência induzida pela inovação nos componentes e nos *softwares*; iii) valorização cíclica do Real e da inexistência de barreiras à importação dos componentes, o que torna os produtos finais montados no país ainda atrativos em preço, desestimulando a importação de produtos finais pelo comércio varejista.

B. A indústria brasileira perdeu dinamismo tecnológico próprio, posto que é conduzida pela inovação em material básico produzido nos centros dinâmicos de inovação em componentes do exterior. Por outro lado, a indústria montadora e de bens finais é beneficiada pela alternativa de “*supply chain*” externa, já que os produtos eletrônicos seguem padrões globais atendidos pelos componentes e podem ser introduzidos no Brasil por simples licenciamento de “*designs*” de referência e pela montagem local com componentes e submontados importados.

C. Grande parte da indústria local de eletrônica, pelo menos as empresas líderes de marcas globais que introduzem plataformas de comunicação e computação no estado-da-arte (Dell, HP, Lenovo, Nokia, Ericsson, etc.) ou bens de entretenimento, não entende como desvantagem competitiva sua – não é *stakeholder* sistêmico – a deficiência estrutural da cadeia produtiva brasileira, já reiteradas vezes diagnosticada: a inovação tecnológica local é inerentemente baixa pela dinâmica da indústria global de eletrônica e de seus componentes. Por esta razão, a estratégia montadora é a ambição possível para a maioria dos países. Nas Américas, além de EUA e Canadá, apenas Brasil e México têm expressão e diversificação industrial para ambicionar mais do que o papel de montadores e distribuidores dos produtos líderes do segmento de TICs e eletrônica da convergência digital.

Sinteticamente, as empresas do *tier 1* (manufatureiras), definidas na seção 1.5, não engendrarão, por sua presença na cadeia local, as condições para implantar a indústria de componentes nos países que as acolhem, como Brasil e México. Ao contrário, buscam fazer compras globais de componentes eletrônicos para manter suas margens, que já são estreitas.

2.2.2. Convergência de Funcionalidades em Plataformas Digitais

Os componentes (ou quase-sistemas hoje referidos como *systems-on-chip*) são habilitadores técnicos de uma tendência irreversível, que já ocorre desde o início dos anos 1990: a convergência entre os terminais e serviços que levam ao usuário final serviços diversos como: telecomunicações, processamento/computação da informação, entretenimento sobre mídias que estão na *World Wide Web*. As mídias como a TV, o jornal, o rádio e a música estão sendo progressivamente acessadas por este meio digital. Na base da convergência, como suporte de infraestrutura, estão os serviços da Internet sob protocolos diversos como o Internet Protocol (IP), transfer control protocol (TCP), hypertext transfer protocol (http), e uma enorme gama de serviços que são denominados genericamente de serviços baseados em Web (*web-services*). Todos trazem conteúdo digital ao usuário, já que a infraestrutura de telecomunicações é digitalizada, extremamente difundida e capilarizada nas cidades. A infraestrutura de telecomunicações é plataforma comum a todos os serviços, e os meios físicos – sejam cabos metálicos, cabos óticos, satélites e transeptores de rádio frequência em redes pessoais (PANs, como o Bluetooth), locais (LANs), metropolitanas (WAN) ou satélites – transportam informação de forma coerente porque aderiram rapidamente ao mesmo protocolo da Internet.

Esta convergência traz enormes oportunidades vinculadas à Internet e aos serviços. Estes sistemas embutidos no produto eletrônico (sistemas *embedded*, ou *embarcados*) sempre requererem o desenvolvimento conjunto de *software* e *hardware* (i.e. uma engenharia de produto integrada e sofisticada). A customização das funções internas dos SOC's (*systems-on-chip*) estão abrindo, por seu lado, novas oportunidades de negócios para empresas fazerem, subcontratadas, o desenvolvimento do software original, a ser embarcado em produtos eletrônicos. As empresas de chips buscam especificar SoC's como plataformas de *hardware* para mais de uma aplicação e para múltiplas versões de um tipo de produto. Neste caso, a customização por *software* é feita após a especificação, o projeto e a fabricação do *chip*. Exemplo destes produtos são os microprocessadores para unidades portáteis dos sistemas de telefonia móvel celular, que buscam atender diferentes padrões de serviços *wireless* no mundo. Os mesmos *chips* processadores e chipsets são fornecidos a diferentes fabricantes de *hardware*, que customizam seus serviços via *software*. Esta tendência é bastante avançada no *hardware* para a infraestrutura de transmissão e comutação nas telecomunicações, no hardware para telefonia sem-fio, em PDAs e produtos da convergência.

A Tabela 2.5 tipifica os tipos de características dos produtos tecnológicos que marcam a nova onda de produtos de TIC e de eletrônica de consumo de massa que são os “*drivers*” atuais da demanda por produtos eletrônicos. A Tabela 2.5 inspira-se no elaborado em (ABINEE, 2009b), com detalhamento adicional dos produtos convergentes e suas características funcionais percebidas pelo usuário final. Neste vasto leque de requisitos residem as possibilidades de inovar pela engenharia do projeto eletrônico, tratada a seguir.

Projeto de sistemas-*on-chip* e *software* embarcado: a oportunidade de inserção na cadeia internacional.

Resulta destas tendências a enorme oportunidade para investimentos modestos, porque dispensam capital fixo expressivo e são intensivos em capital humano e técnico-gerencial, para a inserção de empresas de base tecnológica brasileiras nas seguintes áreas:

- Equipamentos para habilitação de serviços via Internet e em redes sem fio;
- Engenharia de *chips* e sistemas-*on-chip*;
- *Software* embarcado em produtos eletrônicos;
- *Software* para serviços habilitados por dispositivos móveis de comunicação, para logística e automação de transportes, serviços públicos, etc. Este tema extravasa a indústria eletrônica e incorpora aos serviços de TIC e de software, tratados na seção seguinte. Todo este segmento busca inserir-se nos produtos convergentes listados na Tabela 2.5 .

Tabela 2.5 - Características funcionais dos produtos da convergência eletrônica digital. Computadores, eletrônica de entretenimento, comunicadores pessoais, sensores

Característica da função	Objetivos da função	Produtos convergentes
Interface Visual	Tamanho de tela, resolução, fidelidade de cores.Flexibilidade (orgânicos), leveza e portabilidade.	TVs, PCs, celulares, PDAs, dispositivos pessoais 3G, 4G, monitores, etc.
Diversidade	Escolhas de provedores e serviços, personalização ao usuário.	PCs, celulares, PDAs, dispositivos pessoais 3G, 4G.
Mobilidade	Acesso em todo lugar. Baixo consumo (autonomia de energia).	PCs, IPTV, celulares, PDAs, dispositivos pessoais 3G, 4G, etc
Flexibilidade	Sem restrições de plataforma, acesso ou camada física da rede (bluetooth, WiFi, GPRS, GPS, WiMax, etc), ou de padrão de <i>broadcast</i> para TV ou áudio digitais.	TVs digitais, rádios digitais, PCs, celulares, PDAs, dispositivos pessoais 3G, 4G, etc.
Integração	Diversas funções no mesmo dispositivo.	Todos
Serviços	Interativos via WWW e universais. Integração com bancos de informação	TVs digitais, PCs, celulares, PDAs, dispositivos pessoais 3G, 4G, etc.

O desenvolvimento destas tecnologias são oportunidades enormes de inovação, pois novos produtos e serviços trazem novas possibilidades de mercado e criam mercados novos. Os fatores de produção essenciais para explorar as atividades acima são: i) capacidade de engenharia, recursos humanos de alta capacitação; ii) acesso a parceiros/fornecedores de alta tecnologia no mercado internacional de eletrônica e *software*; iii) capacidade de empreender em ambiente de rápida inovação e mutação de tecnologias. E a maior barreira empresarial é seguramente o risco de mercado associado à inovação. A combinação de produtos de *software* e de hardware nas plataformas convergentes, todos centrados nos serviços disponíveis na Internet, são oportunidades para países inserirem suas empresas nos negócios de TIC. Certamente o dinamismo tecnoeconômico da indústria eletrônica será impulsionado por esta tendência irreversível.

2.2.3. Integração de Serviços, Mobilidade e Ubiquidade nas Funções Habilitadas

Como decorrência da convergência acima, os produtos eletrônicos que têm enorme demanda atualmente são competidores dos PCs, celulares e mídias e na verdade fazem a fusão destes produtos – exatamente por prover acesso a todas aquelas funções – e têm as seguintes características:

- suportam funções e serviços diversos (computação, comunicação, *browsing* de conteúdo na Internet, vídeo TV, telefonia sobre IP, vídeo fone, etc).
- suportam a mobilidade do usuário, localmente, regionalmente ou até mesmo em todo o globo para serviços específicos;
- possuem algumas funções ubiquamente suportadas, i.e., o usuário é identificado pela infraestrutura de comunicação e pelo *software* de serviços (como o GPS e o *software* de orientação gráfico-interativa), e não precisa se identificar ou comportar-se ativamente para mudar o contexto locacional. Neste convívio há sistemas e sensores inteligentes, e uma enorme gama de componentes novos e sistemas eletrônicos. No futuro, o reconhecimento automático de pessoas e contextos trará a ubiquidade a patamar de facilidade dos "mouses".

Portanto, os produtos eletrônicos que serão os "*drivers*" para a demanda na próxima década, são na verdade os habilitadores de serviços móveis, com crescente ubiquidade e capacidade de comunicação embutida. Essencialmente, a infraestrutura de telecomunicações e de computação (as TICs) será a mesma, e o paradigma de usuário será: sempre "ON", em

qualquer lugar, para todos os serviços de informação/comunicação. A Internet móvel, sempre no bolso, os indivíduos em rede – um cenário dominante no século XXI.

Da convergência tecnológica resultam oportunidades para crescimento das indústrias inovadoras. Uma classe de transformações é tratada a seguir, pela sua importância nas próximas duas décadas.

A eletrônica transformada e as oportunidades em automação, serviços e serviços de Internet agregados aos bens eletrônicos.

A tendência tecnológica de serviços deste tipo cria as oportunidades para sinergias em que os fabricantes de produtos eletrônicos podem tirar benefícios ao obter parte dos ganhos de escala e escopo com os serviços associados ao produto, e não com a venda dos bens propriamente. Exemplos destas oportunidades abundam: na eletrônica associada à logística de transportes, na telefonia móvel, nos identificadores de rádio-frequência para serviços de ubiquidade, nos sensores e instrumentação que fazem parte da infraestrutura de sistemas ubíquos, inteligentes, e adaptáveis automaticamente ao usuário, entre inúmeros outros.

No Brasil, os setores de bens de automação bancária estão, para manter-se no mercado, buscando agregar uma maior gama de serviços e serviços mantidos por software, especificamente. Assim, empresas de eletrônica que fornecem aos bancos e cadeias de logística tendem a agregar e crescer como empresas de serviços – para as quais é fator chave para competição a capacidade de fazer/adaptar e manter o hardware e, principalmente, os serviços. Tendência similar marca o setor de automação comercial – e dos muitos serviços que ainda serão automatizados em maior grau, como o transporte público, a logística de varejo, etc. O segmento de automação industrial vai cada vez mais incorporar serviços de TICs no chão da fábrica, de redes sem fio para suportar a comunicação na produção industrial, criando novas oportunidades para negócios em desenvolvimento de serviços, software e sistemas de comunicação que serão mais agregadores de valor do que a fabricação dos controladores eletrônicos e componentes do hardware dos sistemas.

2.2.4. A Manufatura Eletrônica Crescentemente Automatizada, Eficiente e Flexível

Outra tendência tecnológica que afetou o modo de produção de eletrônica em escala global, e colaborou para ganhos de eficiência enormes, foi a evolução da manufatura eletrônica para montagem de placas e bens finais. A automação desta com componentes montados sob a superfície de placas (*surface-mounted technology*) propiciou a emergência de empresas eficientes operando em escala global como prestadoras de serviços para a fabricação de partes OEM (*original equipment manufacturer*) e ODM (*original design manufacturing*). As empresas de manufatura sob contrato (CEMs ou de serviços de manufatura eletrônica – EMS) passaram a jogar um papel importante na desverticalização da cadeia e na obtenção de eficiência industrial que as empresas líderes em design passaram a utilizar de forma crescente. Os modelos de compartilhamento do tipo OEM e ODM (*original design manufacturing*) serão mantidos, de forma a criar interfaces ágeis – e bastante móveis no espaço e regidas por contratos de curtíssimo prazo de execução – entre a empresa proprietária do design do produto e da marca e as empresas de manufatura. As CEMs são empresas especializadas, detentoras de poder de comercialização de componentes, eficientes na logística de distribuição de componentes e bens finais em escala global. Possuem plantas altamente automatizadas, de altíssima tecnologia de manufatura e de alta produtividade, que podem ser rapidamente mobilizadas para a introdução de novos produtos OEM ou ODM de terceiros.

No Brasil as empresas líderes globais de CEM e SEM estão presentes, sendo representativas destas as empresas Flextronics, Celestica, Foxconn, Jabil, Samina-SCI, que produzem os produtos eletrônicos que são via de regra os mesmos no mercado global. As empresas deste segmento já têm presença significativa na cadeia há mais de quinze anos, e são prestadoras de serviços de montagem de produtos eletrônicos para uma gama crescente de empresas.

Para manter a chance de competir, a indústria eletrônica no Brasil não pode prescindir de empresas deste tipo, claramente montadoras. Sua eficiência é importante para a cadeia local, e portanto as mesmas devem ter assegurados os incentivos fiscais que hoje já provê a Lei de Informática e suas atualizações sucessivas (Lei 8.248/91, Lei 10.176, Lei 11.077) – quando trata-se de montar bens de TIC incentivados pelas citadas leis. Esta categoria de empresa, apesar de trabalhar com baixa margem e pouco P&D próprio, deve ser um dos “*tiers*” da eletrônica a serem mantidos no Brasil.

Como estas empresas de CEM ou EMS são eficientes em automação e logística de subcontratação, as mesmas requerem hoje algumas medidas específicas: no Brasil elas demandam melhores serviços alfandegários, e também uma redução na exigência de aplicação em pesquisa e desenvolvimento de 5% do faturamento do produto incentivado pela redução de IPI (e apenas montado pela mesma).

2.3. Desafios e Oportunidades Associados às Mudanças nos Padrões de Concorrência e Regulação

A indústria de eletrônica obtém escala global e introduz novos produtos ao se valer da introdução de padrões industriais aceitos em todo o mundo. Os sistemas de qualidade, certificação e normatização são aceitos pela indústria como grandes habilitadores de acesso ao mercado. Instituições de terceiro setor, como a IEEE, a ISO (International Standards Organization), a UL (Underwriter Laboratory), a CE, os fóruns de indústria (para rádio-difusão digital como DVB Forum, ATSC, ISDT Forum, etc.) ou órgãos internacionais de governança governo-indústria como a ITU (International Telecommunications Union), a OMPI (Organização Mundial de propriedade intelectual), a ICANN (para a gerência de nomes de domínios na Internet), o Internet Fórum, etc., têm um papel importante em normatização de padrões para a indústria e para os serviços habilitados pela eletrônica. Estas instâncias, com suas práticas e interação inter-setor, trazem um padrão internacional de qualidade para os produtos de eletrônica e bens de TIC.

Da atuação destas instituições resulta uma padronização que torna a barreira técnica de entrada uniforme para todos os produtores. Desta forma, os países que precisam fazer "*catch up*" tecnológico não obtêm pausas e estão em desvantagens crescentes, no que diz respeito à introdução de novos produtos e serviços. Nas normatizações governo-indústria prevalecem os padrões de qualidade, produtividade e serviços que marcam a trajetória da indústria líder de equipamentos. Esta característica representa uma barreira para novos entrantes. O caso das empresas e governo chineses, que podem utilizar o poder de normatização interno do Estado, no nível nacional, para seu crescente mercado interno, é uma comprovação de como a regulação de serviços (como o de TV digital aberta, ou rádio *digital broadcast*), se convenientemente utilizada, pode beneficiar um conjunto de produtores – especialmente os líderes. No caso da China, a introdução de padrões locais e uso do poder de compra do governo serviu como barreira de entrada para permitir o progressivo "*catch up*" de sua indústria local na área de equipamentos de telecomunicações.

No caso do Brasil, a indústria de transmissores e receptores de TV digital tem uma oportunidade similar, ainda que em condições adversas pela ausência de grandes inovadores locais no setor de componentes e equipamentos. A oportunidade deriva da adoção em 2006 de um padrão de TVD ISDB-T japonês, modificado na especificação do software "*middleware*". Neste caso, a oportunidade é mais significativa para as empresas de *software* de interatividade remota, já que esta parte da normatização buscou propiciar uma oportunidade de "*catch up*" no *middleware* e nos aplicativos de *software* que utilizam as funções deste *middleware*. A recomendação H.761 da ITU, de 2009, já incorporou esta especificação nascida nos laboratórios de universidades brasileiras e que faz parte da norma do SBTVD (sistema brasileiro de TV digital). No caso da codificação da informação do vídeo digital, adotada na TV digital aberta no Brasil, a do padrão internacional ITU H.264/AVC, por se tratar de recomendação de 2003, a indústria de componentes internacionais já têm desde 2004 os chips necessários ao atendimento deste padrão, sem gerar neste aspecto diferencial algum para empresas brasileiras no segmento de receptores de TV digital.

No subsistema de equipamentos de telecomunicações, a oportunidade de novos produtos está associada ao licenciamento pela ANATEL de novas bandas para novos serviços, com frequências de acesso em microondas, acima de 2,4 GHz, para sistemas baseados no conjunto de tecnologias WiMax (para wide-area microwave access). As empresas nacionais de telecomunicações, porém, sofrem forte concorrência internacional, pois os padrões mencionados contêm tecnologias já patenteadas por empresas líderes. E estas dominam o mercado brasileiro de equipamentos de telecomunicações.

2.4. Desafios e Oportunidades Associados às Mudanças nos Padrões de Demanda Mundial e Nacional

Na indústria de bens eletrônicos há três importantes tendências que continuarão a acompanhar sua trajetória nas próximas décadas:

- i) A exacerbada desverticalização da cadeia produtiva, com CEMs para bens, *foundries* para componentes, testadoras especializadas, empresas de *software* embarcado, etc. todas contribuindo valor ao bem final. Neste caso, há que entender os acentuados processos de agregação de valor em etapas outras, que são realizadas em diversos países para o mesmo produto eletrônico final;
- ii) A fragmentação espacial da produção, que exige, por sua vez, de todos os participantes da cadeia, uma agilidade em:
 - a. Engenharia de projeto, com reuso do *software* e do projeto de componentes, para propiciar ganhos de escopo.
 - b. Manufatura sob encomenda: de placas, submontagens, componentes e produtos finais, pelas CEMs, *foundries*, etc.
 - c. Distribuição – que tem como requisito procedimentos ágeis de importação/exportação, incluso procedimentos alfandegários leves.
- iii) A crescente redução do ciclo de vida do produto eletrônico no mercado, o que acentua a importância das outras etapas não fabris de agregação de valor.

Das características acima derivam algumas oportunidades para investimentos no Brasil, porém enormes desafios permanecem para que a indústria eletrônica brasileira se ajuste aos padrões de agilidade acima.

O padrão de desintegração da produção, acima referido, resulta da integração do comércio, do impacto das TICs no chão-de-fábrica e na logística eficiente – nas alfândegas dos países integrados, por exemplo –, e de características específicas da indústria de bens leves. Características como o baixo peso por dólar de produto, que torna os custos da logística global toleráveis. A integração de comércio internacional e a desintegração da produção eletrônica se associaram, portanto. A globalização da produção e o papel mais ativo dos países em desenvolvimento foram possíveis por três conjuntos de fatores:

- 1) Mudanças institucionais ocorridas nas últimas duas décadas (liberalização do comércio, fluxos internacionais de capital e de investimento direto no exterior, privatizações etc.) que ampliaram a mobilidade da produção;
- 2) O papel da difusão das tecnologias da informação, ao aproximar mercados e processos segmentados e possibilitar o crescimento industrial e a troca de conhecimentos em países em desenvolvimento;
- 3) A concorrência internacional, que pressionou por mais eficiência e menores custos (Ernst e Kim, 2001).

A característica técnica da modularidade dos produtos na eletrônica em geral, e nas TICs em particular, também facilitou a globalização da produção, pois a realocação internacional da produção foi acompanhada de um movimento de fragmentação internacional do processo produtivo, definida como a separação física de partes diferentes do processo de produção (Arndt e Kierzkowski, 2001), conforme citado por Gereffi et al (2005).

A crescente conexão da 'integração do comércio' com a 'desintegração da produção', segundo Feenstra (1998), decorreu da adoção, pelas firmas líderes dos países desenvolvidos, de um modelo mais avançado de organização, denominado de "cadeia produtiva global", na qual vigem os "sistemas de contratação OEM" (Hobday, 2008). Este padrão foi levado à máxima adoção e velocidade de implantação exatamente na indústria eletrônica, como trata a seção 2.2 acima. Este modelo é uma evolução do anterior, de caráter mais "fordista", que privilegiava a integração vertical e no qual empresas multinacionais instalam plantas específicas em diferentes países, porém com integração e transferências intercompanhia. Este modelo, por exemplo, ainda é adotado na cadeia de produção de *chips* pela Intel, que mantém integração vertical intraempresa. Por exemplo, na Costa Rica a Intel tem a maior fábrica do país, dedicada ao encapsulamento de *chips* produzidos nas suas fábricas nos EUA, Irlanda e/ou Israel. Uma atividade de enclave, ligada à demanda internacional, com as características de distribuição global da produção mencionadas.

Na cadeia global, a produção transfronteiras é organizada pelas firmas líderes dos países desenvolvidos. Elas desenvolvem cadeias de produção, formadas por subsidiárias próprias e/ou firmas associadas ou subcontratadas em vários outros países, situadas em diversas etapas da cadeia, e trabalhando em conjunto para fazer os produtos, serviços ou sistemas ofertados pela firma líder da cadeia. Este modelo permite tanto a economia de custos de transação como a criação de novas capacitações, pela integração do conhecimento e das capacidades de produção dispersos, através da adoção de novas práticas gerenciais e de sistemas avançados de comunicação e informação (OECDa, 2008) (ERNST, 2003). Frise-se que essas firmas líderes mantêm a coordenação ou o governo das cadeias, através do seu poder de compra e/ou domínio de atividades estratégicas como pesquisa e desenvolvimento, *design*, logística, *marketing*, marcas, especificações e/ou controle dos mercados. Os casos de produtos de sucesso mercadológico recente, os *smartphones*, produtos de convergência como o iPhone da Apple ou o Blackberry da RIM, mostram que na indústria eletrônica global o produtor do bem apropria-se valor muito menor do que o detentor da marca e dos produtores de propriedade intelectual – software embarcado em componentes – e daquelas etapas não fabris.

As empresas dos países em desenvolvimento entram nas cadeias como subcontratadas para tarefas específicas. Para elas, o acesso ao mercado mundial não se dá pela venda de novos produtos e sim pela participação em cadeias dos produtos das firmas que conjuntamente fazem o desenho, produção, *marketing* e vendas. Essa participação em cadeias globais abre oportunidades e desafios para o seu aprimoramento e crescimento. No caso do Brasil, esta oportunidade deve ser explorada nas duas partes da cadeia – produção e propriedade intelectual original.

O aprimoramento das firmas dos países em desenvolvimento inseridas em cadeias globais é mais fácil porque nelas é intenso o fluxo de informações e as demandas da cadeia de bens eletrônicos variam constantemente, se tornando, em geral, cada vez mais sofisticadas. É comum o aprimoramento em etapas sucessivas: aprimoramento do processo, do produto (passando a fazer o desenho do produto ou lançando novos modelos, por exemplo), aprimoramento funcional (executando novas funções na cadeia) e diversificação para novos produtos. O papel do software embarcada neste fluxo de inovações é cada vez mais importante e traz a oportunidade de entrada na cadeia sem grande investimento em capital fixo. Uma oportunidade para a engenharia dos bens, a ser realizada no Brasil – uma meta para a indústria nas oportunidades de produtos da convergência digital.

Mas a participação em cadeias globais também traz potenciais obstáculos. O suporte da firma líder para projetos de aprimoramento das firmas dos países em desenvolvimento depende dos seus próprios ganhos. Ela costuma apoiar mais frequentemente inovações incrementais do que inovações radicais. Elas também se opõem às formas de aprimoramento funcional que possam levar a sua substituição. Como as firmas líderes retêm as decisões mais importantes na cadeia, elas podem eventualmente dificultar ou mesmo não permitir o aprimoramento de firmas subordinadas e/ou promover forte competição por preços mais baixos; o caso de *race to the bottom* que faz com que as pequenas empresas de CEM tenham maiores dificuldades para inserção na cadeia global. Já as grandes empresas de CEM oferecem agilidade e qualidade globais para as empresas que contratam seus serviços de manufatura.

A indústria eletrônica é um caso importante desta fase de globalização, mas que não pode ser generalizado para outros setores econômicos (Hobday, 2000). Sua resultante histórica, tal como demonstram os dados das Tabela 1.1 e 1.2, foi e continua sendo amplamente favorável para as firmas dos países em desenvolvimento da Ásia, como produtores de bens, e para as empresas líderes dos países desenvolvidos, que detêm em suas empresas o *market share* global com a produção distribuída para alhures. As firmas brasileiras não se inseriram de forma expressiva neste sistema produtivo. Uma questão importante é como se posicionarão, se os caminhos estão abertos e qual a estratégia factível para empresas brasileiras, sabidamente tardias neste segmento.

A realocação espacial da produção física de eletrônicos para países menos desenvolvidos se acentuou nos três anos 2005-2008, conforme mostrado na Tabela 1.2. Neste período, a produção brasileira foi a que mais cresceu, em dólares, entre os países considerados. Entre 2005 e 2008, houve uma valorização de 25% no câmbio, enquanto os preços dos produtos de informática no exterior continuaram caindo, o que explica o crescimento da produção brasileira do setor de informática, por exemplo.

A progressiva fragmentação espacial da cadeia produtiva, com produção realocada para os países em desenvolvimento, aumentou o volume do comércio internacional de bens de TIC e a demanda por *software* TICs intangíveis. Os principais países consumidores continuam sendo os países desenvolvidos, o que gera excedente comercial expressivo para os países asiáticos. Por sua vez, o fluxo de propriedade intelectual e da produção de intangíveis – serviços, licenciamento, consultorias e *software* – continua sendo amplamente favorável aos países desenvolvidos, como na cadeia de *software*, por exemplo. Resulta que o comércio internacional de produtos de TIC cresce mais rapidamente do que o da média dos produtos industriais. Os dados da OECD na Tabela 2.6 mostram a evolução, entre 1996 e 2005, da participação das exportações de TIC no total das exportações mundiais. Estas cresceram de 13% para 15%, colocando as indústrias de bens de TIC como um setor extremamente dinâmico do comércio mundial. Os países em desenvolvimento com participação expressiva na cadeia de eletrônicos verificaram na década um crescimento expressivo nas importações e exportações de TICs, da ordem de 11 a 12% a.a. no período 1996-2005, revelando que forte integração comercial – exportando e também importando eletrônicos – é condição importante para o crescimento da indústria em dado país. Esta é uma decorrência do modelo de fragmentação espacial e desverticalização exacerbada da produção no setor, já mencionados anteriormente.

Na América Latina, note-se o papel proeminente e o crescimento expressivo do comércio de TICs a partir do Brasil, de 9,9% a.a. (Tabela 2.6). O maior volume de exportações da região foi do México. Sua forte participação se deriva da crescente integração produtiva com os Estados Unidos. O mesmo ocorre com os países em desenvolvimento asiáticos e do leste europeu, mas em relação a um conjunto diferente de países mais desenvolvidos.

A oportunidade mais expressiva para o Brasil decorre da necessidade de atendimento da demanda interna por bens e serviços de TIC. No modelo atual, são os serviços que se expandem e diversificam que atuam como geradores de demanda interna. No caso da demanda internacional, o crescimento será mais expressivo nos países em desenvolvimento, e as oportunidades estarão abertas às empresas capazes de oferecer serviços e produtos com competitividade internacional, com rápida capacidade de atualização tecnológica dos eletrônicos.

Tabela 2.6 - Exportações e importações de TICs (*bens e software*) (US\$ bilhões)

EXPORTAÇÕES DE TIC	1996	2000	2005	Cresc. (% aa) 96-05	Cresc. (% aa) 00/05
Países desenvolvidos	458	648	716	5,1	2,0
Países em desenvolvimento	243	462	795	14,1	11,5
Ásia	224	418	742	14,2	12,2
América Latina/ Caribe	18	43	50	12,0	3,1
México	16	36	44	11,9	4,1
Brasil	1,0	2,5	4,0	16,7	9,9
MUNDO	702		1.514	8,9	
IMPORTAÇÕES DE TIC	1996	2000	2005	Cresc. (% aa) 96-05	Cresc. (%aa) 00/05
Países desenvolvidos	481	717	863	6,7	3,8
Países em desenvolvimento	232	406	691	12,9	11,2
Ásia	194	339	604	13,4	12,2
Am. Latina/ Caribe	31	59	74	10,2	4,6
Brasil	7,3	9,1	10,6	4,2	3,1

Fonte: (OECD, 2008)

2.5. Conclusão

Quatro aspectos importantes devem ser considerados, pois se relacionam à demanda e provimento de tecnologia, bem como ao posicionamento da indústria de bens de TIC no cenário global. A estratégia mais recente dos tigres asiáticos e da China, e o modelo de desenvolvimento empresarial da indústria eletrônica e das empresas de TIC na Ásia encerram lições. Para o setor no Brasil, os aspectos abaixo são igualmente centrais – e o leste da Ásia apontou os caminhos:

- i) O crescimento das atividades de inovação própria e sua relevância para o desenvolvimento de produtos próprios. Esta é a rota anteriormente discutida como imperativo para investimentos seletivos em capital humano e em capacidade empresarial na eletrônica no Brasil.
- ii) A relevância da transferência internacional de tecnologia no complexo de TICs e na indústria eletrônica em geral. Trata-se, portanto, de reconhecer que a internação de tecnologia eletrônica no Brasil deve ser feita com empresas líderes, mesmo pelas menores empresas brasileiras. Limitar-se a fabricar os equipamentos das empresas líderes, aqui montando bens cuja propriedade intelectual é reservada, não muda estruturalmente a indústria.
- iii) Há o aspecto da competição pelas atividades fabris com as grandes firmas e agregados empresariais (clusters) importantes no leste da Ásia, especialmente na China e outros países em desenvolvimento. A competição com elas não exclui a aliança estratégica com parceiros daqueles clusters. No modelo japonês de introdução da eletrônica dos semicondutores, o parceiro EUA dos anos 1950 em poucos anos foi tornado o competidor. Com a China, a indústria brasileira deve buscar o que melhor oferecem agora, especialmente a produção eficiente de partes do produto. E o mercado mundial continuará a evoluir, dentro de um cenário provável, brasileiro e global, colocado em macro-indicadores na Tabela 2.7, trazendo oportunidades de crescer com a indústria chinesa de eletrônicos e também explorando as enormes oportunidades de inovar para as cadeias produtivas de expressão no Brasil, como na eletrônica para o agronegócio.
- iv) O padrão mundial das indústrias de TIC será o de alto coeficiente de importações, de modo estrutural, em todos os países. A diferenciação será pela natureza do valor localmente agregado: alto ou baixo. Aqueles países centrais mantiveram emprego e importância em etapas vitais da cadeia eletrônica (engenharia, design de produto, licenciamento de propriedade intelectual, software, bens de capital do processo e serviços), mesmo depois da “fábrica do mundo” situar-se além-mar, como o efeito Nike ou iPod por assim dizer. E os países em desenvolvimento que expandiram a produção física de eletrônicos verificaram simultaneamente expressivo crescimento tanto das importações quanto das exportações de TICs, da ordem de 11 a 12% a.a. no período 1996–2005, como a Ásia recentemente (dado da Tabela 2.6). Movimento que beneficia muito a indústria dos países centrais. Assim se dá o efeito Cingapura na eletrônica, com a importação comportando-se pela dinâmica da exportação – requer-se forte integração comercial global do país, exportando e também importando eletrônicos, condição importante para o crescimento da indústria eletrônica em dado país. Esta é uma decorrência do modelo de fragmentação espacial e da desverticalização exacerbada da produção no setor, já detalhadas anteriormente.

Tabela 2.7 – Síntese quantitativa de dois cenários: Mundo e Brasil (2007-2022)

Macroindicadores	Valor em 2007	Cenário Otimista ¹¹	Cenário Provável ¹²
Taxa de crescimento da economia mundial (%) (PIB, média no período)	4	4	2
Taxa de crescimento da economia brasileira (%) (PIB, média no período)	4.8	6	4
Taxa de desemprego (% PEA, média no período)	9 (set)	5	8
Taxa de crescimento da produtividade do trabalho (média do período)		3	2
Taxa de investimento da economia brasileira (% s/PIB) (média no período)	17	24	19
PIB/capita (final do período, preços 2007) US\$	8.400 (2005)	17.500	13.000
Desembolso para FBCF	38	169	117
Desembolsos totais	65	285	177

Os aspectos acima são desafios concretos e urgentes para a competitividade e crescimento das empresas brasileiras de eletrônica. Interesse em crescer e ingressar no mercado internacional é registrado pelo setor no estudo "A indústria elétrica e eletrônica em 2020: uma estratégia de desenvolvimento" (ABINEE, 2009b) elaborado pela ABINEE e pela empresa LCA Consultores. A meta explicitada num cenário desejável pelo setor¹³ é de um crescimento anual de 10% a.a. da indústria eletroeletrônica no Brasil, a ser sustentado na média pelo período 2009 a 2020, o que elevaria o faturamento do setor eletrônico para cerca de 5,1% do PIB no horizonte de 2020. Em 2008, foi de aproximadamente 2,9%. Uma meta expressiva, baseada no aumento da competitividade internacional e nas exportações do setor eletroeletrônico, configurando um crescimento acima do PIB e da indústria eletrônica mundial. Para o setor eletroeletrônico todo, a meta otimista seria de 7% do PIB em 2020 (ABINEE, 2009b). Para atingir esta meta de longo prazo, condições estruturais da indústria eletrônica brasileira devem ser alteradas desde logo, de modo a corrigir a trajetória até aqui apresentada pelo setor. O cenário de longo prazo para esta indústria e as políticas setoriais necessárias são tratadas nos capítulos finais deste estudo.

¹¹ Cenário brasileiro "melhor é impossível".

¹² Cenário "noviça rebelde".

¹³ (ABINEE, 2009b, pg. 11)

As perspectivas de médio e longo prazos para a economia brasileira, e consequentemente para os investimentos no setor de eletrônica, foram avaliados, neste trabalho, segundo a perspectiva dos indicadores macroeconômicos constantes da coluna cenário *provável* da Tabela 2.7. Neste cenário, apelidado de "noviça rebelde", considera-se o crescimento brasileiro de 4% a.a. em média no período 2007-2022, acima da média mundial estimada em cerca de 2% a.a. A população de mais de 210 milhões de habitantes, com renda média de US\$ 13.000 em 2022 (ao valor nominal do dólar em 2007), terá no consumo das famílias um incentivo para manter ativa uma indústria eletrônica de razoável dinamismo. Levando-se em conta o crescimento histórico global dos "tradeable" em TICs, sempre acima de 6% a.a. no mundo, pode-se avaliar que as oportunidades neste segmento serão significativas, e a indústria eletrônica deve ser pensada como parte da aposta de futuro para manter a indústria local competitiva, numa perspectiva de bem-estar e relativa autonomia de decisão produtiva no longo prazo para a sociedade brasileira.

A principal indagação que se coloca é sobre a manutenção e a emergência no Brasil de empresas de eletrônica dos três grupos (*tiers*) mencionados no capítulo 1: as empresas do grupo 1, puramente manufatureiras, do grupo 2 (inovadoras em *hardware*), e do grupo 3 (inovadoras HardTIC). Estas últimas combinam competitivamente na mesma empresa a produção de bens de sua marca com serviços associados, com muito maior valor agregado nos serviços e simultânea subcontratação externa da produção – no modelo Nike da indústria eletrônica.

CAPÍTULO 3 – DINÂMICA DOS INVESTIMENTOS NO SETOR DE BENS DE INFORMÁTICA E DE AUTOMAÇÃO COMERCIAL E INDUSTRIAL

3.1. Dinâmica Global do Investimento

A produção mundial dos bens de TIC cresce mais rapidamente do que a produção industrial de todos os bens. A participação principal no setor é dos bens de informática como computadores, seus periféricos e componentes. Apenas a produção mundial de computadores pessoais (PCs), em 2005, representou US\$ 235 bilhões – (IDC, 2006). A erosão dos preços médios desses bens é constante, o que é compensado pelas repetidas alterações das especificações de desempenho e capacidade dos equipamentos. O volume de produção previsto no mundo (em milhões de unidades) para 2009-2010 é estável, com crescimento modesto do número de PCs, de 1 a 2% ao ano. Porém o faturamento e comércio devem decrescer cerca de 13 a 15% em 2009 sobre 2008, em função da diminuição dos preços médios. As vendas mundiais de PCs cresceram de 140 milhões de unidades, em 2001, para 257 milhões, em 2007, com previsão de 280 milhões em 2009.

O investimento na indústria fabricante de computadores será modesto porque se verificam as seguintes tendências: i) a convergência tecnológica tratada no capítulo anterior incorpora muitas das funcionalidades do PC em produtos convergentes de comunicação e computação, deslocando a demanda para outra classe de produtos de TIC; ii) a inovação e a introdução de novas funcionalidades dependem crucialmente mais dos componentes eletrônicos e do *software* do sistema, que evoluem continuamente como resultado de inovações constantes, do que da indústria montadora dos PCs (e também de celulares de 2ª. ou 3ª. geração) e iii) a logística de cadeia de suprimentos, distribuição, *marketing* e suporte assumem papel mais central para a competitividade da indústria de computadores, de mesa ou *notebooks*. Portanto, o polo dinâmico do investimento estratégico nesta cadeia de produção dos PCs e de produtos convergentes desloca-se progressivamente da cadeia da montagem eletrônica para a cadeia a montante, que engloba os componentes eletrônicos (CPUs, memórias, *displays*, sistemas-em-*chip*, etc.). Pode-se contrastar o valor do investimento em capital fixo para a fabricação de memórias, microprocessadores ou ASSPs (categoria de *chips*) no estado-da-arte com o requerido para a fabricação e/montagem de placas eletrônicas de PCs, celulares e produtos de eletrônica de consumo: aquele, tipicamente, requer inversões em capital que são 50 a 100 vezes superior ao requerido para a operação de uma empresa de manufatura eletrônica de placas sob contrato.

No mapa futuro dos investimentos da indústria de eletrônica, a atividade industrial de montagem dos PCs, celulares e produtos de eletrônica de consumo converge para o modelo já bem estabelecido de manufatura eletrônica sob contratação das detentoras das marcas. No mundo as empresas de CEM e EMS se especializam nesta etapa da cadeia, têm foco nas tecnologias de manufatura eficientes – tendência dissecada na seção seguinte – e terão uma crescente diversificação de produtos, o que desloca o dinamismo do mercado de informática para outros tipos de empresa que não as fabricantes de computadores – acha tende a perder importância para os demais segmentos da TIC. As empresas montadoras sob contrato.

Para o cenário de longo prazo, interessa ao Brasil manter no país empresas fabricantes de computadores e periféricos, mesmo que no modelo de empresas do *tier 1* (grupo de empresas manufatureiras locais e inovadoras globais).

Já os segmentos de automação industrial e comercial apresentam possibilidades distintas da indústria de informática manufatureira. Isto porque há uma diversidade de pequenas e médias empresas nacionais que atuam em competição e, especialmente, de modo complementar com as grandes empresas internacionais do setor. No caso da automação industrial as empresas estrangeiras são dominantes no fornecimento de equipamentos, porém há uma vasta gama de empresas cuja automação é atendida por pequenas e médias empresas nacionais que têm a vantagem da customização para o cliente, atendimento e manutenção próximo a estes. Por esta razão, este setor de automação industrial no longo prazo tende a incorporar-se ao *tier 3* (grupo de empresas *Ino-HardTIC*). Igualmente na automação comercial as empresas médias e grandes da área buscam utilizar computadores e equipamentos de rede mais padronizados, fabricados por terceiros, de modo a oferecer a "solução de automação", que é serviço, *software*, atualização, treinamento e suporte, associados à implantação dos citados equipamentos. Assim, o setor de automação comercial segue uma trajetória diferente da indústria de equipamentos de informática e de rede, buscando diferenciação de serviços sobre plataformas uniformes de *hardware*. Novamente, são empresas do tipo *tier 3*.

3.2. Tendências do Investimento no Brasil

As indústrias de informática e de automação têm seguido trajetórias distintas no Brasil, já que a primeira é dominada pelos bens de massa, produzidos em série pelas empresas líderes, que concorrem com os bens importados na forma de submontagens do leste asiático, e que são distribuídos por um mercado de pequenas empresas – o chamado mercado cinza de computadores. A automação comercial e bancária tem tido maior enraizamento local, por abranger uma gama de produtos e de serviços que diferenciam-se por serem nichos ligados à demanda das empresas locais, com características de serviços especificados pela empresa cliente (banco, empresa de varejo ou de logística) e customizados em sistemas pela empresa de TIC. Os serviços especificados são incorporados aos produtos de automação comercial ou industrial. Em síntese, o tipo de empresa do tier *Ino-HardTIC* incorpora serviços baseados em TIC diretamente no processo produtivo do cliente, empresa comercial ou industrial e prestadora/concessionária de serviços.

Os principais investimentos do setor de informática direcionam-se a plantas de montagem de computadores e periféricos por dois tipos de empresas, que têm presença mundial: i) as *contract manufacturers* (CEM) que atendem uma vasta gama de produtos, não apenas de informática; ii) as empresas com marca própria e líderes no mercado internacional que, na maioria dos casos, sub-contrata as empresas CEM para a montagem de seus produtos. Estes dois tipos de empresas são incentivadas na produção local pela Lei de Informática, que garante isenção de IPI uma vez comprovados dois requisitos:

- a) O cumprimento do processo de montagem de componentes em placas no país (o processo produtivo básico – o PPB) e
- b) A comprovação de investimento de cerca de 5% da receita líquida de vendas em programas de pesquisa e desenvolvimento no país.

As empresas incentivadas concorrem com o chamado mercado "cinza" de montagem de PCs, feito por micro-empresas no Brasil. A base fabril das CEMs não tem sido expandida significativamente, e tem se focado exclusivamente no atendimento do mercado interno. Este segmento não prevê expandir no curto prazo, mas crescer quantitativamente na atividade de montagem à medida que o mercado interno recupere o vigor. Como importadora de todos os componentes, as empresas incentivadas ou do mercado cinza se vêem compelidas a incorporar os componentes de última geração produzidos no exterior, com o que vão gradativamente substituindo modelos e produtos da linha – por exemplo, desktop PCs por *notebooks* ou *netbooks*, *displays* CRT por LCDs, HDs por memórias não-voláteis *flash*, etc.

A Tabela 3.1 apresenta o volume de exportações e importações de bens finais de informática, por tipo de equipamento, e partes e peças diretamente utilizadas como submontagens, no período 2002 a 2008. O déficit setorial atingiu cerca de US\$ 3,7 bilhões em 2008, a maior parte devido à importação de partes, peças, placas, discos e tudo que faz da manufatura de bens de informática de massa uma atividade marcadamente de montagem e de logística global de componentes. As exportações de produtos de informática a partir do Brasil cresceram para o patamar de US\$ 400 a 500 milhões por anos, porém são pouco significativas se comparadas ao mercado total interno de R\$ 35 bilhões anuais. A indústria local de informática não é plataforma de exportação das empresas detentoras de marcas, exceto para o atendimento de países menores no âmbito da ALADI na América Latina. Em todos os produtos a balança é negativa, exceto em equipamentos para automação comercial e bancária, no qual as exportações chegaram a US\$ 75 milhões no ano 2008. Este é um indicador de que pelo menos uma parcela do setor está ampliando sua competitividade internacional, principalmente se levada em consideração a adversidade de exportar face à sobrevalorização cambial ocorrida no mesmo período. Entre 2007 e 2008, entretanto, as exportações na área de informática e automação diminuíram significativamente. Este fato se relaciona tanto com a estratégia de plataforma internalizadora das empresas líderes, quanto com a apreciação recente da moeda Real, como indicaram diversas empresas fabricantes de informática entrevistadas neste estudo.

Tabela 3.1 - Balança Comercial do Segmento de Informática do Brasil- 2002 a 2008 (USD \$ milhões)

Discriminação	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008*
EXPORTAÇÕES	167,9	233,7	312,3	460,0	486,9	422,0	362,6
Computadores	26,3	47,5	80,6	103,1	86,0	62,5	30,9
<i>Notebooks</i>	2,1	6,2	8,7	12,8	12,3	20,0	15,1
Monitores de Vídeo	29,5	75,1	78,6	95,2	88,7	62,7	58,9
Impressoras	19,2	22,9	39,2	68,0	86,3	99,0	95,6
Unidades de Disco Rígido	12,6	11,7	10,7	18,4	10,4	2,5	3,0
Unidades de Disco Óptico	0,4	0,9	0,7	0,9	1,6	1,5	3,0
<i>Gateways e Hubs</i>	0,9	0,7	0,3	0,3	0,7	0,2	0,6
Terminais de Auto-Atendimento	0,4	0,8	1,0	5,2	4,7	3,2	2,1
Outros p/ Autom. Escritório, Bancária e Comercial	6,9	4,0	19,1	68,8	113,7	76,5	75,5
Outros Equipamentos de Informática	20,7	19,9	20,3	27,7	29,3	37,6	32,0
Partes e Peças	48,9	44,0	53,1	59,6	53,2	56,3	44,5
IMPORTAÇÕES	1.328,3	1.250,8	1.500,8	1.948,8	2.654,7	2.886,3	4.022,0
Computadores	126,4	100,7	163,5	153,9	140,1	179,2	238,0
<i>Notebooks</i>	37,2	26,0	30,6	38,0	62,9	129,0	224,7
Monitores de Vídeo	34,2	24,5	30,4	56,9	106,6	106,8	137,5
Impressoras	57,6	60,0	89,9	81,5	126,9	278,4	364,7
Unidades de Disco Rígido	123,7	119,1	127,8	188,8	285,8	319,3	450,9
Unidades de Disco Óptico	34,9	29,4	34,2	74,9	152,4	243,5	296,5
<i>Gateways e Hubs</i>	44,9	9,4	12,0	21,1	15,5	22,2	53,1
Terminais de Auto-Atendimento	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Outros p/ Automação. Escritório, Bancária e Comercial	46,6	35,7	9,8	35,8	29,6	28,8	55,1
Outros Equipamentos de Informática	230,6	235,5	233,8	328,8	417,0	505,1	604,5
Partes e Peças	592,2	610,5	768,8	969,1	1.317,9	1.074,0	1.600,6
DÉFICIT	(1.160,4)	(1.017,1)	(1.188,5)	(1.488,8)	(2.167,8)	(2.464,3)	(3.683,7)

Nota: dados de 2008 calculados por extrapolação de igual período de 2007 (janeiro a setembro). Fonte: SECEX (Agregação BNDES)

3.3. Perspectivas de Médio e Longo Prazos para os Investimentos

As perspectivas são consideradas segundo o cenário possível em 2012, e o cenário de longo prazo, na perspectiva de 2022.

A Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), lançada em maio de 2008 passou a fornecer as linhas gerais para a política industrial e tecnológica para o país. O setor de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) como um todo foi inserido no grupo de "programas mobilizadores em áreas estratégicas", cuja coordenação ficou a cargo do Ministério da Ciência e da Tecnologia (MCT) e a gestão ficou a cargo do MCT e do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). O programa de TICs foi dividido em cinco subprogramas, a saber: software e serviços de TI, mostradores de informação (*displays*), microeletrônica, infraestrutura para inclusão digital e adensamento da cadeia produtiva. Ressalta portanto que, os investimentos estratégicos de longo prazo estarão voltados para o adensamento da cadeia produtiva, o que inclui para os quatro subsistemas analisados da indústria eletrônica, *software* e TI em geral.

3.3.1. Perspectivas de Médio Prazo – Cenário Possível para a Indústria

A evolução do setor de informática, em comparação com a evolução da indústria como um todo, mostra que é um setor dinâmico, com produtividade em torno do dobro da média da indústria. Pelos dados do período 1996-2006, são cerca de 260 a 320 empresas produtoras de bens de informática e automação, mas com participação relativamente pequena na economia brasileira.

Verificou-se no período uma rápida expansão da produtividade, associada à contínua queda de preços, um indicador da contribuição do setor para a produtividade de toda economia. A queda de preços também está associada à evolução favorável da taxa de câmbio e aos programas do governo que beneficiaram o setor, com desonerações de PIS/COFINS, além da já usual isenção de IPI pelas Leis 10.176 e 11.077 (Leis de Informática). Nota-se que a produtividade do setor sempre cresceu mais rapidamente do que a da indústria e que a queda dos preços do setor, descontada a inflação anual é muito significativa. A pressão de repasse dos preços é tão forte que a participação da receita do setor na receita total da economia caiu a partir de 2002. Também há indícios de criação de economias de escala, tanto na triplicação da receita por empresa como na duplicação do número de empregados por empresa. As economias de escala podem ter sido uma das fontes do crescimento da produtividade.

Nos últimos dez anos há indicadores de maior complexidade das empresas, isto é, de maior sofisticação dos serviços indiretos como *marketing*, atividades de vendas e pós-vendas, controle da qualidade e pesquisa e desenvolvimento etc. em relação à automação na produção, o crescimento dos salários médios de todo pessoal ocupado em relação ao salário médio do pessoal na produção e a razão entre o pessoal ocupado total e pessoal ocupado na produção. A variação destes indicadores para o setor de informática merece escrutínio, pois o setor incorporou enorme produtividade e buscou em alguns setores terceirizar a produção. Inclusive buscou em empresas de grande porte a terceirização de funções administrativas (vendas, por exemplo).

Pode-se afirmar que o limite de eficiência na produção foi buscado pelo setor, que transferiu quedas de preços reais efetivamente nestes dez anos ao usuário final. Este processo torna o setor altamente avesso a grandes investimentos no modelo de montagem, pois a produção é rápida e pode ser adaptada facilmente à demanda pela relação comercial com os fornecedores de partes, peças e componentes.

Este subsistema seguramente continuará na direção de tornar-se tipicamente indústria eletrônica *tier 1* (manufatureiro e logístico, especialmente). A empresa de capital nacional Positivo, sediada no Sul, inseriu-se neste modelo na última década, com ganho expressivo de fatia de mercado em PCs e *notebooks* montados no país.

3.3.1.1. Informática – Bens Genéricos

Quanto aos determinantes da dinâmica dos investimento esperados, nota-se que o setor de informática brasileiro é mais dinâmico do que o de países comparáveis – especialmente na América do Sul, enquanto que a economia brasileira como um todo vem crescendo mais lentamente do que a de muitos países em desenvolvimento. Como visto, o desempenho favorável do setor de informática pode ser atribuído, por um lado, ao crescimento do consumo dos produtos do setor por classes de menor poder aquisitivo e empresas de menor porte e, por outro lado, pela continuada expansão da produção no país. O atendimento da demanda se faz pela combinação de empresas líderes de marca internacional (como HP, Dell, Lenovo, Toshiba, etc.) que se utilizam de empresas de CEM (como Flextronics, Celestica, SCl, etc) ou de planta própria no Brasil para a manufatura eletrônica, basicamente soldagem dos componentes importados em placas .

Há uma imediata identificação dessas duas tendências com os dois principais programas de política industrial do governo para o setor, o programa PC Conectado e a Lei do Bem, pelo lado da demanda, e a Lei de Informática, pelo lado da oferta. O desempenho favorável do setor de informática também foi ajudado por outras variáveis do ambiente econômico, entre as quais a continuidade do progresso técnico no setor de informática, que pressionou pela substituição tecnológica de produtos, a crescente *commoditização* dos produtos do setor, que ampliou a concorrência internacional e nacional e facilitou a produção no país, o crescimento da economia e a taxa de câmbio favorável.

Assim, as perspectivas de investimento no setor de informática são muito positivas, dadas as mesmas condições no ambiente econômico geral e a continuidade, com possíveis aperfeiçoamentos, dos dois programas do governo. Algumas sugestões para o aperfeiçoamento das medidas de política econômica são oferecidas nas seções seguintes.

Mas cabe desde já observar que impactos significativos sobre a produção nacional poderiam advir de estímulos adicionais à diminuição do déficit comercial do setor. Isto apenas pode ocorrer pelo adensamento da cadeia no Brasil (produção maior de componentes no país), com o que as empresas fabricantes de PC não têm maior compromisso, sequer negócio estabelecido. Este trabalho também propõe que estas medidas devem ser associadas à pressão por ampliação das exportações, de forma a diminuir ou eliminar a perda de competitividade que poderia eventualmente surgir de medidas exclusivamente protetoras. As exportações de bens de informática, notadamente para os países da ALADI, montaram em 2008 US\$ 312 milhões apenas.

Entre as transformações promovidas pelos investimentos esperadas, destacam-se a ampliação da participação do capital estrangeiro no setor e aumento da concentração industrial, discutidas a seguir.

¹⁴ <http://www.cgi.br/>

Apesar da tendência geral à “comoditização” – redução de todos os fabricantes a montadores de componentes mais ou menos uniformes – , há várias contra-tendências no setor de informática que podem influenciar o cenário esperado para 2012. A pressão da crise internacional, a ampliação do mercado brasileiro, a diminuição do espaço para produtores de *white boxes* ou do mercado cinza devem trazer novos competidores internacionais e/ou reforçar os investimentos dos competidores estrangeiros já instalados no Brasil. Assim, espera-se um aumento da participação das empresas transnacionais no país no setor de informática.

Um aumento da concentração empresarial, com eliminação dos produtores marginais, também é esperada. Os produtores menores não têm acesso aos programas do governo e tem dificuldade em fabricar os novos produtos do setor, com destaque para os computadores portáteis. O aumento da produtividade no setor, aumento do tamanho médio das firmas são indicadores adicionais da tendência à concentração. Portanto, o crescimento das fusões e aquisições deve ser esperado.

Na análise dos efeitos do investimento sobre a economia, destaca-se o impacto do setor de informática sobre a modernização e produtividade dos demais setores econômicos e sobre o déficit da balança comercial. A principal característica do impacto do setor de informática sobre a modernização dos demais setores é a sua assimetria. Enquanto alguns setores, como o setor bancário brasileiro, são mais eficientes, do ponto de vista da automação, do que o setor bancário de outros países, outros setores, como o comercial, ainda estão defasados. Esta questão é discutida na seção de proposições de política econômica.

O déficit comercial gerado pelo modelo manufatureiro – monta/despacha – é significativo e tende a aumentar. De fato, as estatísticas apresentadas e as entrevistas com empresas em 2008 mostram que pode ser esperado um contínuo e crescente aumento do déficit comercial do setor de informática e do setor de componentes, caso não haja adoção de medidas de política econômica que mudem estruturalmente a cadeia no Brasil.

3.3.1.2. Automação Comercial

O consumo de computador pelas empresas no Brasil é maior do que o das famílias, como aponta pesquisa do Comitê Gestor da Informática, de cujos relatórios também se originaram as demais informações desta subseção.¹⁴

Entre as empresas brasileiras com dez ou mais funcionários, 95% usavam computador em 2007 e 92% tinham alguma forma de acesso à Internet. No ramo de comércio, reparação de veículos, objetos pessoais e domésticos, 96% das firmas usavam computador. As tecnologias mais sofisticadas são menos difundidas, apesar da sua crescente e rápida difusão: entre as empresas, 87% usavam LAN/ rede com fio (77% em 2006), 39% usavam intranet (37%), 28% dispunham de rede sem fio (17%) e 24% de extranet (20%).

Mas, nas empresas com acesso à Internet (92% do total), 46% tinham *website* em 2007 e o percentual médio de funcionários usando a rede era de apenas 43%.

As atividades das empresas na Internet indicam uma dinâmica de crescente complexidade de uso da rede. Por tipo de atividade cotidiana, o percentual de empresas com Internet foi o seguinte:

- Enviar e receber e-mail – 99%
- Buscar informações sobre produtos e serviços – 96%
- Outras buscas de informação e atividades de pesquisa – 90%
- Serviços bancários e financeiros – 78%
- Buscar informações sobre organizações governamentais/ autoridades públicas – 67%
- Monitoramento do mercado – 66%
- Oferecer serviços ao consumidor – 49%
- Treinamento e educação – 35%
- Realizar entrega de produtos *on line* – 12%

¹⁵ http://www.mzweb.com.br/Bematech/web/arquivos/Bematech_ITR_1T08_port.pdf

¹⁶ http://www.mzweb.com.br/Bematech/web/conteudo_pt.asp?idioma=0&tipo=937&conta=28

Assim como a atividade bancária, a expansão do varejo no Brasil também tem sido significativa contribuinte para o setor de informática. "O crescimento do varejo é apenas reflexo do ambiente econômico nacional, sendo motivado por vários fatores, dentre eles podemos destacar o aumento do emprego formal, da renda, do acesso ao crédito e da confiança do brasileiro na economia."¹⁵ (BEMATECH, 2008, 31). A empresa de automação comercial Bematech também espera a continuidade deste padrão de rápido crescimento da demanda: "Dentre os fatores que indicam o potencial de manutenção desse crescimento do varejo, estão a expectativa do aumento do poder aquisitivo e da renda, da redução da taxa de juros e da maior disponibilidade de crédito. Adicionalmente, a contínua busca pelo aumento de eficiência operacional das empresas do varejo tem se refletido no contínuo aumento de investimento em tecnologia da informação."¹⁶

Quanto ao último fator mencionado, o crescimento dos gastos do comércio varejista com tecnologia da informação, (SANTOS et al., 2005) comentam que na década de 90, a automação comercial foi introduzida principalmente para aumentar a eficiência dos processos. Mais recentemente, acirrou-se a concorrência no setor varejista, pois vários segmentos do setor, que anteriormente atendiam mercados diferentes, passaram a concorrer mais entre si, ao sobrepor suas ofertas (shopping centers e hipermercados, por exemplo). Este movimento de intensificação da competição, associado à crescente concentração no mercado, que ampliou a disponibilidade de recursos para investimentos em informática por parte das empresas agora maiores, aumentou os gastos em automação comercial.

Os objetivos da nova onda de investimentos em automação comercial são diferentes da anterior. Espera-se que a automação comercial contribua para a diferenciação das empresas e seus produtos e serviços. Por exemplo, no comércio, aumenta o uso de cartões comerciais, buscando fidelizar os clientes e aumentando a demanda por terminais especializados.

Na raiz das transformações mais importantes está a emergência do varejo na Internet, o que por sua vez coloca demandas significativas de compras de TIC pelas empresas de varejo, de alimentos, duráveis, companhias aéreas, hotéis e todos os serviços.

3.3.1.3. Automação Bancária

A operação bancária no Brasil é fortemente informatizada. A recente concentração no número de bancos veio acompanhada de crescente descentralização das atividades e aumento da informatização dos processos produtivos e das transações bancárias. A atividade bancária no Brasil vem se tornando mais eficiente e alcançando novos segmentos do mercado, principalmente entre as classes de menor poder aquisitivo.

As perspectivas de crescimento para o sistema bancário brasileiro são maiores se continuar a melhor distribuição de renda e se houver um processo de integração financeira na América Latina, assegurando maior escala para os bancos do país. Este processo, entretanto, requer significativas mudanças nas organizações e suas tecnologias e também no marco regulatório do setor – (César, 2008). A expansão dos serviços via Internet e a formalização das transações no setor bancário, com mais clientes e serviços, fará com que a demanda por bens de TIC aumente continuamente, com as taxas de reposição que manterão uma demanda “*baseline*” que a indústria irá atender – montando ou importando, dependendo do bem.

Neste setor pode-se verificar, no longo prazo, uma consolidação de empresas do *tier Ino-HardTIC*, para as quais o setor de serviços para os bancos e o varejo será mais importante que o próprio equipamento. Aqui há oportunidade para construção de capacidade e escala para empresas de TIC, especialmente.

O setor de automação buscará continuamente ser menos intensivo em capital fixo, e buscará a terceirização da fabricação ou o suprimento externo de componentes pelo menor preço. Assim, o setor tende a investir em capital humano e *software*, e cada vez menos em plantas.

3.3.1.4. Automação Industrial

Um diagnóstico recente da área de automação industrial, suas tendências tecnológicas e de mercado global e brasileiro foram apresentados por Gutierrez Et Pan (2008). Este mercado deve crescer a taxas históricas e consistentemente nos próximos anos, associados à tendência de incorporação de novos equipamentos às linhas de produção e ao investimento da indústria em plantas.

As empresas nacionais de capital nacional detêm a menor parcela do mercado nacional e o setor apresenta déficits comerciais consistentemente crescentes, que evoluíram de US\$ 600 a 700 milhões de dólares no período 2003-2006, para US\$ 1,96 bilhão em 2008. Os setores de automação e de medição/instrumentação eletromédicas, importaram US\$ 2,27 Bilhões em 2008, e exportaram cerca de US\$ 300 milhões, notadamente para os países da ALADI (ABINEE, 2009a). O setor de empresas nacionais, de acordo com a conclusão do BNDES, visualiza uma estratégia de viabilizar-se focando nos “setores industriais não exportadores, portanto, não expostos diretamente à competição internacional, tendo em vista o efeito imediato de redução do emprego industrial da automação. Este precisa ser compensado por movimentos paralelos de expansão da produção e treinamento de recursos humanos associados a políticas de desenvolvimento econômico que incentivem o investimento em tecnologias de ponta, intensivas em mão-de-obra de elevada qualificação” (Gutierrez, 2008). A mesma estratégia aplica-se tanto à automação industrial quanto comercial, posto que um conjunto de customizações, projetos sob medida de *software* e ativação de infraestrutura em chão de loja ou plantas, requer proximidade com o cliente e conhecimento do mercado do demandante – seja varejista ou indústria.

À vista do panorama esboçado nos diagnósticos recentes, estima-se que: os serviços de projeto, integração, supervisão e atualização de sistemas para automação crescem até acima das taxas de demandas pelos equipamentos propriamente ditos. Em equipamentos industriais como robôs, por exemplo, a produção local inexistente, e estes autômatos são utilizados pelas indústrias nacionais globalmente competitivas, como a indústria automotiva, por exemplo. Assim, as empresas de automação industrial de capital nacional, todas médias e pequenas empresas, fortemente apoiadas também pela Lei de Informática, tendem a se situar como empresas de *tier 2* ou *3*, conforme desenvolvam ou não parte do *hardware* de subsistemas de automação. Dada a complexidade dos sistemas SDCD (sistemas digitais de controle distribuído), redes e CLPs a eles integrados, a emergência de mais empresas do *tier 3* no Brasil, neste setor, é esperado. O setor requer o papel de integrador de sistemas, tipicamente desde a consultoria de engenharia até sistemas “*turn-key*” completos. O porte das empresas de capital nacional é pequeno, porém no tecido industrial brasileiro jogam um papel de disseminação tecnológica e aprendizado cliente-fornecedor que é estratégico para a informática no Brasil. Neste caso, temos um paradigma de empresas do *tier 3* que atuam no país. Para este tipo de empresa de automação, o conceito que denominaremos à frente de PPB-cadeia já é importante e é praticado entre uma empresa de *hardware* e outras de *software*, tipicamente menores que a outra. As do primeiro tipo (*tier 2*) sub-contratam as do segundo (*tier 3*, empresas de *software* para automação) e apropriam esta subcontratação como parte do seu gasto em P&D, requerido pelo estatuto da Lei 8248/91 no patamar mínimo de 5% da receita líquida para as empresas de médio porte que requerem a isenção de IPI. A empresa do *tier 2* fabrica *hardware*, portanto.

3.3.2. Perspectivas de Longo Prazo para os Investimentos

O Brasil teve condições de manter uma indústria internacionalizada com base produtiva no país, mesmo exposta à grande competição externa por investimentos. O setor de informática foi bem sucedido nos últimos anos, principalmente quando comparado com outros segmentos da eletrônica – porém no modelo de operação *tier 1*, de montagem automatizada. Portanto, o cenário desejável para o longo prazo é o de uma continuidade dos resultados atuais, com a manutenção pelo menos da fabricação para o mercado interno. Para assegurar isto no longo prazo, devem ser propostas algumas mudanças, advindas dos efeitos esperados da evolução do setor a nível internacional e dos problemas detectados na sua operação no Brasil. Especialmente a manutenção de impostos baixos, a renovação da Lei de Informática, que expira em 2019, e medidas de estrutura logística deverão ser adotados, para garantir mesmo o investimento mínimo das plantas de montagem eletrônica. Certo é que haverá: 1) o contínuo aumento da informatização da sociedade brasileira, e 2) suprimento deste mercado por empresas de alta produtividade com produtos globais da era de convergência, renovados rapidamente nas prateleiras virtuais do e-comércio. O reto estratégico para o Brasil agora é assegurar condições de incentivos para que sigam sendo atualizadas as plantas de *tier 1* no país.

Para captar os investimentos das empresas *tier 1* no Brasil, vai ser essencial manter as tarifas baixas de importação de componentes eletrônicos. Portanto, este segmento poderoso da indústria de informática não é ainda *stakeholder* na política nacional para os componentes, como o PADIS da Lei 11.484. É impossível e totalmente inviável estimular a indústria nascente para componentes no Brasil com barreiras tarifárias, já que medidas assim redundam na retirada do país das empresas do *tier 1*. Este instrumento de política e esta posição relativa das forças fazem com que a indústria de componentes tenha de ser competitiva logo ao se implantarem no Brasil – uma restrição sistêmica para hoje e para as décadas à frente.

Em termos de mudança, há duas metas centrais: 1) diminuição das assimetrias na modernização da sociedade brasileira, com continuação ou aumento do apoio à informatização das classes de menor renda, microempresas, atividades governamentais e setores defasados (comércio, por exemplo) e 2) diminuição do déficit comercial através de um programa para fabricação de partes e peças. Que vise escala produtiva, simultaneamente, pela substituição de importações e pelas exportações.

O setor de informática terá no longo prazo uma contínua divergência entre a trajetória das empresas produtoras de *hardware* da convergência digital (portáteis, leves e comunicadores sempre "on") – atualmente cerca de 300 empresas produzem bens de informática e automação no Brasil – e as empresas de automação. Estas últimas tenderão a ser "*fab-light*", e migrar para o modelo de serviços do *tier 3*. Os investimentos mais expressivos no longo prazo serão para manter a indústria no patamar de uma *tier 1*, porém com investimentos fixos concentrados nas empresas de EMS ou CEM. O modelo de montagem eficiente não mudará significativamente nos próximos 12 anos, o que significa dizer que as plantas terão investimentos contínuos em mudança de equipamentos, e uma tendência para submontagens mais complexas e produtos mais compactos. Disto resultará uma indústria que concentrará mais fábricas em poucos países. O incerto é se o Brasil continuará sendo atrativo para estas empresas do *tier 1*, como destino de suas plantas. Isto porque estas plantas podem ser rapidamente desmobilizadas, haja vista que os bens de capital de montagem são trocados a cada ciclo de evolução dos componentes, o que facilita a realocação para outros países em cada ciclo de investimento.

3.4. Propostas de Políticas Setoriais para a Indústria de Informática e Automação

Nesta seção, são apresentadas oito propostas de diretrizes, políticas e instrumentos para viabilizar as metas centrais acima descritas. As oito propostas podem ser classificadas por tipo de investimento (induzido ou estratégico) ou força impulsora (tecnologia, concorrência ou demanda) e de classe de instrumento (incentivo, regulação ou coordenação setorial), conforme o painel abaixo.

Tabela 3.2 - Painel de instrumentos

Tipo de investimento	Tipo de Instrumento		
	Incentivos	Regulação	Coordenação
Induzido	-	1	6
Estratégico	1,5,7	4	6,7
Mudanças Tecnológicas	3	1,3	3, 6
Mudanças na Concorrência	-	-	6
Mudanças na Demanda Mundial	2	-	6

Proposta 1) PPEA. Revisão dos mecanismos de incentivo baseados no PPB. Tipificação de “Processos Produtivos e de Engenharia” avançados, que interessa incentivar na cadeia de bens de TIC. Há trabalhos sobre o setor de informática que alertam para o fato de que a política industrial mais relevante para o setor, a Lei de Informática, uma vez aplicada, não foi suficiente para mudar ou superar as deficiências estruturais da indústria eletrônica – que é em grande parte de TIC. Como ela faz parte do conjunto de medidas que compõem a Política de Desenvolvimento Produtivo, é crucial discutir sua eficiência e mudanças de rumo na sua aplicação. A revisão do princípio de montagem do PPB é uma questão central. Este princípio foi criado pela regulamentação da Lei 8248/91, por decreto em 1993. Naquela quadra, a montagem de placas e de computadores eram atividades intensivas em trabalho. Atualmente, com a evolução dos componentes, a adoção de SOCs e partes modulares, com a montagem automática de placas, essas atividades são cada vez mais robotizadas, principalmente a montagem de componentes passivos e semicondutores com técnicas SMT. A revisão do PPB deve portanto contemplar incentivos adicionais para as empresas que montam produtos com engenharia nacional incorporada nos mesmos. Note-se que a sua substituição por um aumento da exigência de investimento em pesquisa e desenvolvimento é uma solução problemática. Isto porque parte da cadeia, como as empresas de EMS ou CEM (*tier 1*) que interessa ao país manter aqui atuantes, têm baixos gastos em P&D. Como as mesmas comprovam investimentos em P&D no país, para fins da Lei 8248 e Lei 10.176, é tema que foge do escopo desta análise.

Três alternativas, não mutuamente exclusivas, a serem incorporadas na sistemática de incentivos da Lei de Informática são:

1. Incentivos adicionais para os bens em cuja produção incorporou-se, por *design*, a) componente eletrônico de agregação de valor (projeto no Brasil), ou b) *software* de empresa nacional, desde que *software* agregado ao produto incentivado, inovando no mesmo e desde que desenvolvido no país. O *software* é um insumo tecnológico de importância crescente, e é parte indispensável do produto que segue o paradigma da convergência digital. As dificuldades aqui são: a) definir qual a agregação de valor de um componente projetado ou fabricado no país, por um lado, e b) estabelecer a fronteira entre o *software* do produto, e o *software* que “executa” no produto. Há diferenças técnicas, pois qualquer PC executa *software*, porém o *software* básico é aquele agregado pelo fabricante, por *design*.
2. Requisitos em termos de substituição de importações ou, alternativamente, a comprovação de execução de projeto de engenharia no país. A execução do projeto de placas e de componentes submontados já é, atualmente, uma tarefa de alto valor agregado. O desenvolvimento do projeto no Brasil já é uma atividade suficiente para cumprir o requisito de PPB, e este desenvolvimento pode ser incentivado com a redução do percentual a comprovar de dispêndio em P&D. Por contraste, temos hoje a situação em que computadores aqui montados com placas totalmente importadas (ou com seu projeto feito em Taiwan e China), são cumpridores de 100% do PPB. Não há projeto ou manufatura no país de placas de alta densidade (*pitch* ultra-estrito) e com mais de cinco camadas.
3. PPB–Cadeia. Inovação legal na Lei de Informática, prevendo um requisito global de PPB e de percentual único de P&D para um agregado de múltiplas empresas da cadeia de um mesmo produto. Este mecanismo é complexo, porém transfere a responsabilidade de agregar valor em desenvolvimento ao nó mais intensivo da cadeia. As empresas de CEM, por exemplo, teriam em geral que comprovar menores dispêndios de P&D como montadoras, transferindo a responsabilidade de P&D e inovação para outras empresas – por exemplo a fabricante de alguns dos componentes que atualmente importa. A possibilidade, pelo menos parcial, de transacionar excedentes de aplicação em P&D ao longo da cadeia possibilita sua flexibilização e a formação de alianças estratégicas entre empresas produtoras, montadoras e desenvolvedoras de software embarcado em produto. Assim, por exemplo, empresas que não podem, estruturalmente, investir 5% da receita líquida em pesquisa e desenvolvimento podem agregar-se àquelas empresas incentivadas mais dinâmicas, com ganhos para o setor como um todo. Este mecanismo permite beneficiar empresas dos *tiers 1* e 2, desde que na mesma cadeia.

Ao escutar os empresários do setor, Prochnik (2009) confirmou com sete dos oito entrevistados que a Lei de Informática (Lei 8248/91) e suas alterações foram um dos fatores responsáveis pela competitividade da indústria de informática no Brasil. Sem este instrumento de incentivo, a indústria brasileira de informática não teria sobrevivido. Um entrevistado afirma: “entre 1990 e 1993, enquanto a lei de informática não pegou para valer (– não havia sido instituída até 1991 ou regulamentada até 1993 –NR), houve verdadeiro desmanche da indústria brasileira. Empresas se transformaram em base comercial.”

“O objetivo do PPB era o de absorver mão-de-obra no processo produtivo. Mas a operação de montagem passou de intensiva em trabalho para intensiva em capital.”

Por isto, o mecanismo de PPB deve ser revisto com estratégia para o futuro. Tendo como premissa que os incentivos devem ser progressivos, tendo o PPB atual como linha-base, para manter as empresas de tier 1 dos bens de TIC. Segundo o mesmo entrevistado, há pelo menos três posições neste debate. Os fabricantes de componentes desejam um PPB "custom-made" para o setor (mas o número de fabricantes de componentes é muito pequeno, o que tira força desta alternativa). É uma indústria muito restrita e que quer garantia de volume para vender e o PPB como exigência para não se importar produtos finais. As empresas de manufatura não querem mudar o PPB, pois como manufactureiras não precisam de integração adicional de valor no país. Já uma terceira posição, também a defendida pelo entrevistado, é a de que "... o PPB deve focar o produto final, que ainda é intensivo em trabalho e menos a montagem de placas, que é cada vez mais feita por robôs (que são importados)."

Resta enfatizar que as propostas de PPB-Cadeia e de PPEA, combinadas, permitirão dar incentivos que se estendam até o comprador do bem, da submontagem ou do componente que incorpora tecnologia nacional. E esta tecnologia pode ser, para alguns produtos finais, relacionados tão-somente ao projeto do mesmo no país. A complexidade da proposta reside em: como definir o que é tecnologia nacional em bens tão complexos.

Proposta 2) Incentivos à exportação. Melhoria no mecanismo de *draw back*. A exportação é um indicador da competitividade do setor. Se há uma preocupação com o elevado nível de importações, deve haver um concomitante interesse no aumento das exportações. Segundo os entrevistados, a América Latina é o mercado natural de expansão das exportações brasileiras e a integração latino-americana deve ser uma forte prioridade da política externa. Entre outras medidas mais detalhadas, é preciso melhorar o mecanismo de *draw back* na região.

Um problema do setor é a escassez de grandes empresas: "Há um grande déficit de empresas 'de porte', capazes de fazer frente aos gigantes internacionais." (GUTIERREZ e ALEXANDRE, 2003, 168). O estímulo às exportações também é relevante para a criação de grandes empresas nacionais: o setor de informática é sujeito a fortes economias de escala, tanto na produção como em atividades indiretas (pesquisa e desenvolvimento, por exemplo). Nos maiores segmentos de mercado, grandes empresas têm mais chance de alcançar um nível de competitividade internacional. Mas os estímulos à concentração industrial podem artificialmente dificultar a competitividade de empresas pequenas, porém eficientes. Uma forma de estimular a criação de grandes empresas nacionais sem prejudicar as menores é através do incentivo à exportação e internacionalização empresarial.

Proposta 3) Unificação do apoio ao hardware e software. Todas as empresas de informática que fazem inovação se obrigam a dominar e desenvolver tanto *hardware* como técnicas de *software* básico. A dificuldade técnica é especialmente real, pois esta combinação deve ser feita para produtos que incorporam software embarcado, por *design*, no produto. Por contraste, empresas que fazem *software* aplicativo para rodar sobre Windows ou Linux não fazem software embarcado e não estão na cadeia da eletrônica. Faz sentido combinar as políticas de incentivo a TICs de maneira mais completa e contemporânea com os produtos da convergência digital.

Proposta 4) Revisão da legislação para facilitar acesso aos benefícios fiscais e de crédito por parte das micro e pequenas empresas. A) Os benefícios do programa PC Conectado só são acessíveis para as grandes empresas do setor. Isto é justificado pela visão generalizada de que as micro e pequenas empresas do setor produzem no padrão de montagem de PCs do mercado cinza. Mas há evidências em contrário, de que muitos pequenos produtores trabalham legalmente. É necessário apoiar estas empresas igualmente, até porque muitas delas podem ser tornar médias empresas intensivas em tecnologia e desenvolverem produtos inovadores aqui mesmo no país. B) Os mecanismos da Lei 8248/91 e Lei 10.176 já garantem a não incidência de IPI para as pequenas empresas, mesmo que não comprovem o investimento percentual em P&D (Lei 10.176 e suas alterações). Devem apenas cumprir o PPB e não são fiscalizadas pela ineficiência associada à fiscalização de pequena escala de produção. Este mecanismo deve ser flexibilizado ao máximo para as EBTs pequenas (empresas de base tecnológica PMEs).

Proposta 5) Incentivos a micro e pequenas empresas intensivas em tecnologia, entre as quais os *start ups* e *spin offs*. Esta proposta se segue das considerações feitas no item anterior e sugestões de empresários. Segundo os entrevistados, fundos de investimento cujos gestores acompanham a vida das empresas investidas dão a estas empresas um suporte administrativo de grande valor. Assim, o apoio governamental através de fundos de investimento e de subvenção direta como a da Lei da Inovação (com recursos do FNDCT) em empresas nascentes deve se dar através de sua participação em consórcios com participação de capital privado.

Proposta 6) Incentivos às compras nacionais. Estudos e avaliações do setor de informática e da informatização dos agentes econômicos (setores econômicos, consumidores e governo). Há uma grande assimetria no grau de informatização dos diferentes setores econômicos. O governo pode exigir contrapartidas tecnológicas em suas compras de bens de TIC. A concessão de benefícios fiscais e de estímulos via crédito deveria levar em consideração estas diferenças.

Proposta 7) Políticas estruturadas de incentivo orientado à capacitação de RH em *know how* crucial para as cadeias de informática, automação e de resto todo o setor eletrônico e sua cadeia de fornecimento de partes e peças. A política deve ser estruturada por cadeias específicas que são essenciais para o setor de forma estrutural: por exemplo, o setor de semicondutores.

Proposta 8) Manter e ajustar a estrutura legal (Leis e Decretos) que regulam os incentivos fiscais de IPI e redução de PIS/COFINS, não apenas para o setor de informática e automação, como para os demais setores de telecomunicações (equipamentos) e componentes. Adicionar, à estrutura legal, os incentivos progressivos para os bens produzidos com tecnologia nacional, via PPEA e PPB-Cadeia, introduzidos na Proposta 1) acima.

Como já afirmado, o principal instrumento de estímulo à indústria nacional de equipamentos de TIC e componentes para TIC deriva da Lei de Informática e das Leis que a sucederam e substituíram. A Lei de Informática (Lei 8248/91), que fornecia incentivos fiscais à produção interna de equipamentos de informática e telecomunicações, foi aprovada em 1991, e previa incentivos até 1999. Em janeiro de 2001 o governo aprovou alteração na Lei de Informática (pela Lei no 10.176), prevendo incentivos de isenção de IPI até o ano de 2009, posteriormente prorrogados em 30-12-2004 (Lei 11.077) até 2019.

O principal incentivo oferecido pela Lei de Informática (Lei 8248) era a isenção total do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para as empresas que cumpriam o PPB, exigindo-se, como contrapartida, que as mesmas investissem 5% do faturamento em pesquisa e desenvolvimento, sendo 3% internamente e 2% em convênios com universidades e/ou institutos de pesquisa brasileiros. Diferentemente da Lei 8248, as Leis 10.176 e 11.077 previam a redução gradativa anual da isenção do IPI até 2009, e posteriormente até 2019, quando o benefício seria extinto.

Outra alteração efetuada Lei 10.176 foi que a contrapartida de 5% do faturamento a ser investido em atividades de P&D em TICs deve ser distribuída de forma diferente daquela exigida anteriormente. Do total, 2,3% do faturamento deve ser investido em projetos de P&D desenvolvidos em cooperação pelas empresas com universidades ou centros de pesquisa e 2,7% podem ser investidos internamente na empresa. No entanto, do montante a ser investido fora da empresa, obrigatoriamente 0,8% devem ser destinados para pesquisa em instituições localizadas no Norte, Nordeste ou Centro Oeste e 0,5% deve ser depositado trimestralmente (sob a forma de recursos financeiros) no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), para constituir o Fundo Setorial de Tecnologia de Informação – CT-INFO. Este, por sua vez, tem arrecadado, a este título, cerca de R\$ 45 a 55 milhões nos últimos 2 anos: 2007 e 2008.

A Lei 11.077 de 30.12.2004 substituiu a Lei 10.176, dispondo sobre os incentivos fiscais à produção dos bens de informática, automação e telecomunicações. A nova Lei de Informática mantém a exigência do cumprimento do PPB, a obrigatoriedade de investir 5% do faturamento em P&D, a divisão dos 5% e o incentivo extra para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e prorrogou a redução de IPI até 2019. Esta Lei impôs a diminuição gradativa da isenção do IPI às empresas, estabelecendo a redução de 80% do IPI para as empresas beneficiadas entre 01.01.2004 a 31.12.2014, a redução de 75% do IPI até 31.12. 2015 e a redução de 70% até 2019, quando este incentivo será extinto.

Apesar de se constituir num dos principais instrumentos de apoio à P&D da indústria de equipamentos de TIC, a nova Lei de Informática não garante que os recursos previstos como contrapartida dos incentivos fiscais (5% do faturamento bruto das empresas) sejam efetivamente utilizados para tal fim. Isso ocorre porque a Lei considera muitas atividades de prestação de serviços, tais como treinamento, difusão de padrões, manutenção de *softwares*, etc., como sendo atividades de P&D, quando na realidade estas atividades não se constituem em pesquisa e desenvolvimento que efetivamente gerem inovações em produtos (Sbragia e Galina, 2004).

CAPÍTULO 4 – DINÂMICA DOS INVESTIMENTOS NO SETOR DE EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÕES

4.1. Dinâmica Global do Investimento

De forma geral, são três os grandes vetores de crescimento da indústria de telecomunicações, que vêm determinando o aumento dos investimentos em telecomunicações: Banda larga, mobilidade e redes de nova geração. Neste contexto, a difusão da terceira geração de telefonia móvel (3G) representa uma oportunidade significativa de crescimento para o mercado de equipamentos de telecomunicações. Outro segmento que vem sendo ampliado está relacionado aos equipamentos para as Redes de Nova Geração (*Next Generation Networks* – NGNs). A convergência tecnológica digital (que se revela principalmente a partir da convergência entre os serviços fixo, móvel, de TV e de Internet) e a oferta de cestas de serviços fazem com que as operadoras tenham estímulos para o investimento na modernização de suas redes e na migração para as redes de nova geração.

O crescimento da banda larga está associado à necessidade de maior capacidade de transmissão e melhor qualidade das redes para permitir às operadoras ofertar pacotes de serviços, que integram voz (*Voice Over Internet Protocol* – VOIP, telefonia fixa e móvel), dados (Internet) e vídeo (IPTV). Redes de banda larga com alta capacidade de transmissão constituem-se na infraestrutura necessária para viabilizar o crescente processo de integração entre os serviços e a oferta de pacotes de serviços *triple play/quadruple play*. Nesse aspecto, cabe destacar que os países da OCDE vêm dando uma ênfase crescente à banda larga como a mais importante infraestrutura para o crescimento econômico e o desenvolvimento social.

Os investimentos realizados pelos provedores de serviços de banda larga da OCDE em redes de fibra ótica estão ligados à necessidade de maior capacidade e velocidade da rede para a transmissão de múltiplos canais de HDTV (*High Definition Television*). Neste aspecto, alguns operadores de telecomunicações de tais países estão utilizando as tecnologias de *fibre-to-the-node* (FTTN) ou *fibre-to-the-home* (FTTH) para prover melhores conexões ao consumidor final (última milha) (OCDE, 2007).

Neste aspecto, no Brasil, o ano de 2006 foi marcado por grandes projetos de investimentos das operadoras fixas nas redes de alta velocidade, com o objetivo de viabilizar a fidelização dos clientes através da oferta dos pacotes de serviços *triple play*. Num ambiente em que a receita com a telefonia fixa vem declinando ou permanece estagnada, é a banda larga e a oferta de serviços adicionais, que integram telefonia, Internet e TV paga, que têm feito a receita das empresas de telecomunicações crescer (Anuário Telecom, 2007). As perspectivas de crescimento deste mercado no Brasil também são substanciais.

No que concerne à mobilidade, existem atualmente duas grandes áreas de investimento: as novas redes de telefonia celular de terceira geração (3G) e as redes de Wimax (*Worldwide Interoperability for Microwave Access* – Interoperabilidade Mundial para Acesso de Microondas)¹⁷. Nos últimos anos, o desenvolvimento de terminais e de novos serviços por diversos provedores (GPS, envio de vídeos e fotos, etc) tornou viáveis (e lucrativos) os investimentos nas redes de terceira geração da telefonia celular. Na OCDE o número de usuários de serviços móveis da terceira geração está crescendo rapidamente, mas a maior parte dos usuários ainda utiliza os serviços de voz e não aqueles de dados e maior valor agregado. A justificativa para isto são os altos preços dos serviços de dados ofertados pelas redes de 3G. No entanto, a tendência é que estes preços se reduzam ao longo do tempo, na medida em que ocorra um aumento da concorrência e a amortização dos investimentos.

¹⁷ As redes de Wimax são redes de comunicação sem fio (em acesso de microondas –Max) que permitem conexões com velocidade de dois ou mais *megabits* por segundo em distâncias de até 40 Km. Bandas mais largas são possíveis, com a evolução 802.16x. Um de seus atributos assemelha-se aos das redes celulares, na medida em que numa rede de Wimax um usuário em movimento pode passar de uma estação rádio base para outra.

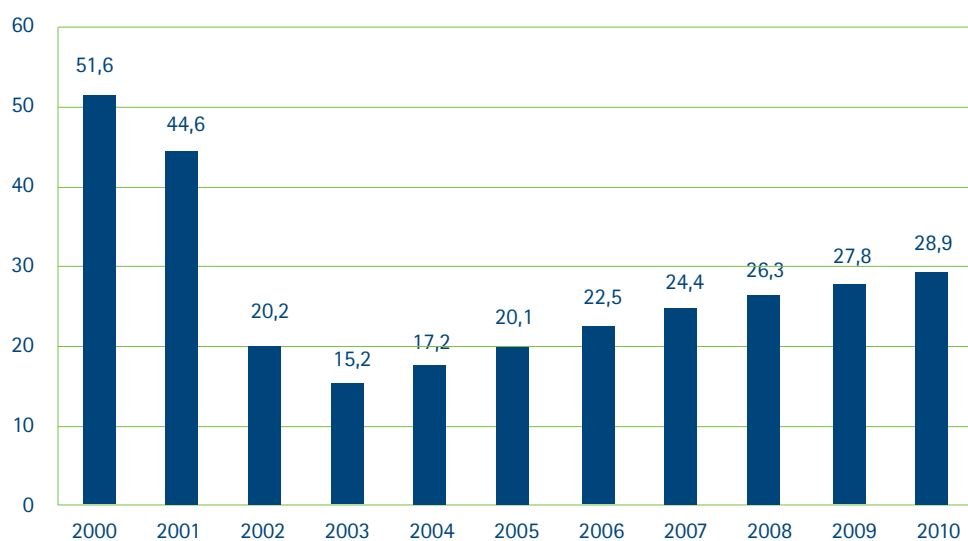
No que se refere às redes de Wimax, que podem ser de padrão fixo ou móvel, alguns fabricantes de equipamentos e componentes estão apostando nesta tecnologia e desenvolvendo equipamentos. Dentre aqueles que estão apostando no desenvolvimento do padrão móvel, pode-se citar: Samsung, Motorola, Intel, Nortel e Alcatel-Lucent. Dentre os fabricantes internacionais de equipamentos de telecomunicações que estão apostando no desenvolvimento de equipamentos para redes Wimax fixo, pode-se citar: Airspan Networks, Aperto Network e Proxim Wireless (dos Estados Unidos) e Alvarion (de Israel), dentre outras. De qualquer forma, vale ressaltar que a tecnologia de Wimax é relativamente nova e os equipamentos estão passando por um processo de padronização recentemente, o que abre janelas de oportunidade significativas para empresas que resolverem apostar no seu desenvolvimento.

As Redes de Nova Geração se constituem no terceiro vetor de expansão dos investimentos no setor de telecomunicações. Se por um lado o desenvolvimento de NGNs exige mais investimentos das operadoras, a modernização das redes viabiliza uma redução dos custos de operação de tais redes. A principal vantagem das NGNs é que, sendo desenvolvida sob o Protocolo IP, ela transporta todos os tipos de serviços e informação (voz, dados e todos os tipos de mídia tais como vídeo) através de pacotes, da mesma forma que ocorre na Internet. Estas redes se constituem na infraestrutura apropriada para o transporte das cestas e pacotes de serviços de telecomunicações convergentes. A British Telecom (BT) é uma das operadoras de serviços de telecomunicações que vem investindo pesadamente no desenvolvimento redes de nova geração, conhecida como "21st Century Network" ou "21CN". Estima-se que seus investimentos nesta área tenham sido de aproximadamente US\$ 5,66 bilhões em 2006 (OCDE, 2007). Para a BT o investimento na nova rede é uma forma de promover redução de custos estrutural de longo prazo através da migração para uma arquitetura de rede mais simples e de menor custo.

Outros investimentos significativos em novas redes de telecomunicações são os da Verizon e da NTT. As duas empresas estão instalando fibra ótica até o cliente final (FTTH). No primeiro caso, a Verizon anunciou que ela gastará US\$ 18 bilhões na implantação de fibra ótica em sua rede entre 2004 e 2010. A companhia prevê que a partir de 2010 a nova rede de fibra ótica irá proporcionar uma economia de aproximadamente US\$ 1 bilhão anual em despesas operacionais. No caso da NTT, a expectativa é que a operadora invista US\$ 8,5 bilhões entre 2004 e 2010 na sua rede de serviços fixos (OCDE, 2007).

De forma geral, a transição para as tecnologias de banda larga baseadas em fibra ótica, comunicações móveis de alta velocidade e a transição para redes de nova geração marcou a retomada do crescimento dos investimentos em telecomunicações. Depois de um declínio acentuado entre 2001 e 2003, o investimento voltou a crescer novamente em 2004 e continuou em 2005. O investimento cresceu 13%, de US\$ 142 bilhões em 2003 para US\$ 160 bilhões em 2005. No caso dos países da OCDE, o investimento foi retomado em 2004 em função do crescimento da demanda por serviços de banda larga. As operadoras incumbentes precisaram investir na melhoria de seus serviços para poder competir com as ofertas das operadoras de cabo, visando o aumento da receita média por usuário (OCDE, 2007). Deve-se ressaltar que as operadoras entrantes também contribuíram para o aumento dos investimentos.

Figura 4.1 - Gastos das operadoras de serviços de telecomunicações em equipamentos nos EUA (em US\$ bilhões)



Fonte: TIA, 2007

A Figura 4.1 mostra a tendência dos investimentos das operadoras de serviços de telecomunicações dos Estados Unidos nesta década, com estimativas para 2009 e 2010. Observa-se que, após intenso crescimento dos investimentos em 2000 (quando ocorreu o *boom* de investimentos do setor), deu-se uma queda expressiva, de 61% entre 2000 e 2002, quando baixou a US\$ 20,2 bilhões; a seguir atingiu nos EUA o patamar mínimo do período em 2003 (US\$ 15,2 bilhões). A retomada de investimentos deu-se continuamente até a crise de 2008. Ressalta-se, entretanto, que as projeções de investimento para o período de 2008 a 2010 foram feitas anteriormente à crise financeira internacional, acirrada na segunda metade de 2008 e, dessa forma, os investimentos realizados em 2008 e a estimativa de investimentos das operadoras norte-americanas para os anos de 2009 e 2010 mudaram.

4.1.1. O "Novo" Papel do Estado

A tendência à concentração da indústria de telecomunicações – tanto do segmento de serviços como de equipamentos, no cenário nacional e internacional – trouxe à tona uma nova discussão sobre o papel do estado no setor de telecomunicações. A estratégia e a ideologia que embasaram o processo de reestruturação do setor de telecomunicações nas duas últimas décadas impunham a necessidade de redução do poder de intervenção do Estado e de seu afastamento da propriedade direta de empresas de telecomunicações, passando a desempenhar somente o papel de regulador da infraestrutura. No Brasil, os efeitos de concentração e rearranjo competitivo desenharam um cenário em que as operadoras têm estratégias de serviços convergentes, com compras internacionais orientadas pelo grupo controlador. A compra da operadora Brasil Telecom pela Oi em 2008 e aprovada em 2009 atesta que a visão de controle estratégico parte sempre do Estado, visando manter algum grau de autonomia local nas compras de bens e serviços.

Atualmente, a evolução tecnológica e a migração das infraestruturas para redes de nova geração, bem como o processo de reconcentração da indústria de telecomunicações como um todo, vêm trazendo à tona uma nova discussão sobre a importância de uma atuação mais pró-ativa do Estado nesta indústria.

Embora se reconheça a importância das reformas e das privatizações implementadas no setor de telecomunicações para o fim do monopólio e o aumento da eficiência das empresas, o ritmo acelerado de introdução de inovações nas telecomunicações observado nos últimos anos não deve ser necessariamente atribuído às mudanças de política. Na China, onde o Estado manteve um papel ativo e fundamental na organização do mercado de telecomunicações, inclusive com a propriedade direta de empresas, pode-se observar transformações e avanços similares àqueles percebidos em países que promoveram uma ampla abertura da indústria de telecomunicações. Entretanto, as telecomunicações na China acompanharam a rápida evolução das telecomunicações mundiais, incluindo uma intensa dinâmica de surgimento e difusão de novos serviços e equipamentos, o que se deve a transformações derivadas da própria evolução da tecnologia. Acrescente-se a isso a criação de grandes empresas de telecomunicações, que em alguns casos (Huawei e ZTE) se internacionalizaram.

A discussão sobre a necessidade e aumento da importância da participação e intervenção do Estado nas telecomunicações está associada a um conjunto de fatores. Em primeiro lugar, a participação ativa dos governos municipais nos investimentos no desenvolvimento e na realização de melhorias na infraestrutura de banda larga vem sendo apontada como uma tendência em diversos países da OCDE (OCDE, 2007). Tanto em áreas metropolitanas de grandes cidades (Amsterdã, Paris e Viena, por exemplo), como em localidades que demandam maiores investimentos para a melhoria da infraestrutura de banda larga, os governos municipais vêm investindo diretamente ou através de *joint ventures* em redes municipais de fibra ótica. Nos Estados Unidos, os municípios vêm oferecendo serviços de acesso à banda larga em função de não haver disponibilidade de oferta destes serviços ou em função dos serviços disponíveis serem ofertados a preços não acessíveis à grande parcela dos residentes (TIA, 2007).

Neste aspecto, considera-se que as novas redes geram melhorias para a sociedade como um todo, o que justifica o investimento público (Noam, 2007). A lógica da atuação direta do Estado neste tipo de investimento está ligada à obtenção de benefícios públicos, principalmente ligados ao processo de inclusão digital dos cidadãos e ao aumento de emprego local altamente qualificado. No caso dos países em desenvolvimento, a importância da participação de instâncias de governo no investimento público voltado para a criação e modernização das redes de telecomunicações de fibra ótica é um aspecto fundamental a ser considerado.

A ampliação do escopo de atuação do estado no setor de telecomunicações vem também sendo discutida em países desenvolvidos (principalmente Estados Unidos e Europa), em função das perdas consideráveis de capacitações industriais e tecnológicas para países asiáticos. Este processo não envolve somente a perda de empregos na produção direta de equipamentos e serviços, mas também a perda de empregos altamente qualificados envolvidos em atividades de P&D. Nos países desenvolvidos, o setor de telecomunicações tradicionalmente se constitui numa peça chave para os esforços de desenvolvimento tecnológico.

Num estudo que busca avaliar a capacidade de pesquisa dos Estados Unidos, o National Research Council (2006) concluiu que, sem um aumento significativo dos investimentos em pesquisa, a posição do país como líder mundial no setor está em risco, dada a grande pressão competitiva oriunda de países da Ásia e da Europa. Neste sentido, este relatório sugere a criação de um programa de P&D em telecomunicações para os Estados Unidos, onde o governo e a academia devem desempenhar papéis fundamentais, além do direcionamento de um maior volume de recursos públicos e privados para atividades de pesquisa de longo prazo da indústria de telecomunicações.

Fransman (2008) afirma que o sistema de inovação de TICs europeu vem perdendo competitividade para outros países desenvolvidos (EUA e Japão) e asiáticos (China e Coreia). Como decorrência, os setores de TICs estão diante de grandes desafios. Um destes desafios está relacionado à necessidade de fortalecimento da capacidade de pesquisa básica de longo prazo europeu em TIC. Os recursos destinados pelas exploradoras incumbentes para este tipo de pesquisa se reduziram como resultado das pressões competitivas oriundas do processo de liberalização das últimas décadas. Apesar de os fabricantes de equipamentos de telecomunicações terem aumentado seus investimentos em inovação, as pesquisas básicas de longo prazo voltadas para as inovações em telecomunicações não são prioridade para estes agentes. Segundo Fransman (2008), a experiência de alguns países em desenvolvimento (principalmente asiáticos) mostra que este tipo de investimento (em pesquisa básica de longo prazo), coordenado estruturalmente com instituições de terceiro setor e governamentais, é uma forma bem sucedida de aumentar a competitividade em áreas de alta tecnologia.

Outro aspecto que traz a tona à importância da intervenção do Estado nas telecomunicações é a necessidade de promover o acesso generalizado às novas tecnologias, com vistas a reduzir o *digital divide*. No caso de diversos países os operadores de rede (incumbentes) desempenham um papel fundamental no processo de universalização do acesso às novas tecnologias, em função de requerimentos de políticas do governo. Por outro lado, esta intervenção pode impulsionar um poder de compra significativo em países em desenvolvimento como os BRICs. Que pode ou não ser orientado a impulsionar a demanda por equipamentos e tecnologias das empresas locais, dependendo do grau de coordenação de políticas.

A discussão sobre o papel do Estado no setor de telecomunicações tem implicações fundamentais, principalmente no caso dos países em desenvolvimento como o Brasil, que implementaram reformas estruturais voltadas, entre outras coisas, para a redução da capacidade de intervenção do Estado. Nos países desenvolvidos, apesar da implementação de processos de reestruturação e da abertura das telecomunicações ao capital privado, os Estados nacionais mantêm participações diretas e fortes restrições à participação do capital estrangeiro em incumbentes locais em função de seu caráter estratégico (OCDE, 2003, 2005 e 2007). No Brasil, o modelo de reestruturação adotado na década de 1990 não previu nenhum dispositivo efetivo para garantir a participação e manutenção do capital nacional nas empresas oriundas da Teletel. Pelo contrário, a entrada do capital estrangeiro no processo de privatização foi estimulada pelo governo brasileiro. O mesmo pode ser dito em relação à ausência de instrumentos e dispositivos de política voltados para a manutenção e fortalecimento do desenvolvimento de capacidades industriais e tecnológicas em telecomunicações.

4.1.2. O Panorama da Indústria Nacional e dos Fornecedores-chave

Pertence ao passado a fase de consolidação de uma indústria nacional de equipamentos que foi, dos anos 1960 até meados de 1990, orientada pela política de compras e estratégias do setor estatal de telecomunicações. Aproximadamente 23% das empresas fornecedoras em 1988 eram de controle de capital estrangeiro, e em 2003 apenas 4% das empresas atuantes e fornecedoras de equipamentos no país são de controle de capital nacional (Szapiro, 2005). A Tabela 4.1 apresenta as dez maiores empresas fornecedoras e/ou fabricantes de equipamentos de telecomunicações operando comercialmente no Brasil, segundo dados do Anuário Telecom (2007;2008), e cinco empresas nacionais selecionadas, bem como seus principais segmentos de negócios.

No total, o setor de equipamentos de telecomunicações teve receita líquida em 2006 de R\$ 25,2 Bilhões, conforme a amostra da PIA 2006, do qual pode-se deduzir o saldo extraordinário de US\$ 1,74 bilhão (SECEX, 2006), resultante da exportação de mais de US\$ 2 bilhões em aparelhos celulares, para obter o consumo interno aparente de R\$ 22 bilhões em 2006. Com a desvalorização do Real, a balança voltou a ser negativa em 2008, em US\$ 663 milhões.

No total 176 indústrias de equipamentos de telecom participaram da amostra PINTEC IBGE em 2005. A amostra da RAIS, que é mais abrangente no universo de microempresas, apontou a redução de 543 empresas em 2002 para 320 em 2005. Porém, mais importante é verificar que o valor de transformação foi de R\$ 6,942 bilhões (dado de 2006), com o emprego de cerca de 38.000 pessoas.

De forma geral, os principais segmentos de produtos do setor de equipamentos de telecomunicações são: terminais; telefonia móvel; equipamentos para redes; fios e cabos; redes corporativas de comunicação; software; antenas, torres e infraestrutura; comutação fixa; componentes, partes e peças; instrumentação e testes; suprimentos e acessórios; sistemas de trunking e radio-localização; e outros produtos.

Tabela 4.1 - Dez Maiores empresas fabricantes/fornecedoras de equipamentos de telecomunicações no Brasil em termos de Receita Líquida Proporcional (*) e cinco empresas nacionais selecionadas

Empresa	Principal segmento de negócios	Receita Líquida Proporcional em 2006 (US\$ mil)	Receita Líquida Proporcional em 2007 (US\$ mil)
Motorola	Terminais e telefonia móvel	1.602.000	2.778.345
Nokia	Terminais e telefonia móvel	1.300.00	1.814.982
Ericsson	Telefonia móvel e Comutação fixa	916.785	997.340
Samsung	Terminais	569.600	934.500
LG Electronics	Terminais	560.572	385.787
Siemens Enterprise	Redes Corporativas de Comunicação e gerenciamento de redes	445.000	228.545
Alcatel Lucent	Equipamentos de rede, gerenciamento de redes, Telefonia móvel, antenas, torres e infraestrutura, consultoria, projeto e treinamento, Redes Corporativas de comunicação, Comutação fixa e <i>Software</i>	385.400	475.182
Cisco Systems	Equipamentos de Rede e <i>Software</i>	360.195	441.200
Nortel Networks	Telefonia móvel, Redes corporativas de comunicação e Comutação fixa	149.520	152.510
NEC	Equipamentos para redes, Redes corporativas de comunicação, Comutação fixa	143.107	166.134
Intelbrás	Terminais e redes corporativas de comunicação	78.770	136.772
Trópico	Comutação Fixa, <i>software</i> e consultoria, projeto e treinamento	26.524	43.742
Dígito Tecnologia	Desenvolvimento de aplicações, Redes Corporativas de Comunicação, <i>software</i> , comutação fixa, gerenciamento de redes e equipamentos para redes	26.882	41.587
Digital	Equipamentos para Redes, gerenciamento de redes, antenas, torres e infraestrutura e fios e cabos	24.402	15.407
AsGa	Equipamentos para Redes, gerenciamento de redes e <i>software</i>	17.032	29.634

Fonte: (Szapiro, 2009), a partir do Anuário Telecom, 2007 e 2008

(*) Esta receita líquida refere-se à receita obtida pelas empresas no segmento de telecomunicações.

De acordo com a Tabela 4.1, pode-se observar que as dez maiores empresas fabricantes de equipamentos de telecomunicações em termos de receita líquida são empresas subsidiárias de multinacionais. Isso resulta de um processo de desnacionalização da indústria de equipamentos de telecomunicações que vem ocorrendo desde o início da década de 1990, mas que foi agravado com o processo de privatização da Telebrás em 1998. Por outro lado, observa-se também que o pequeno porte das empresas nacionais fabricantes de equipamentos relativamente às subsidiárias de multinacionais coloca-se, muitas vezes, como um obstáculo à competitividade das mesmas. Como será discutido na última seção deste relatório, este se constitui num dos maiores limitantes à capacidade de concorrer, ao crescimento e à sustentabilidade das empresas nacionais.

4.2. Tendências do Investimento no Brasil

A orientação estratégica dos investimentos a serem induzidos pela Política de Desenvolvimento Produtivo na área de TICS abrange cinco subprogramas, a saber: software e serviços de TI, mostradores de informação (*displays*), microeletrônica, infraestrutura para inclusão digital e adensamento da cadeia produtiva. Destes, aquele que tem maior impacto direto sobre o subsistema de equipamentos de telecomunicações, é o de adensamento da cadeia produtiva. O subprograma de infraestrutura para inclusão digital tem efeito indireto sobre o subsistema de equipamentos de telecomunicações, pois o mesmo estimula a demanda para a expansão da rede de comunicações digitais. Os subprogramas da PDP trazem um diagnóstico da situação atual, estabelecem estratégias e metas a serem atingidas para o ano de 2010 e apontam os maiores desafios. Para cada subprograma, a PDP apresenta os principais instrumentos disponíveis (legislação e principais agentes competentes), além de propor medidas a serem implementadas com vistas à colocar em prática os objetivos da política.

Além dos programas previstos na PDP e que estão em fase de implementação, o setor industrial de equipamentos de telecomunicações conta com importantes instrumentos de apoio. O principal instrumento de política voltado para o fomento da indústria de equipamentos de telecomunicações é a Lei de Informática (revisada sucessivamente até a Lei 11.077 de 30-12-2004) e revisões, já tratadas no Capítulo 3, enquanto para a área de componentes e transmissores para “*broadcast*” digital é a Lei do PADIS e PATVD (Lei 11.484, de 2007). Adicionalmente a esta, existem linhas de apoio provenientes principalmente de recursos do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações Brasileiras (FUNTTEL), para financiar atividades de pesquisa, desenvolvimento e inovação, e de programas do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), para financiar investimentos em ampliação e modernização das plantas produtivas, capital de giro, etc. Além destas, existem outras iniciativas não direcionadas especificamente para o setor de telecomunicações, mas que indiretamente têm efeito sobre o mesmo, como aquelas voltadas para o desenvolvimento da indústria de circuitos integrados ou de *software*. O objetivo desta seção é de analisar de maneira geral e descrever as linhas de apoio direto ou indireto ao setor industrial de telecomunicações existentes e em curso.

Do ponto de vista dos instrumentos especificamente voltados para o setor de equipamentos de telecomunicações, cabe destacar o FUNTTEL, que foi previsto na LGT, instituído pela Lei 10.052 em 2002 e regulamentado pelo decreto 3.737 de janeiro de 2001. Este fundo se constitui no principal instrumento governamental de incentivo às atividades de pesquisa e desenvolvimento no setor de telecomunicações. As receitas do FUNTTEL são provenientes da contribuição de 0,5% da receita bruta das empresas prestadoras de serviços de telecomunicações, de 1% da arrecadação bruta de eventos participativos por meio de ligações telefônicas e de dotações consignadas na lei orçamentária anual e seus créditos adicionais. Este recurso é possível de ser aplicado em programas estruturantes para a cadeia de equipamentos de telecomunicações, sob a gestão das empresas e com a aprovação prévia do Comitê Gestor do Fundo. Os agentes financeiros do FUNTTEL são a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e o BNDES, sendo que a Finep já realiza contratações e desembolsos desde 2002, e o BNDES iniciou as operações com recursos do referido Fundo em 2008.

As prioridades e estratégias para a aplicação dos recursos do Funttel foram estabelecidas na resolução no 40 de 31/01/2007, na forma de seu anexo “Gestão Estratégica do Fundo para o Desenvolvimento Tecnológico das Telecomunicações – FUNTTEL”, que estabeleceu critérios para os Planos de Aplicação de Recursos para o período de 2007-2009. Desde sua criação o Fundo tem sido utilizado para financiar programas de pesquisa e desenvolvimento na área de telecomunicações, como o programa de desenvolvimento do sistema brasileiro de TV digital brasileiro, além de recursos para empresas investirem em projeto de P&D. Parte deste Fundo é direcionada diretamente ao CPqD para o desenvolvimento de projetos de pesquisa de telecomunicações com maior horizonte de tempo. Os programas desenvolvidos com recursos do Funttel podem ser implementados tanto através encomendas do Conselho Gestor do Fundo ou através de editais para financiamento de projetos em áreas específicas.

Além do Funttel, as empresas de telecomunicações (operadoras de serviços e fornecedores de equipamentos) contam com o apoio de diversas linhas do BNDES voltadas ao setor. Especificamente do ponto de vista das empresas fabricantes de equipamentos, o BNDES oferece apoio através de programas mais abrangentes voltados ao setor industrial ou programas específicos para tais empresas. Dentre as principais linhas de apoio ao setor industrial de telecomunicações e a segmentos correlatos, destacam-se: Apoio à Importação de Máquinas e Equipamentos; Programa para o Desenvolvimento da Indústria Nacional de *Software* e Serviços Correlatos – PROSOFT; Financiamento a Empreendimentos – FINEM; e Programa de Apoio à Implementação do Sistema Brasileiro de TV Digital Terrestre – PROTVD.

O programa de Apoio à Importação de Máquinas e Equipamentos tem objetivo de fornecer apoio financeiro à importação de máquinas e equipamentos novos, sem similar nacional para o setor industrial e de projeção de filmes, exceto de vídeos. A linha pode ser concedida através de operações direta e indireta.

A criação de mecanismos de financiamento na área de software também representa um elemento importante para a cadeia de valor do setor de telecomunicações, especialmente para as empresas dos *tiers* 2 e 3. Neste aspecto, destaca-se no BNDES o Programa para o Desenvolvimento da Indústria Nacional de *Software* e Serviços Correlatos – PROSOFT.

O objetivo deste programa é contribuir para o desenvolvimento da indústria nacional de *software* e serviços de Tecnologia da Informação (TI), de forma a: ampliar a participação das empresas nacionais no mercado interno; fortalecer a P&D e inovação no setor; promover o crescimento e internacionalização das empresas nacionais e suas exportações; promover a consolidação empresarial; difundir a crescente utilização do software nacional no Brasil e no exterior; fomentar a melhoria da qualidade e a certificação de produtos e processos associados ao *software*; e fortalecer as operações brasileiras de empresas multinacionais de *software* e serviços de TI que desenvolvam tecnologia no Brasil e/ou utilizem o país como plataforma de exportação. O PROSOFT existe em diferentes modalidades, a saber: PROSOFT – Empresa, Comercialização e Exportação.

O Finem é dedicado a financiamentos de valor superior a R\$ 10 milhões para a realização de projetos de investimentos, visando a implantação, expansão da capacidade e modernização de empresas, incluída a aquisição de máquinas e equipamentos novos, de fabricação nacional, credenciados pelo BNDES, bem como a importação de maquinários novos, sem similar nacional e capital de giro associado, operados diretamente com o BNDES ou através das instituições financeiras credenciadas.

O PROTVD é um Programa de apoio aos investimentos para a implementação do Sistema Brasileiro de TV Digital, através de mecanismos de financiamento e participação acionária, na modalidade de transmissão terrestre (SBTVD-T). O apoio pode ser fornecido através dos subprogramas PROTVD – Fornecedor, PROTVD – Radiodifusão e PROTVD – Conteúdo. Os principais objetivos deste programa são: estimular o processo de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação no país, viabilizando a introdução de inovações nacionais na configuração do SBTVD-T; viabilizar uma significativa participação das empresas brasileiras, sobretudo daquelas com desenvolvimento de tecnologia nacional, no fornecimento de equipamentos e *software* para a implantação do SBTVD-T no país e o crescimento de suas exportações; promover o desenvolvimento, a difusão e a crescente utilização das soluções nacionais de *software* e equipamentos por todas as empresas de radiodifusão; apoiar a geração de aplicações e a produção audiovisual de conteúdo nacional para televisão; fomentar a consolidação das empresas nacionais fornecedoras de soluções para o sistema de televisão terrestre; e apoiar a comercialização do conversor (*set top Box*), que permitirá transformar o sinal digital, conforme definido no SBTVD-T, para recepção nos atuais televisores, sejam eles com cinescópio, de plasma ou LCD.

No âmbito do MCT, cabe destacar a importância do Programa Nacional de Microeletrônica, cujos resultados podem contribuir para o desenvolvimento da indústria nacional de equipamentos de telecomunicações indiretamente. A concepção, prototipagem e fabricação de circuitos integrados constituem um elo estratégico na cadeia de valor do complexo eletrônico, além de representar um nicho importante para garantir a incorporação de especificações nacionais na produção de equipamentos de telecomunicações. Por se tratar de uma área prioritária no âmbito da política do governo, o MCT criou um programa específico (Programa CI-Brasil) que define estratégias de fomento à criação e implantação de empresas de projetos de circuitos integrados (*design houses*) no país. Estes mecanismos são tratados no capítulo específico sobre componentes.

Vale destacar que a Finep também possui alguns instrumentos (além daqueles diretamente relacionados aos recursos do Funtel, que incluem editais e encomendas do Conselho Gestor do Fundo) capazes de contemplar a indústria de telecomunicações.

Dentre eles, merece destaque o Programa de Subvenção Econômica, cujo objetivo é o de promover um significativo aumento das atividades de inovação e o incremento da competitividade das empresas e da economia do país. Esta modalidade de apoio financeiro permite a aplicação de recursos públicos não reembolsáveis diretamente em empresas, para compartilhar com elas os custos e riscos inerentes a tais atividades.

Quatro editais foram lançados desde 2006 a 2009 (inclusive), pela FINEP, para a seleção de propostas empresariais de subvenção econômica à pesquisa e desenvolvimento de processos e produtos inovadores no país. Um dos temas priorizados é o desenvolvimento de processos e produtos inovadores na área de tecnologias da informação e comunicação, que abrange o desenvolvimento de *software*, equipamentos de redes de nova geração, TV Digital, dentre outros. Uma análise desta carteira de projetos fica para ser detalhada posteriormente.

Em 2007, algumas empresas de equipamentos de telecomunicações tiveram suas propostas selecionadas no âmbito deste programa, tais como: Ideal e Linear (de Minas Gerais), Intelbrás (de Santa Catarina), Tecsys do Brasil (de São Paulo), Nokia Siemens (do Paraná), Parks e Digitel (do Rio Grande do Sul), Gigacom do Brasil (de São Paulo). As propostas aprovadas no âmbito deste edital (de 2007) na área de equipamentos de telecomunicações contemplam projetos voltados para o desenvolvimento de equipamentos, *softwares* e sistemas para TV digital (*set top box*, antenas de transmissão e recepção e multiplexadores) e de soluções para acesso à Internet em banda larga.

Finalmente, vale destacar a criação pelo governo federal, em 2007, do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Equipamentos para a TV Digital – PATVD, que beneficia as empresas que desenvolvem ou fabricam equipamentos transmissores de sinais por radiofrequência para televisão digital, exceto os *set top boxes* (conversores para sinal digital), que já contam com os incentivos da Zona Franca de Manaus. As empresas que aderem ao Programa são beneficiadas com a redução a zero das alíquotas do IPI, PIS/Cofins e Cide incidentes sobre a venda de equipamentos transmissores de sinais, bem como sobre a aquisição de bens de capital e remessas ao exterior a título de pagamento por uso de tecnologia e *softwares* (Macedo, 2007).

De forma geral, percebe-se a existência de um conjunto de iniciativas de políticas voltadas ao fomento industrial e tecnológico à área de telecomunicações e coordenadas por diferentes instâncias. No processo de desenho e implementação de novos instrumentos de política voltados para o estímulo ao investimento na indústria de equipamentos de telecomunicações no Brasil é fundamental conhecer e considerar os diversos programas em curso para evitar sobreposições ou duplicações de esforços e maximizar os resultados dos mesmos.

A questão central é, portanto, se estes instrumentos serão suficientes para alavancar investimentos que tenham caráter de transformar a estrutura da cadeia. Uma análise das carteiras do BNDES nas linhas PROSOFT, FUNTTEL (juntamente com a FINEP), FUNTEC, PROTVD e PRÓ-INOVAÇÃO (BNDES) e subvenção econômica da FINEP oferecem um mapa de quais apostas e qual a capacidade de mobilização estratégica das indústrias locais. No total, são investimentos modestos face à dinâmica global das empresas de TIC. Basicamente, aos instrumentos acima devem se adicionar as políticas setoriais adiante enumeradas.

4.3. Perspectivas de Médio e Longo Prazos para os Investimentos

Esta seção tem como objetivo apresentar as perspectivas de médio e longo prazos para o subsistema de equipamentos de telecomunicações no Brasil. A seção 4.3.1 discute, de forma geral, os principais desafios e oportunidades que se apresentam para o desenvolvimento e crescimento dos investimentos neste subsistema. A seção 4.3.2 apresenta as perspectivas de médio prazo, buscando desenhar o cenário possível de 2012, enquanto que a seção 4.3.3 apresenta as perspectivas de longo prazo, buscando desenhar o cenário desejável de 2022, além de destacar um conjunto de proposições de políticas para que os efeitos desejáveis sobre o subsistema de equipamentos de telecomunicações possam ser obtidos.

4.3.1. Principais Desafios e Oportunidades

O anúncio, em abril de 2008, da intenção e finalmente a realização da compra da Brasil Telecom (BrT) pela Oi levou à criação de uma grande operadora nacional, com capacidade de concorrer com os grandes *players* internacionais presentes no Brasil (principalmente Telefonica e Telmex/América Móvil). A operação contou com o apoio do governo brasileiro, que precisou alterar o Plano Geral de Outorgas para permitir que a operação de compra pudesse ser fechada. No final de 2008, o governo publicou o decreto com a alteração do PGO e a Anatel concedeu anuência prévia à operação. No dia 08 de janeiro de 2009 a Oi efetuou o pagamento de R\$ 5,8 bilhões e assumiu o controle da BrT. Nesta operação, o BNDES teve participação relevante, na medida em que financiou parcela significativa dos recursos para a compra.

Com a compra da BrT, a nova Oi passou a ocupar a segunda posição entre os grupos que atuam no mercado de serviços de telecomunicações no Brasil em termos de receita bruta, perdendo apenas para o grupo Telefônica/Vivo. O grupo Oi BrT tem 29,6% de participação na receita bruta total do setor, enquanto o grupo Telefônica/Vivo tem participação de 30%.

Diante deste cenário, observa-se que a criação desta nova operadora pode vir a representar a retomada do desenvolvimento do sistema de inovação de telecomunicações brasileiro. Esta é apenas uma possibilidade, que sem coordenação estratégica governo-empresa, tende a não decolar. A criação de uma operadora nacional de serviços de telecomunicações forte e competitiva pode alavancar a produção e o desenvolvimento de equipamentos e capacitações internamente, na medida em que venha a abrir mercado e garantir demanda para a produção e tecnologia nacionais. Os efeitos da formação de uma grande operadora de serviços de telecomunicações de capital nacional dependerá do formato de sua efetivação e dos mecanismos que o governo brasileiro criará para garantir o comprometimento da nova operadora com os objetivos nacionais de política de telecomunicações.

Deve-se ressaltar que estes mecanismos não devem comprometer a competitividade da nova operadora. No entanto, é preciso inserir na política nacional de telecomunicações o choque de realidade: muitas vezes, a opção de aquisição de equipamentos incorporando tecnologia nacional não é nem sequer considerada pelas operadoras. Este fato se dá em função da ausência no arcabouço regulatório brasileiro de instrumentos eficazes capazes de equiparar as condições de competitividade das empresas nacionais de equipamentos de telecomunicações (que desenvolvem e produzem equipamentos com tecnologia nacional) com as subsidiárias de multinacionais.¹⁸

Deve-se destacar ainda que a nova operadora anunciou ter planos de implementar esforços visando uma expansão externa, principalmente para a América Latina e para a África. Apesar de se constituir em um grande desafio, a internacionalização da nova Oi pode representar uma grande oportunidade para a operadora de serviços, com encadeamentos potencialmente positivos sobre a indústria nacional de equipamentos de telecomunicações.

Neste contexto, é importante analisar de que maneira alguns países utilizaram o fortalecimento e a internacionalização de operadoras de serviços de telecomunicações nacionais para fomentar os seus sistemas de inovação. O caso da Espanha é um exemplo de sucesso de participação ativa do governo no uso do fortalecimento e internacionalização da operadora nacional (Telefonica) para promover o desenvolvimento da indústria local de telecomunicações (Szapiro, 2005). De qualquer forma, o movimento de apoio do governo à formação de uma grande operadora de capital nacional representa uma possibilidade de adoção de uma política de telecomunicações explícita, voltada para a execução de objetivos específicos ligados ao desenvolvimento do setor no Brasil.

No Brasil, não obstante o aumento da oferta de serviços de telecomunicações observado na última década, algumas das consequências do processo de reestruturação do setor de telecomunicações são: desequilíbrios na balança comercial; desnacionalização da indústria de equipamentos; diminuição do valor agregado localmente (indicado pela redução da relação entre o valor da transformação industrial e o valor bruto da produção e pela alta e crescente participação das importações de partes e peças na pauta de importações brasileira); desarticulação do sistema de inovação de telecomunicações; diminuição dos esforços de inovação das operadoras de serviços e telecomunicações e; queda nos investimentos em atividades de P&D da indústria de equipamentos. Este último tema é especialmente preocupante num contexto industrial onde os investimentos internos em P&D se constituem num dos principais fatores de competitividade da indústria.

Uma outra frente de capacitação industrial e tecnológica do setor de telecomunicações brasileiro também reside no desenvolvimento da tecnologia e produção de equipamentos Wimax, à produção de equipamentos para as redes de 3G e NGN (redes de nova geração) e à implantação e difusão da TV digital. Além destas oportunidades identificadas, a área de desenvolvimento de *software* e de sistemas de gestão e apoio à operação da rede que vêm sendo crescentemente exploradas pelas empresas fabricantes de equipamentos de telecomunicações, se constitui numa oportunidade interessante em termos de política de apoio para dinamizar o desenvolvimento tecnológico no Brasil.

Especificamente no que se refere à tecnologia de Wimax, a grande vantagem observada é que as redes de Wimax permitem a oferta de serviços de banda larga com menor custo de instalação, já que não há a necessidade de construção e manutenção de uma rede física. Em países em desenvolvimento como o Brasil, onde há uma grande demanda reprimida por serviços de banda larga e a necessidade de universalização destes serviços, o uso desta tecnologia pode baratear e facilitar a expansão da rede para municípios ainda não cobertos pela banda larga. Estudos apontam para a viabilidade do desenvolvimento de capacitações produtivas e tecnológicas na área de Wimax fixo, dado que este segmento é explorado por empresas internacionais de porte relativamente menor do que àquelas que estão desenvolvendo o padrão móvel. Além disso, acredita-se que os esforços empreendidos no desenvolvimento de capacitação na tecnologia de Wimax fixo contribuam para a capacitação na tecnologia de Wimax móvel.

¹⁸ De fato, o único instrumento introduzido nos contratos de concessão foi a cláusula 15.8, que confere preferência a produtos nacionais quando estes apresentam características técnicas e de preço semelhantes aos internacionais. No entanto, os críticos do modelo de privatização argumentaram à época da privatização que esta cláusula dificilmente teria aplicabilidade, já que as especificações técnicas podem ser estabelecidas de acordo com os interesses da operadora de telecomunicações, e estas podem beneficiar fornecedores (estrangeiros) específicos. Efetivamente, desde a privatização da Telebrás em 1998 a cláusula 15.8 dos contratos de concessão não demonstrou efeito prático. Para que este instrumento tenha algum efeito sobre as decisões de compras das operadoras de serviços de telecomunicações, é necessário complementá-lo com outros instrumentos que de fato permitam a comparabilidade das condições de preço e técnicas dos equipamentos oferecidos por empresas nacionais e multinacionais.

Desde 2007 o Funttel busca financiar prioritariamente projetos voltados ao desenvolvimento de capacitação tecnológica nacional na tecnologia de Wimax. Alguns destes projetos vêm sendo executados pelo CPqD. Em 2008, o Funttel passou a apoiar um projeto voltado para a formação de uma *joint venture* entre quatro fabricantes de equipamentos de telecomunicações de capital nacional (Icatel, Trópico, AsGa e Padtec) para produzir e comercializar soluções baseadas em Wimax. Neste projeto, os recursos do Fundo serão repassados pelo BNDES e, além das empresas, o projeto tem a participação do CPqD e do CEITEC.¹⁹

O apoio do governo e do Ministério das Comunicações às iniciativas voltadas ao desenvolvimento de tecnologia de Wimax no Brasil parte do entendimento de que esta tecnologia representa uma grande "janela de oportunidade" para o desenvolvimento da indústria e da tecnologia nacionais. Na medida em que o Wimax está atualmente em processo de desenvolvimento em nível mundial, o financiamento de projetos nesta área pode contribuir para a melhor inserção do país no cenário tecnológico das telecomunicações internacionais e para a capacitação de recursos humanos e das empresas nesta tecnologia.

No que diz respeito aos outros segmentos com potencial de crescimento no Brasil, destacam-se as empresas localizadas em Santa Rita do Sapucaí voltadas para a produção de transmissores para TV digital, que nos últimos anos vêm investindo fortemente no desenvolvimento tecnológico. Considerando a implantação e difusão da TV digital no Brasil, percebe-se no segmento de transmissores para TV digital uma grande oportunidade de crescimento do subsistema de equipamentos de telecomunicações. Deve-se também destacar o segmento de equipamentos para comunicações óticas, onde algumas empresas nacionais tais como PadTec e AsGa se destacam. Estas empresas apresentaram crescimento significativo nos últimos anos e também têm apresentado investimentos significativos em tecnologia e inovação.

É importante mencionar que as estratégias adotadas pelas empresas subsidiárias de multinacionais, responsáveis pela maior parcela do faturamento da indústria brasileira de equipamentos de telecomunicações, são fundamentais para determinar a dinâmica dos investimentos no subsistema de equipamentos de telecomunicações. Estas estratégias estão diretamente associadas aos estímulos oferecidos e às contrapartidas exigidas no âmbito das políticas industriais e tecnológicas. No contexto de um programa de adensamento da cadeia produtiva de equipamentos de telecomunicações, estas empresas podem contribuir para o aumento da agregação local de valor e diminuição das importações de partes, peças e equipamentos finais.

A crise financeira internacional que foi deflagrada em setembro de 2008 teve como consequência imediata no Brasil a desvalorização do real/valorização do dólar. Este cenário econômico, apesar de se constituir num grande problema para diversos setores, na medida em que encarece as importações e diminui a demanda pelas exportações de determinados produtos agravando, no curto prazo, o desequilíbrio na balança comercial, representa também uma oportunidade para o desenvolvimento da indústria nacional de equipamentos de telecomunicações. Na medida em que as importações tornam-se mais caras, pode haver um estímulo para que as operadoras de serviços de telecomunicações busquem adquirir equipamentos similares aos importados no Brasil.

Diante deste cenário, percebe-se que a indústria de telecomunicações brasileira enfrenta atualmente grandes desafios. Para superar tais desafios, é necessária a implementação de uma política nacional de telecomunicações (PNT), explicitada com o maior grau de apoio político continuado – e consistência técnica –, com vistas à promoção da competitividade desta indústria, fortalecendo o sistema de inovação de telecomunicações e promovendo uma nova configuração industrial, compatível com as tendências observadas no setor de telecomunicações internacional. Esta política deve promover também mudanças na regulamentação que organiza a estrutura do mercado de serviços de telecomunicações, que contemple as novas tendências de consolidação deste mercado e de convergência tecnológica.

¹⁹ Do ponto de vista das operadoras, a principal operadora nacional a investir no desenvolvimento de redes de Wimax foi a Embratel, que implantou inicialmente uma rede em 60 municípios brasileiros para atender majoritariamente pequenas e médias empresas (PMEs), com investimentos em torno de R\$ 175 milhões. Estima-se que foram instaladas 1018 Estações Rádio Base (ERBs), e o número de cidades atendidas pode chegar a 200. A cobertura inicial era sobre: Belém, Belo Horizonte, Brasília, Curitiba, Fortaleza, Goiânia, Porto Alegre, Recife, Rio de Janeiro, Salvador, São Luís e São Paulo. Além das operações da Embratel, que está implantando sua rede na frequência 3,5 GHz, adquirida na licitação realizada pela Anatel em fevereiro de 2003, a Telefônica está atualmente realizando testes com tecnologia Wimax na frequência 2,5 GHz adquirida da TVA. O objetivo é fornecer serviços de acesso em banda larga à Internet, para atender aproximadamente 150 clientes nas regiões de Pinheiros e Jardins (São Paulo). Ainda existem outras operadoras de serviços de telecomunicações que utilizam a tecnologia de Wimax, tais como Brasil Telecom, Grupo Sinos, Neovia e WKVE.

4.3.2. O Médio Prazo: Cenário Possível para 2012

No médio prazo, os principais fatores que devem afetar a dinâmica da indústria nacional de equipamentos de telecomunicações são: o retorno ao crescimento sistêmico da economia, esperado para meados de 2010; a valorização do dólar que resulta no encarecimento das importações; a criação da nova operadora de serviços de equipamentos de telecomunicações, a partir da compra da BrT pela Oi; adoção de diversas ações voltadas para o desenvolvimento de capacitação na área de Wimax e criação de empresa nacional para desenvolver e produzir equipamentos de Wimax com apoio do Funttel (WxBR); a adoção de estratégias mais agressivas para a expansão no Brasil das empresas chinesas (Hawei e ZTE); e o crescimento de empresas nacionais voltadas para nichos de mercado (comunicações óticas, equipamentos transmissores para TV digital etc) e para os serviços convergentes com empresas dos *tiers* 2 e 3.

Os aspectos acima representam tanto desafios (aumento da pressão competitiva advinda da ampliação da participação das empresas chinesas nas vendas de equipamentos de telecomunicações e agravamento do déficit da balança comercial), como oportunidades para o subsistema de equipamentos de telecomunicações. Conforme destacado na seção anterior, as oportunidades decorrem, por um lado, do encarecimento das importações, do seu avanço quantitativo significativo, e da necessidade resultante de implementar medidas voltadas para a redução do déficit e adensamento da cadeia produtiva. Por outro lado, a criação da nova Oi pode também abrir grandes oportunidades a partir da utilização do poder de compra privado para estimular a tecnologia e produção de empresas nacionais de equipamentos de telecomunicações. A adoção de programas voltados para o desenvolvimento de capacitação em novas tecnologias de acesso (de WiMax, LTE, IPTV, TVD efetivamente interativa a remoto), por sua vez, pode contribuir para o aproveitamento de uma janela de oportunidade, na medida em que muitas tecnologias estão em processo de desenvolvimento e de disputa por mercado, com resultados impossíveis de prever no largo prazo. À exceção de que adicionarão mobilidade, ubiquidade e possivelmente novas formas de teleinteração.

A superação dos desafios e o aproveitamento das oportunidades, entretanto, estão condicionados por alguns fatores que podem ser considerados como determinantes da dinâmica de investimentos esperados no médio prazo. Em primeiro lugar, ressalta-se a importância da manutenção dos investimentos das operadoras que fornecem serviços de telecomunicações no Brasil. Esta é condição fundamental para que o subsistema de equipamentos de telecomunicações possa apresentar uma dinâmica positiva de investimentos, já que as operadoras se constituem nos principais compradores de equipamentos de telecomunicações. Em segundo lugar, destaca-se a manutenção e ampliação do leque de instrumentos voltados para a indústria de equipamentos de telecomunicações como condição importante para a criação de estímulos à indústria de equipamentos.

Tendo em vista as mudanças recentes do setor de telecomunicações já discutidas na seção 4.1, as políticas de compras, pública e privada, têm grande relevância para a dinâmica de investimentos do subsistema de equipamentos de telecomunicações. Neste aspecto, duas grandes frentes devem ser analisadas. A primeira diz respeito ao potencial que a política de compras privada da nova Oi tem sobre a indústria de equipamentos de telecomunicações. Dependendo dos instrumentos que forem implementados pelo governo, a expansão e possível internacionalização desta nova operadora podem provocar um "efeito de arraste" sobre a indústria de equipamentos de telecomunicações nacional. A segunda frente está relacionada à política de compras pública.

Do ponto de vista da política de compras pública, a atualização e regulamentação do artigo 3o da Lei de Informática que trata das compras públicas de bens e serviços de informática, e que já consta do subprograma de adensamento da cadeia produtiva de TICs como uma medida a ser adotada, deve ser uma das metas a serem atingidas. A Lei de Informática prevê em seu artigo terceiro que "os órgãos e entidades da Administração Pública Federal, direta ou indireta, as fundações instituídas e mantidas pelo Poder Público e as demais organizações sob o controle direto ou indireto da União darão preferência, nas aquisições de bens e serviços de informática e automação, observada a seguinte ordem, a: I – bens e serviços com tecnologia desenvolvida no País; e II – bens e serviços produzidos de acordo com processo produtivo básico, na forma a ser definida pelo Poder Executivo. Para o exercício desta preferência, levar-se-ão em conta condições equivalentes de prazo de entrega, suporte de serviços, qualidade, padronização, compatibilidade e especificação de desempenho e preço".

A atualização da regulamentação e utilização deste artigo pode contribuir fortemente para a dinâmica dos investimentos na indústria nacional de equipamentos de telecomunicações, aumentando o mercado para os equipamentos com tecnologia nacional e, dessa forma, contribuindo para o adensamento da cadeia produtiva de equipamentos de telecomunicações. Outro efeito relevante deste tipo de instrumento sobre a indústria é a redução do déficit comercial do setor.

Ainda na linha das iniciativas que conformam uma política de compras pública, não se pode deixar de mencionar o Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (FUST). Embora a utilização dos recursos deste Fundo tenha envolvido uma grande complexidade legal e uma inação operacional nos últimos anos, sabe-se que o recolhimento do FUST acumula atualmente mais de R\$ 5 bilhões. É fato também que ocorreram nos últimos anos alguns projetos de utilização dos recursos do FUST, e que nem todos foram implementados por diversas razões. No entanto, na medida em que a Anatel e o Ministério das Comunicações definam um projeto amplo de universalização de serviços de banda larga, este Fundo pode representar um grande volume de recursos injetado na indústria nacional de equipamentos de telecomunicações.

Cabe ressaltar que um dos subprogramas do programa de TICs da PDP (Infraestrutura para inclusão digital), embora não seja voltado diretamente para o subsistema de equipamentos de telecomunicações, pode produzir impactos também neste subsistema. O programa de ampliação da infraestrutura de banda larga implica num aumento de demanda para a indústria de equipamentos de telecomunicações e, se for direcionado para contemplar também os objetivos de outros subprogramas, pode potencializar os seus efeitos. Um dos maiores impactos potenciais do subprograma de Infraestrutura para inclusão digital sobre o subsistema de equipamentos de telecomunicações está relacionado à criação de mercado para os equipamentos de Wimax que estão sendo desenvolvidos no âmbito das iniciativas do Funttel. Esta associação já consta da apresentação da própria PDP.

A regulação também pode se constituir num instrumento determinante para a dinâmica de investimentos do subsistema de equipamentos de telecomunicações. Uma das medidas que a Anatel pode adotar no processo de licitação de frequências para Wimax, cuja expectativa é que ocorra ainda no ano de 2010, é o estabelecimento de associação entre a venda de frequências e a obrigatoriedade de compra de quantidade mínima estabelecida de equipamentos com tecnologia nacional. Nesse caso, as operadoras que vencerem o leilão para a compra de frequência para implantação de redes Wimax terão assumido o compromisso de efetuar parcela mínima de suas compras de empresas que fabricam equipamentos incorporando tecnologia nacional. Dessa forma, esta medida poderia estar associada com todos os outros instrumentos (acima mencionados) e voltados para o desenvolvimento de capacitação tecnológica e industrial em comunicações sem fio, mais especificamente Wimax. A dinâmica de investimentos no subsistema de equipamentos de telecomunicações seria positivamente afetada a partir da garantia de criação de demanda e, conseqüentemente, mercado para os produtos com tecnologia desenvolvida localmente. Mais uma vez, este tipo de instrumento poderia também contribuir para o adensamento da cadeia produtiva de equipamentos de telecomunicações.

Paralelamente, espera-se que a intensa dinâmica tecnológica que marcou o setor de telecomunicações como um todo nas últimas décadas continue operando como um determinante da dinâmica de investimentos para o subsistema de equipamentos de telecomunicações. A alta velocidade de introdução de inovações torna necessária a realização de altos investimentos em inovação e modernização por parte das fabricantes de equipamentos para que elas possam permanecer competitivas.

Do ponto de vista das transformações engendradas pelos investimentos realizados no período 2009-2012, prevê-se: o desenvolvimento de tecnologia nacional (Wimax), a oferta de novos equipamentos (inclusive para substituir importações) e o surgimento e crescimento de empresas nacionais fabricantes de equipamentos, ampliando a capacidade produtiva interna; e o fortalecimento da infraestrutura tecnológica (instituições de pesquisa, grupos de pesquisa etc).

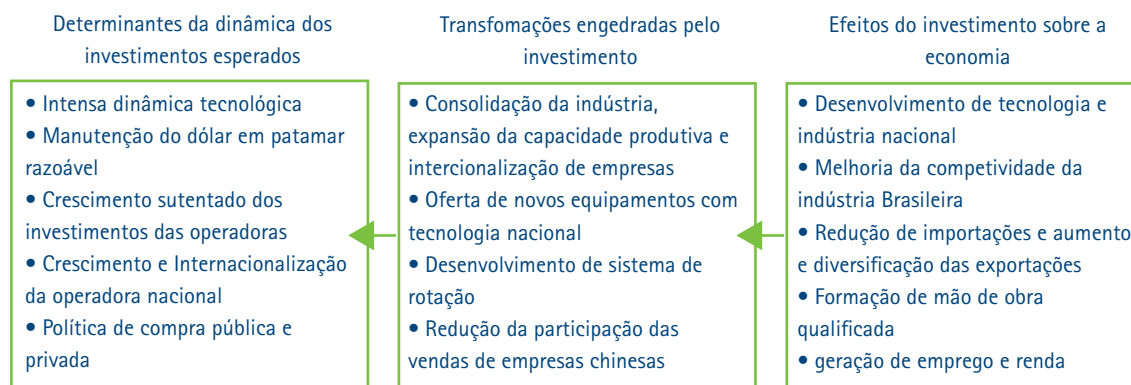
Finalmente, no tocante aos principais efeitos dos investimentos sobre o subsistema de equipamentos de telecomunicações no médio prazo são a melhoria da competitividade da indústria em segmentos selecionados e uma possível melhoria do resultado comercial.

4.3.3. O Longo Prazo: Cenário Desejável para 2022

A Tabela 4.2 oferece uma visão resumida, esquemática dos principais fatores positivos que podem criar um cenário de expansão da indústria de equipamentos no país. Os efeitos das políticas de longo prazo da esquerda da Tabela devem engendrar as transformações da coluna central, para alcançar os efeitos positivos listados à direita, a saber

- a) Consolidação da indústria, com expansão da capacidade produtiva
- b) Internacionalização, com a conquista de outros mercados no exterior
- c) Geração de produtos com tecnologia nacional, resultado de um sistema de inovação mais avançado do que temos atualmente
- d) Uma redução da participação das vendas oriundas do Leste asiático.

Tabela 4.2 – Análise do cenário de longo prazo



Embora muitos fatores macro e microeconômicos possam influenciar na evolução dos investimentos do subsistema de equipamentos de telecomunicações, a Tabela 4.2 sintetiza um quadro genericamente positivo, com os principais aspectos relacionados ao cenário desejável para o longo prazo para a indústria de TICs. Como pode-se observar, muitos dos determinantes da dinâmica dos investimentos no longo prazo são os mesmos daqueles discutidos para o cenário possível de médio prazo.

Em primeiro lugar, do ponto de vista dos efeitos do investimento desejável na economia, espera-se os seguintes resultados: desenvolvimento da tecnologia e indústria nacionais; melhoria da competitividade da indústria nacional de equipamentos de telecomunicações (incluindo o aumento dos investimentos em P&D e inovação das empresas fabricantes de equipamentos de telecomunicações); redução das importações e ampliação e diversificação das exportações; formação de mão-de-obra qualificada; e geração de emprego e renda.

Estes efeitos desejáveis resultam de transformações engendradas pelos investimentos realizados no período de longo prazo. Dentre as principais transformações, a primeira delas está relacionada a uma mudança estrutural na indústria de equipamentos, qual seja, a consolidação patrimonial da indústria.

As empresas nacionais fabricantes de equipamentos constituem atualmente um grupo de empresas de pequeno ou médio porte, com atuação em segmentos com reduzido grau de especialização tecnológica (fios e cabos e componentes, partes e peças) ou em nichos com maior grau de especialização. Algumas destas empresas apresentaram crescimento sustentado nos últimos anos, apesar de terem enfrentado dificuldades para sobreviver num cenário de oscilação de investimentos da última década, de redução de compras das operadoras e de aumento da pressão competitiva. Outras surgiram num período recente, aproveitando oportunidades de operação em nichos de mercado. Nesse caso, a consolidação da indústria constitui-se numa transformação fundamental a ser objetivada pelas políticas implementadas.

O processo de consolidação da indústria de equipamentos de telecomunicações já se constitui em foco de algumas ações de política, e está presente em programas do BNDES. No entanto, deve-se buscar a implementação de esforços específicos voltados para a consolidação da indústria nacional de equipamentos, que permitam a criação de empresas de maior porte e mais capazes de: competir com as subsidiárias de multinacionais, ampliar a capacidade produtiva e, eventualmente, passar por processos de internacionalização.

Outra importante transformação diz respeito ao desenvolvimento do sistema de inovação de telecomunicações brasileiro. É preciso fortalecer as instituições de desenvolvimento, criar centros de articulação pesquisa-indústria, com as universidades ligadas à pesquisa e desenvolvimento do setor de telecomunicações. Esta articulação sistêmica se constitui numa condição relevante para o fortalecimento de competitividade da indústria e para atingir os efeitos desejáveis para o subsistema no cenário de longo prazo.

A ampliação da oferta de equipamentos com tecnologia nacional e a conseqüente redução da participação das vendas de subsidiárias de multinacionais no mercado brasileiro, em especial das empresas chinesas que vêm representando grande ameaça à produção nacional, são transformações que decorrem das apontadas acima (consolidação patrimonial e fortalecimento do sistema de inovação), e que também se constituem em condições fundamentais para que os efeitos desejáveis para o subsistema no cenário de longo prazo sejam atingidos.

A fim de viabilizar esse conjunto de transformações no subsistema, é preciso que um conjunto de determinantes dos investimentos efetivamente ocorra. Alguns dependem de fatores externos ao subsistema de equipamentos de telecomunicações (câmbio, dinâmica tecnológica e investimento das operadoras) e outros dependem de iniciativas de política.

A taxa de câmbio deve ser estabelecida num patamar tal que, por um lado torne as exportações de equipamentos competitivas e, por outro, induza a redução das importações. Da mesma forma como foi discutido para o cenário de médio prazo, espera-se que a dinâmica de mudanças tecnológicas do setor de telecomunicações continue intensa, de maneira que novas janelas de oportunidade se abram e as operadoras de serviços tenham estímulo a continuar investindo em novas tecnologias, modernização de redes e etc.

Destaca-se, por fim, os principais instrumentos que devem ser implementados para que se obtenha os efeitos desejáveis a partir dos investimentos realizados.

- Política de compras pública:
 - Atualização e regulamentação do artigo 3o da Lei de Informática que trata das compras públicas de bens e serviços de informática, e que já consta do subprograma de adensamento da cadeia produtiva de TICs como uma medida a ser adotada;
 - Utilização dos recursos do FUST para a implementação de um projeto amplo de universalização de serviços de banda larga, ampliando a demanda por equipamentos de telecomunicações para tal fim.
- Política de compras privada: retomada do poder de compra privado com a criação da nova Oi. A criação da nova operadora de capital nacional, que recebeu um grande volume de recursos do governo através do BNDES para possibilitar a compra da BrT, abre a possibilidade de uso do poder de compra desta operadora para fomentar a tecnologia e produção de empresas nacionais fabricantes de equipamentos. Esta política depende, entretanto, dos instrumentos implementados pelo governo para garantir que a operadora tenha algum nível de comprometimento com os objetivos da política nacional de telecomunicações.
- Criação de instrumentos no âmbito da regulação associados aos objetivos de desenvolvimento industrial e tecnológico, nos moldes daquele proposto para o Leilão de frequências de Wimax no cenário de médio prazo.
- Melhoria dos instrumentos de controle sobre os resultados dos investimentos em P&D oriundos da Lei de Informática. Como discutido na seção 3 deste relatório, a Lei de Informática prevê o investimento de parte do faturamento das empresas em P&D como contrapartida dos incentivos fiscais oferecidos. No entanto, é de conhecimento público que nem sempre os recursos previstos para aplicação em P&D são efetivamente empregados para este fim. Numa perspectiva de longo prazo, é interessante buscar instrumentos de aperfeiçoamento do acompanhamento deste tipo de investimento das empresas que usufruem os incentivos fiscais da Lei de Informática.
- Criação de instrumentos focados no desenvolvimento do sistema de inovação de telecomunicações, buscando fortalecer os elos e interações entre empresas (fabricantes de equipamentos e prestadoras de serviços), universidades e instituições de pesquisa e incrementar os investimentos em P&D e inovação. Para que os efeitos desejáveis de longo prazo analisados acima sejam atingidos, principalmente àqueles que dizem respeito à melhoria da capacidade inovativa e industrial, é importante a implementação de instrumentos voltados para o desenvolvimento do sistema de inovação de telecomunicações.
- Finalmente, a coordenação entre políticas já existentes e novos instrumentos a serem criados é fundamental, com vistas a evitar sobreposições ou duplicações de esforços e maximizar os resultados dos mesmos.

A Tabela 4.3 apresenta uma síntese das proposições de políticas para vigirem de forma consistente, no longo prazo, para viabilizar o cenário desejável até 2022.

Tabela 4.3 - Síntese de proposição de políticas de longo prazo para o setor de bens de TIC.

Tipos de Instrumento				
Tipo de Investimento		Incentivos	Regulação	Coordenação
	Induzido	- Políticas voltadas para reduzir o desequilíbrio da balança comercial		- Política de compras (pública e privada)
	Estratégico / mudanças tecnológicas e mudanças na concorrência	<ul style="list-style-type: none"> - Políticas de apoio ao desenvolvimento de tecnologia nacional; - Políticas de apoio financeiro e capitalização; - Políticas para o adensamento da cadeia produtiva (subprograma de TICs da PDP) 	<ul style="list-style-type: none"> - Criação de instrumentos no âmbito da regulação associados aos objetivos de desenvolvimento tecnológico e industrial; - Criação/melhoria dos instrumentos de controle sobre os resultados dos investimentos em P&D oriundos da Lei de Informática 	<ul style="list-style-type: none"> - Coordenação entre iniciativas existentes que envolvem diferentes elos e atores da cadeia produtiva; - Criação de instrumentos para fortalecer o sistema de inovação de telecomunicações, articular empresas instituições de P&D e aumentar os investimentos em P&D e inovação das empresas

CAPÍTULO 5 – DINÂMICA DO INVESTIMENTO NO SETOR DE ELETRÔNICA DE CONSUMO E UTILIDADES DOMÉSTICAS

5.1. Dinâmica Global do Investimento

A pressão por importação de equipamentos revela risco potencial de desinvestimento no Brasil em eletrônica de consumo. Os mecanismos de incentivos da ZFM e da Lei de Informática, combinados ao PADIS e PATVD (Lei 11.484) podem ser insuficientes no longo prazo. Isenção de alíquotas de IPI e de imposto de importação, em geral, são maiores que as incidentes sobre bens intermediários. Logo há certa proteção à indústria de bens de utilidades domésticas, dirimindo os efeitos negativos do câmbio, que, por sua vez, barateia a aquisição de insumos. Todavia a apreciação cambial prejudica a conformação de uma cadeia produtiva. Nessa direção, a produção de bens intermediários termoplásticos no país, e no Polo Industrial de Manaus, tem sentido a concorrência das importações, enquanto a tarefa de atrair fábricas de componentes-chave, como semicondutores, mostradores (*displays*), e mesmo passivos, e.g.: capacitores, não só continua, mas tem se tornado mais complexa.

Mudança em Componentes-chave. Os bens de massa têm usualmente alguns poucos componentes-chave na sua montagem. Por sinal, o componente-chave dos aparelhos de TV, produto que de certa forma representa a eletrônica de consumo, deixou definitivamente de ser o tubo de raios catódicos. Este, com produção local, tem cedido espaço para as mantas de LCD, tal como tem ocorrido no plano internacional, conforme demonstram os dados de componentes no capítulo que segue. Enquanto aquele possui planta no País, em Manaus, trazer uma planta de LCD persiste como enorme desafio, principalmente se considerarmos unidades fabris de gerações mais recentes, que atendem à produção de televisores. A Lei 11.484 (PADIS) objetivou exatamente isentar as empresas interessadas em produzir este componente. Ocorre que as grandes empresas de TV também produzem no exterior os componentes-chave. Estão encadeadas intra-companhia com suas fábricas no Leste da Ásia.

Convergência tecnológica digital. Conforme tratado anteriormente, esta convergência é a marca da eletrônica de TICs e também, em segmentos, da eletrônica de consumo A&V. Especificamente para determinadas linhas de produção de áudio, a convergência tecnológica se configurou em ameaça mortal. Os *MP3-players* e o compartilhamento de conteúdo, quer música, quer filmes, videoclipes etc., via internet passaram a ocupar o lugar de aparelhos de áudio tradicionais – mini-systems, portáteis de fita-cassete ou CD – e de suas respectivas mídias de gravação. Logo, a convergência digital e seus serviços têm impactos irreversíveis em cadeias eletrônicas desde sempre entendidas como externas à de bens de TIC. Não mais daqui para frente.

Os Atores e as Mudanças Recentes na Produção Doméstica

A história da indústria de bens de eletrônica de consumo (BEC) brasileira traz empresas que na origem atuavam como importadoras desses produtos e de outros do complexo eletroeletrônico – encaixam-se aí a CCE, a Gradiente, Evadin, Semp (posteriormente conformou a *joint-venture* com a japonesa Toshiba e assim permanece até os dias atuais) e a Sharp do Brasil, já extinta, todas de capital paulista. O fato de serem importadoras em seu nascedouro dá pistas sobre uma das principais capacitações das mesmas: reconhecer e atuar no mercado doméstico. Esse diferencial e os períodos de industrialização por substituição de importações e de proteção comercial por conta da crise da dívida externa nos anos 1980 contribuíram para que tais companhias ocupassem posição de destaque na cena nacional, ainda que acompanhadas por algumas multinacionais. Não que as multinacionais não se faziam presentes: em muitos casos, a tecnologia usada e, por vezes, a própria marca eram provenientes das corporações de fora (Sá, 2004.)

Porém, principalmente a partir dos anos 1990, as multinacionais de áudio e vídeo que já se encontravam no país e aquelas que nesse período se instalaram começaram a reforçar suas posições, a exemplo das sul-coreanas, principalmente a LG – a Samsung inicialmente se orientou para a produção de cinescópios e só bem mais recentemente tem fincado posições no mercado de televisores.

Em 2005, a LG já detinha a segunda maior fatia no mercado de televisores em cores, enquanto a Philips mantinha a liderança. A Semp-Toshiba, líder em 2001, perdeu espaço, ficando em 2005 com a terceira maior fatia. Com a quarta maior parcela estava a CCE e, com a quinta, empatadas encontravam-se Gradiente e Itautec Philco. Panasonic aparecia em seguida, enquanto a Evadin ocupava a oitava posição, com uma fatia bem menor da que possuía nos anos 1990.

Brasil - Mercado de TV em cores Market-Share (%)

Empresas	TV em cores			
	1994	1998 ¹	2001 ²	2005 ²
Philips	1ª(20%)	1ª(17%)	2ª(20%)	1ª(23%)
LG Electronics	-	... ⁴	3ª(17%)	2ª(18%)
Semp Toshiba	5ª(13%)	3ª(12%)	1ª(21%)	3ª(16%)
CCE	3ª(14%)	5ª(10%)	5ª(10%)	4ª(10%)
Itautec-Philco	2ª(17%)	4ª(11%)	4ª(13%)	5ª(9%)
Gradiente	7ª(4%)	7ª(6%)	... ⁴	5ª(9%)
Panasonic	... ⁴	8ª(5%)	6ª(9%)	7ª(7%)
Evadin(Mitsubishi)	6ª	6ª(7%)	... ⁴	8ª(2%)
Sharp do Brasil	3ª(14%)	2ª(14%)	-	-
Outras	9%	18%	10%	6%

Fontes: 1994/BNDES, 1998: Gradiente, apud Banco Fator (ago.1998); 2001 Itautec- Philco; 2005 - Empresa do setor, apud Gultierrez et al. (mar.2006)

1 Refere-se à primeira metade de 1998.

2 Refere-se ao acumulado até setembro

3 Em 1994, ainda Philco da Amazônia antes de fusão com esta empresa de bens eletrônicos de consumo com a Itautec, empresa de informática, ambas pertencentes ao grupo Itausa. em 2007, a Itautec vendeu a marca e os ativos para a Gradiente.

4 Inclusa em Outras

LG aparentemente ganhou *market-share* no mercado de TVs desde 2005. Tal performance está atrelada em parte a uma peculiaridade: a companhia usufrui de estímulos fiscais do Estado do Amazonas maiores do que as demais companhias que recebem incentivos fiscais estaduais amparadas pela Zona Franca de Manaus. Quando do advento da Lei Estadual Amazonense 2826 de 2003, a LG foi praticamente a única firma do ramo a não "migrar" de lei. A Lei 2826 buscou corrigir distorções vigentes na legislação estadual e aproveitou a mudança feita em 2003 nas Disposições Transitórias da Constituição Federal, que ampliou o prazo de vigência da ZFM de 2013 para 2023 para fazê-lo. Como a legislação estadual até então só previa incentivos até 2013, foi a oportunidade que o Governo do Estado teve para tentar corrigir as distorções: a empresa que não optasse por mudar de regime, só usufruiria dos incentivos até 2013. A LG optou por não mudar, visando manter o diferencial de incentivos estaduais perante as demais.

Com isso, a Philips aparentemente perdeu *market-share* no segmento de televisores. Cumpre mencionar que tanto no plano internacional quanto no nacional, a Philips está reforçando sua atuação no segmento de eletrônicos médico-hospitalares, seja para uso doméstico ou não.

Em paralelo, a Samsung decidiu entrar fortemente no mercado de televisores, passando inclusive a figurar no mais recente levantamento Top of Mind da Folha de São Paulo (Degani, 29 out. 2008). Sua estratégia combinou tanto TV de tubo com tela plana para 21" e 29" e principalmente televisores de LCD.

Dentre as japonesas, a Pioneer estabeleceu planta em Manaus, focada em equipamentos de áudio automotivos, e assim deve permanecer em virtude de sua saída do segmento de televisores no plano global. Panasonic e Sony não têm adotado uma postura agressiva como as sul-coreanas, mas provavelmente vêm se beneficiando das dificuldades encontradas pelas grandes companhias de capital brasileiro.

Já a JV Semp-Toshiba, encerrou 2008 em dificuldades: registrou prejuízo cuja magnitude equivaleria ao lucro alcançado no ano anterior. Tal desempenho está sendo atrelado a certa persistência em torno dos televisores de CRT.

Dentre os movimentos relevantes das empresas brasileiras, está a saída da Itautec Philco da linha marrom, atendo-se ao segmento de informática e automação bancária. Essa decisão se vincula à outra: em 2005, a Gradiente iniciou a compra dos negócios associadas à marca Philco da Itautec Philco. Visava, assim, galgar posição de grande *player* nacional, mas seu elevado endividamento e sucessivos prejuízos a paralisaram em 2007 e, em 2008, praticamente não operou ainda que suas ações tenham permanecido em negócio na bolsa de valores.

Nesse mesmo ano, a Gradiente vendeu a licença de uso da marca Philco à chinesa TCL que, a seu turno, alugou a marca até 2018 para a companhia brasileira Britânia. Esta importa aparelhos de DVD e outros da China com a marca Philco, apesar de ter duas plantas no País, em Camaçari-BA e em São José dos Pinhais-PR.

Outra decisão importante foi a da Evadin e do grupo CCE (mediante a Digibrás), de diversificação, passando a atuar no segmento de informática, aproveitando as melhores condições de aquisição no mercado formal advindas da Lei do Bem. Nesse caso, ambas as firmas tiraram proveito de economias de escopo.

O grupo CCE tem empreendimentos ligados à cadeia produtiva, como a produção de papelão para embalagens, placas de circuito impresso e componentes plásticos. Mas o que se configurou em vantagem em determinado período aparentemente está se tornando um problema. A crise financeira, cujo estágio atual eclodiu em setembro-outubro de 2008, parece ter afetado todas as operações do grupo CCE em Manaus, mesmo nos casos em que os bens intermediários atendem a ramos fora do complexo eletroeletrônico, mormente o de duas rodas (motocicletas etc.). Ademais a produção de televisores, feita pela Cemaz, empresa do grupo CCE responsável pela linha marrom, sentiu a perda de espaço dos aparelhos de tubo frente aos de cristal líquido.

Optar por produzir LCD não é trivial. Na percepção de um entrevistado, o fato da Gradiente ter optado pelo LCD, contribuiu para deixar a empresa na situação em que se encontra atualmente. Há questões relativas à assistência técnica; o próprio processo fabril tem suas exigências; e sua produção requer capital de giro por parte dos fabricantes de TV, posto que o montante importado por aparelho fabricado é elevado e, mesmo se produzido na ZFM, há incidência de ICMS, onerando bastante o ingresso dos insumos. Nesse caso, as companhias de capital de residentes no País se deparam com taxas de juros elevadas, diferentemente das opções que encontram as filiais/ subsidiárias de multinacionais.

5.2. Tendências do Investimento no Brasil

A indústria doméstica da linha marrom é singular. A produção de tevês e aparelhos de áudio e vídeo está concentrada no Polo Industrial de Manaus (PIM), área na qual as empresas podem pleitear os estímulos fiscais da Zona Franca de Manaus (ZFM), gerenciados pela Suframa (Superintendência da Zona Franca de Manaus), autarquia ligada ao Ministério de Indústria e Comércio Exterior. Em termos das companhias nela atuantes, o PIM pode ser *grossa modo* assim descrito:

- Presença de grandes fabricantes da eletrônica de consumo no plano mundial: as japonesas Sony, Panasonic, a holandesa Philips, as sul-coreanas Samsung, LG, que ingressaram em meados dos anos 1990, e mais recentemente as taiwanesas AOC e Proview e a chinesa SVA, essa última em "*joint-venture*" com empresário amazonense, também sócio de outra firma, a Flex.
- Fabricantes nacionais com marca própria ainda se fazem presentes, mas com menor peso do que em meados dos anos 1990: CCE, Evadin (Aiko), Gradiente (ainda em situação financeira problemática), além da Semp Toshiba, *joint venture* com 60% de participação brasileira – SEMP – e 40%, japonesa – Toshiba;
- Há outros fabricantes nacionais sem expressão de marca operando para detentores de marcas: a paulista IBT (antiga Ceneral) e a amazonense Flex exemplificam esse tipo, com a última se propondo a ser uma EMS de fato.
- Passando para o sentido lato de eletrônica de consumo, na produção de celulares está a finlandesa Nokia e, em bens de informática, empresas como a Amazon PC e o braço do grupo CCE nesse segmento, a Digibrás, afora empreendimentos de menor envergadura, conformam uma base produtiva mais ampla em termos de segmentos dentro do complexo eletroeletrônico.
- Quanto à presença de EMS, a Foxconn e a Jabil estão presentes no PIM.
- Na fabricação de componentes, atuam no PIM as subsidiárias japonesas fabricantes de capacitores Murata e AVX, as fabricantes de conectores Molex e Tyco e várias empresas menores.

Situada no centro da Amazônia continental, distante, portanto, dos grandes centros produtores e consumidores do Brasil, seu conjunto de incentivos conformou um parque fabril cujo faturamento em 2007 alcançou R\$ 49,7 bilhões (US\$ 25,7 bilhões), no qual o subsector eletroeletrônico atingiu R\$ 23,0 bilhões (US\$ 12 bilhões) – considerando apenas aparelhos de TV, o faturamento foi de R\$ 6,4 bilhões (US\$ 3,3 bilhões). Em 2006, o PIM faturou R\$ 49,4 bilhões (US\$ 22,8 bilhões), com a indústria eletroeletrônica respondendo por R\$ 26,4 bilhões (US\$ 12,2 bilhões). O faturamento com televisores nesse ano foi de R\$ 6,9 bilhões (US\$ 3,2 bilhões). Esse porte permitiu certo nível de encadeamento produtivo, inclusive o estabelecimento de um polo termoplástico que fornece insumos não só para o segmento eletroeletrônico, mas também para o polo de duas rodas (motocicletas e afins), o segundo mais significativo do PIM. A exigência de cumprimento do chamado processo produtivo básico (PPB) para o usufruto dos estímulos da ZFM também concorre para certo nível de encadeamento ao exigir que determinadas etapas sejam realizadas *in loco*.

Entretanto, a maior parte das vendas de bens finais eletrônicos da ZFM se destina ao restante do país e parcela expressiva da fabricação de bens intermediários no PIM, eletroeletrônicos ou não, atende principalmente as linhas de produção manufaturadas. Ainda que haja fabricantes de determinados bens intermediários, o nível de importação de componentes é bastante elevado e tem se ampliado à medida que os televisores de LCD aumentam sua participação frente às tevês de tubo.

Não se pode, porém, negligenciar a produção, ainda que de menor magnitude, de equipamentos de áudio de alta-fidelidade operando principalmente em São Paulo, que movimenta também a produção doméstica de acessórios para salas de audição e cinema em casa, o mercado de instaladores e representantes/ distribuidores/ importadores de marcas internacionais, pouco tratadas na literatura acadêmica. Uma breve enumeração dos atores é feita em (Sá, 2009).

Aliás, as duas grandes metrópoles do Brasil – São Paulo e Rio de Janeiro – são o *locus* principal de criação de conteúdo que “alimenta” os aparelhos de A&V profissionais no país. A presença de teatros, auditórios, casas de espetáculo, estúdios de gravação, seja de som, seja para produtos televisivos, além de um público exigente ou com elevado patamar de renda, propiciam um ambiente aos produtores de equipamentos de alta-fidelidade, que se beneficiam da proximidade com os usuários – clientes ou instaladores.

Embora os fabricantes de áudio & vídeo, bem como de outros segmentos, estabelecidos fora da ZFM, não usufruam de seus incentivos, podem se beneficiar de mecanismos como o RECOF e a Linha Azul, ambos voltados para as exportações. Ademais, as empresas não precisam cumprir com o PPB.

Deve-se considerar também a produção de equipamentos transmissores – os bens de capital das emissoras e retransmissoras – situada em sua maior parte no sul de Minas Gerais. Nela preponderam empresas de capital doméstico. Este segmento foi amparado pelo PATVD (Programa de Apoio à TV Digital) justamente para escudar tais firmas durante a transição para a TV Digital por parte das emissoras e retransmissoras.

Por fim, cumpre expor que firmas que produzem bens de informática e de telecomunicações (BIT), além de componentes selecionados, podem também usufruir de estímulos fiscais em qualquer parte do país desde que cumpra com o PPB e invista em P&D. Isso explica em boa medida o porquê da produção de telefones celulares, de outros equipamentos de comunicações e a de bens de informática estarem mais dispersas no território nacional. Exemplificando, Samsung e LG, dotadas de plantas em Manaus, fabricam telefones celulares no Estado de São Paulo, enquanto a Semp Toshiba dispõe de uma planta para produtos de informática na Bahia. Empresas de capital de residentes também lograram êxito, principalmente a partir das medidas da Lei do Bem que estimularam o setor formal ao desonerar o consumo. É o caso da paranaense Positivo, atuante no mercado de computadores pessoais.

Os principais produtores brasileiros no subsistema estão sob o controle gerencial e tecnológico dos atores globais na indústria de áudio e vídeo.

Atores no segmento de utilidades: Empresas e Países

Globalmente há apenas um leque restrito de marcas mundialmente conhecidas em áudio & vídeo como a holandesa Philips, a maior fabricante de A&V europeia, as japonesas Sony, Toshiba, Sharp, Panasonic, Sanyo (recentemente adquirida pela Panasonic), JVC, mais recentemente as sul-coreanas Samsung e LG, entre outras. Uma marca pioneira, outrora sinônimo de aparelhos de TV, mas ainda presente, a RCA, atualmente é utilizada por diferentes fabricantes para distintos produtos ou mercados. Por exemplo, a estadunidense Audiovox utiliza a marca RCA para produtos portáteis de áudio e acessórios, enquanto a chinesa TCL detém os direitos de uso da marca RCA para televisores no mercado dos EUA.

A presença dessas marcas nos EUA pode ser vislumbrada na Tabela 5.1, que traz as posições de marcas baseadas no faturamento por grupos de produto, incluindo não apenas áudio & vídeo, mas também outros equipamentos abarcados pela definição ampla de eletrônicos de consumo da Consumer Electronics Association (CEA). Nesta Tabela são agregados também os bens de computação comunicação pessoal. O foco expositivo será em torno dos produtos de áudio & vídeo. A posição de destaque das firmas japonesas se sobressai na referida tabela, havendo também bom posicionamento de companhias sul-coreanas. Marcas estadunidenses têm expressão no mercado local dos EUA apenas, não sendo conhecidas do grande público consumidor fora dos EUA.

Tabela 5.1 - O ranking de participação no mercado dos EUA, por empresa.

EUA-Bens Eletrônicos de Consumo Latu Sensu (Áudio e Vídeo, Imagem, Bens de informática e de Telecomunicações).

Classificação segundo a Participação de Mercado pelo Critério de Faturamento em Dólar, nov/2006 a abr/2007

	Todas as categorias	Aparelhos de TV	Aparelhos de vídeo	Áudio Residencial	Áudio portátil	Outros aparelhos móveis de consumo	Imagens (máquinas fotográficas)	Telecom	Bens e Informática e mídias
US\$	42.681.576	7.973.746.058	1.926.035.223	1.643.654,379	4.170.465,201	1.345.546,032	967.786.735	967.786,735	20.775.480,485
1	Hewlett-Packard	Sony	Sony	Sony	Apple	Garmin	Canon	Panasonic	Hewlett-Packard
2	Sony	Samsung	Panasonic	Monster Cable	Sony	Pioneer	Sony	Uniden	Apple
3	Apple	Panasonic	JVC	Bose	SanDisk	DEI	Nikon	Motorola	Toshiba
4	Samsung	Sharp	Canon	Yamaha	Bose	Alpine	Kodak	General Electric	Sony
5	Canon	Toshiba	Samsung	Panasonic	Griffin Technology	Kenwood	Olympus	AT&T	Gateway
6	Toshiba	LG Electronics	Philips	Denon	DLO	Tom Tom	Fujifilm	Vtech	Compaq
7	Panasonic	Hitachi	Toshiba	Klipsi	Microsoft	Sony	Panasonic	Plantronics	Sandisk
8	Gateway	Mitsubishi	RCA	Acoustic Research	Creative Labs	Audiovox	Hewlett-Packard	IGO	Canon
9	Sandisk	Pioneer	Audiovox	Onkyo	Ihome	Magellan	Casio	Logitech	Epson
10	Compaq	Philips	TIVO	Polk	Philips	JL Audio	Polaroid	Jabra	Brother
Top 10	51,6%	81,3%	67,3%	62,4%	79,9%	72,0%	85,2%	76,7%	57,7%

A prevalência de firmas nipônicas na indústria eletrônica de consumo não significa que a mesma tem podido descansar sobre a posição conquistada principalmente nos anos 1970 e 1980. Em análise de Chandler Jr (2002), o final do século XX trazia consigo as japonesas Sony, Toshiba e Matsushita (depois renomeada Panasonic, sua marca mais difundida) como aquelas que ditavam o rumo da eletrônica de consumo. Contudo, suas conclusões, calcadas no que ocorrera principalmente até meados dos anos 1990, podem ser postas à prova tomando como ponto de partida a avaliação do Institute for Business Value, ligado à IBM (2007). O foco dessa última é justamente o período posterior àquele abarcado em (Chandler Jr., 2002) quando, segundo a mesma, a eletrônica de consumo japonesa estaria recaindo na "commoditização" desde meados dos anos 1990. Com as consequências de perda de posições, e estagnação da indústria japonesa verificada nos anos 1990 até recentemente.

5.3. Perspectivas de Médio e Longo Prazos para os Investimentos

As perspectivas são consideradas segundo o cenário possível em 2012, e o cenário de longo prazo, na perspectiva de 2022.

5.3.1, Perspectivas de Médio Prazo – Cenário Possível para a Indústria

Estabelecer um cenário de médio prazo fica assaz arriscado pela ocorrência e profundidade da crise internacional e seus desdobramentos. E, mesmo que se considerem os cenários A ("Melhor é impossível") e C ("Noviça rebelde") da Tabela 2.7, os mais favoráveis dentre os quatro cenários considerados em trabalho prospectivo do BNDES, há pontos específicos envolvendo a indústria eletrônica de consumo que condicionam as decisões de investimento pelas empresas líderes globais.

De qualquer modo, existe um conjunto de incentivos fiscais vigente no país, inclusive ligados à P&D, cuja eficiência e eficácia podem ser ampliadas mediante a gestão da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP). Assim, cumpre enfatizar os seguintes pontos:

Incentivos da ZFM e da Lei de Informática, mais os instrumentos da Lei do Bem tendem a preservar/ resguardar em alguma medida, as linhas de produção de bens finais, mais protegida em termos de alíquotas de II e IPI do que as de componentes e bens intermediários.

Nesse sentido, se confirmadas, a redução na taxa de juros básica na economia e taxas cambiais mais depreciadas do que as que vigoravam até o início do terceiro trimestre de 2008, desde que não flutuem em demasia, serão fatores macroeconômicos favoráveis à cadeia produtiva dos eletrônicos de consumo nos próximos anos.

Todavia, empresas de bens finais brasileiras tendem a sofrer mais que as filiais/ subsidiárias de multinacionais quando as operações exigem capital de giro. As taxas de juros vigentes desses empréstimos no Brasil representam uma desvantagem ante suas rivais pertencentes a companhias de fora, não só em segmentos produtivos mais "commoditizados", em que pequenas diferenças de preço podem representar a fatias de mercado, mas também quando insumos importados respondem por grande parte do valor do bem final – no caso do PIM, como a sistemática de arrecadação do ICMS onera a entrada de insumos, a companhia tem de arcar com custos elevados bem antes de escoar sua produção no mercado, requerendo capital de giro.

Outro ponto consiste na possibilidade e incertezas atinentes à reforma tributária. Embora apresente pontos positivos, principalmente quanto à simplificação do sistema tributário, o fato de mexer com as contribuições sociais exige o estabelecimento de compensações no âmbito do IVA-F, imposto que aglutinaria tais contribuições entre outros. A questão é a medida dessa compensação, pois pode gerar incertezas no cálculo privado seja para aquele que queira se estabelecer no PIM, seja para usufruir dos estímulos do PADIS/ PATVD.

Especificamente para segmentos de áudio e vídeo de alta fidelidade e para mercados específicos, principalmente para o corporativo (estúdios de gravação, produtoras de conteúdo, casas de espetáculo, salas de cinema etc.), pode-se intentar casar facilidades de financiamento para as empresas demandantes de equipamentos de áudio de alta-fidelidade, que nesses casos, assumem a condição de bens de capital. É viável valer-se da implantação da TV pública ou mecanismos de estímulo via estúdios de gravação de emissoras privadas, produtoras de conteúdo, teatros etc. como meio para fomentar a aquisição da produção doméstica de alta-fidelidade como fazem a BBC e estúdios de gravação (Abbey Road, por exemplo) juntamente aos fabricantes britânicos de caixas acústicas. Ou seja, quando da oferta de empréstimos para empreendimentos nessas atividades de serviços, deve haver oferta de linhas em condições especiais para os casos em que os produtos de áudio adquiridos sejam fabricados em território nacional.

Em paralelo, deve-se estabelecer uma política de financiamento e de seguros e garantias para o estabelecimento de marcas brasileiras no Exterior. Poder-se-ia ter uma meta, à semelhança da adotada pela China, de três marcas no segmento de alta-fidelidade, aproveitando o reconhecimento alcançado pela brasileira Audiopax. Em conjunto, a Apex seria o braço de apoio a essas empresas em feiras e eventos, a exemplo da CES, facilitando a atuação das mesmas.

Por seu lado, a produção de componentes tem desafios à parte considerados no capítulo a seguir. A exigência do PPB *per se* está longe de ser uma garantia de agregação de valor. Ainda assim, o PPB aliado a recentes melhorias na sistemática de estímulos fiscais estaduais do Polo Industrial de Manaus (em 2003) e o estabelecimento das reduções ou isenções da contribuição para PIS e da Cofins na ZFM melhoraram o ambiente para a produção de bens intermediários seja no próprio PIM, seja em favor de fabricantes de outras regiões do país que forneçam para empresas em Manaus. Ainda assim, a combinação de câmbio apreciado e taxas de juros elevadas, aguçada pelos próprios incentivos à compra de bens intermediários importados, foi mais do que suficiente para dificultar a fabricação brasileira de bens intermediários, com um setor de que no agregado do "material eletrônico básico", em 2006, teve receita líquida inferior a R\$ 3 bilhões. Mais grave: os mecanismos de fomento não têm conseguido engendrar avanços tecnológicos em componentes. Essa é uma preocupação de monta, pois tais avanços podem gerar janelas de oportunidades, mas com riscos de que o país as perca, podendo o parque fabril existente descer a uma posição ainda mais frágil na cena internacional.

5.3.2. Perspectivas de Longo Prazo para os Investimentos

Uma das dificuldades para a produção doméstica de bens de eletrônica de consumo, em especial para que companhias de capital nacional se mantenham ou quiçá expandam suas atividades, consiste no fato da competição interfirmas ter se alterado em virtude da fragmentação espacial internacional do processo produtivo, analisada no capítulo 2. Empresas de bens intermediários, por vezes, conseguem galgar papel de sumo relevo na cadeia de valor. É o caso, por exemplo, dos produtores de painéis de LCD, que detêm parte cada vez mais importante da cadeia de valor na produção de televisores, sendo aqueles os diferenciadores-chave para os produtos e os que mantêm parte expressiva na margem do bem final. E no caso de grandes *players* do segmento, a maior parte detém algum diferencial de relevo em etapa anterior à do bem final, e.g. os produtores de componentes eletrônicos: Toshiba em memórias *flash*; Samsung Electronics em memória DRAM; Sharp no componente manta de LCD, etc. E, como visto anteriormente, algumas plantas desses componentes-chave requerem escalas altíssimas de produção e inversão da ordem de bilhões de dólares em plantas, para manterem-se competitivas no fornecimentos dos componentes intermediários para os bens de consumo.

Essa pressão se amplifica à medida que o Brasil não consegue assumir a condição de *locus* para receber investimentos dessa natureza ou grandeza. Assim, a fabricação e o desenvolvimento de componentes não acompanham a dinâmica de bens finais da indústria eletrônica, acontecendo uma "porosidade" na cadeia produtiva. Como será visto mais adiante, algumas medidas tomadas nos anos 2000, atinentes à política industrial, tecnológica e, cada vez mais também requerendo marco regulatório, têm caminhado na direção de se reforçar o encadeamento.

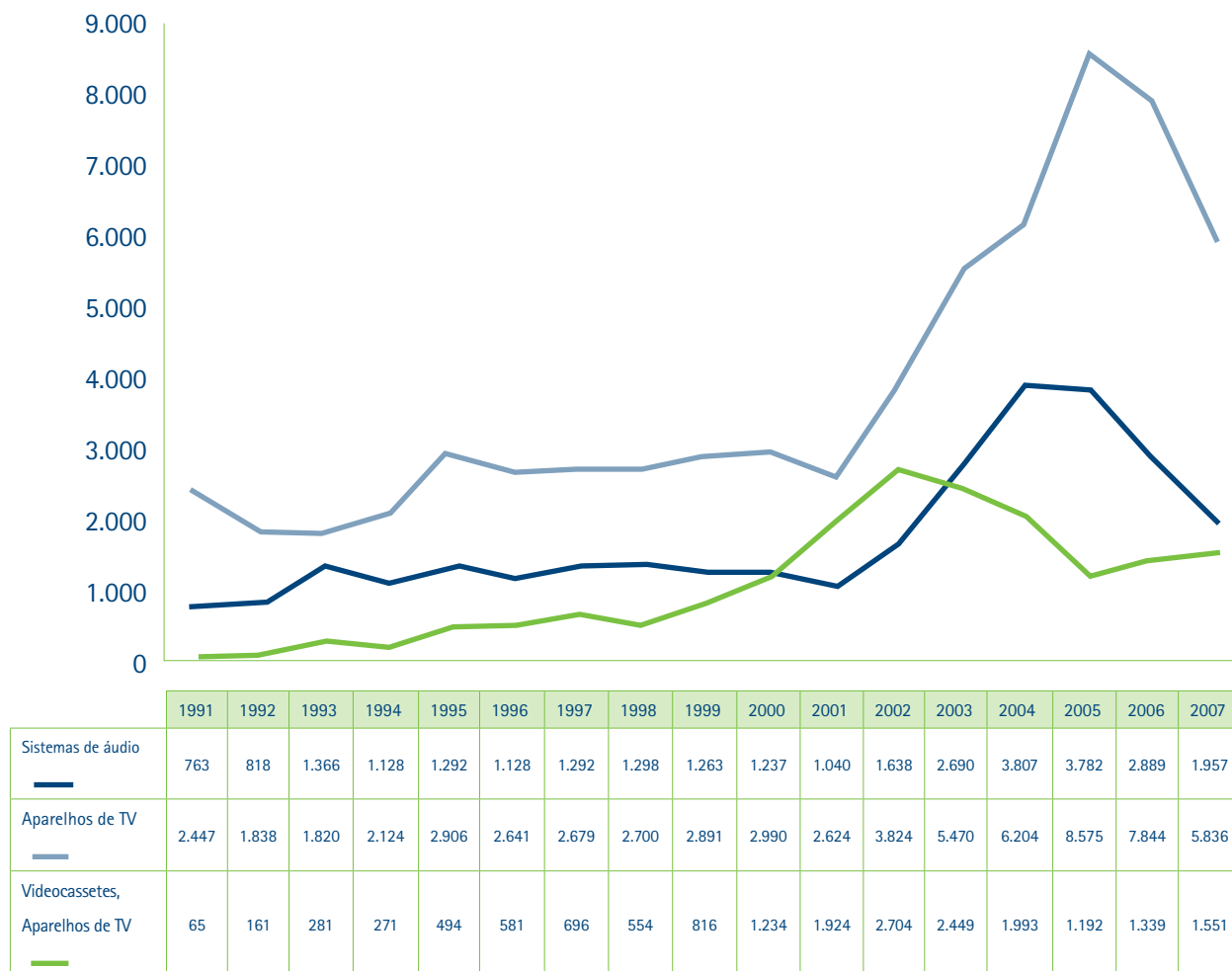
Contudo, o comportamento e a competitividade dos produtos de áudio e vídeo e de componentes fabricados no país foi fortemente afetada no período recente, como demonstrou o recuo verificado no último triênio (2006–2008). Eis alguns fatores que impactaram essa atividade, bem como sua cadeia – em alguns casos, tais fatores também são válidos para outros bens finais eletroeletrônicos, como utilidades domésticas da linha branca e bens de informática e de telecomunicações – computadores pessoais, *notebooks*, telefones celulares etc.

Para a eletrônica de consumo vale observar que os seguintes fatores permanecem como condicionantes da decisão de investimento no médio e longo prazos pela indústria.

1) O comportamento ainda cíclico devido a "booms" consumistas. Essa característica gera uma tendência a bolhas futuras de consumo devido à necessidade de reposição dos aparelhos adquiridos durante o período aquecido, e.g.: *boom* do Plano Real, gerando uma "bolha de reposição" em 2004–2005–2006. A Fig. 5.1 ilustra o efeito no mercado de A&V.

Fig. 5.1 - Os “booms” de consumo em eletrônica de consumo no Brasil (Áudio, TV e outros aparelhos de uso doméstico).

Brasil- Produtos da linha Marrom - Unidades a serem repostas a partir das Vendas Industriais Internas e da Expectativa Média da Vida (mil unidades)



Fonte: Elaboração própria a partir de cálculos feitos sobre dados da ABINEE, Eletros, Suframa e das expectativas de vida média elaboradas para o primeiro comprador pela Dana Chase (21th Annual Portrait of the US Appliance Industry, 1998) para o mercado norte-americano.

Nota: Em aparelhos de TV estão inclusos tanto aqueles em preto e branco, quanto em cores. Videocassetes e DVD-players foram agregados por serem substitutos funcionais entre si. Para os DVD-players, considerou-se a mesma expectativa de vida útil do videocassete.

II) O compasso de espera em torno da TV Digital. A escolha do padrão para a TVD no Brasil, em favor do padrão japonês (ISDB-T), só foi decretada em junho de 2006, pelo Decreto. Afora essa demora, incertezas perseveraram – e ainda não se dissiparam in totum – para o consumidor: como ter acesso ao conteúdo; a questão dos set-top boxes (STB), envolvendo a “promessa” governamental de preços módicos em contraponto a um mercado em constituição (problema de escala), bem como a esperada interatividade a partir de software local – o Ginga; aparelhos de TV adequados; etc.

III) Apreciação da taxa de câmbio até a eclosão do estágio atual da crise financeira mundial. De fato, de meados de 2004 até o terceiro trimestre de 2008, a taxa de câmbio brasileira vinha se apreciando sistematicamente. Isso impacta a produção de áudio & vídeo de modo duplo: barateia os componentes em favor dos fabricantes de bens finais, mas afetando os fornecedores domésticos e companhias mais verticalizadas. Ademais pressiona o próprio produtor de bens finais em virtude da maior concorrência dos importados.

Todos os fatores considerados, a perspectiva desta indústria é de tornar-se gradativamente mais assemelhada ao setor de fabricação de computadores, com investimento das empresas de *tier 1*, com risco maior de desinvestimento no país em favor da importação de produtos de A&TV.

5.4. Propostas de Políticas Setoriais

Tipo de investimento	Tipo de Instrumento		
	Incentivos	Regulação	Coordenação
	Induzido		
Para manter/ modernizar/ ampliar a base fabril de: - Áudio Et vídeo de massa/ economias de escala - Bens intermediários eletroeletrônicos e termoplásticos	ZFM; "Reimplantação" de facto do Entrepósito Internacional da ZFM (EIZOF)	Aprimoramento em PPB; Estabelecer o patamar de incentivo via IVA-F nas negociações da reforma tributária para que não se prejudiquem os incentivos vigentes	SUFRAMA, MDIC, MCT
Para manter/ modernizar/ ampliar a base fabril de: Equipamentos de áudio Et vídeo como bens de capital p/ o setor de informação e entretenimento – estúdios de TV, de filmagem cinematográfica, produtoras de conteúdo, casas de show, teatros, auditórios etc.	Linhas de crédito para compras desses equipamentos em condições mais favoráveis se produzidos no território nacional		BNDES
Para manter/ modernizar/ ampliar a base fabril de: Equipamentos de alta-fidelidade: estabelecer no plano internacional ao menos 3 marcas hi-fi brasileiras	Facilidades/financiamento p/ eventos no exterior; Apoio à exportação: garantias e seguros a exportação e linhas Exim específicas para operações envolvendo marcas brasileiras		Apex, MDIC, SBCE, BNDES, Clube do Áudio Et Vídeo
Para manter/ modernizar/ ampliar a base fabril de: Set-top-box	Estímulos para compra junto ao consumidor, eg: replicar o caso da Lei do Bem em bens de informática para STB		
Para manter/ modernizar/ ampliar a base fabril de: Transmissores para TVD	PATVD	Estabelecer o patamar de incentivo via IVA-F nas negociações da reforma tributária para que não se prejudiquem os incentivos vigentes	
Para manter/ modernizar/ ampliar a base fabril de: Semicondutores e displays	PADIS	Estabelecer o patamar de incentivo via IVA-F nas negociações da reforma tributária para que não se prejudiquem os incentivos vigentes	MDIC, MCT
Para manter/ modernizar/ ampliar a base fabril de: Componentes em geral	Remover a "incoerência tributária" na importação de insumos (com alíquotas maiores do que a de bens intermediários dos quais fazem parte)		MDIC, Ministério da Fazenda
Promoção dos Mecanismos de Fomento	Promover internacionalmente, inclusive em revistas especializadas (Site Selection, Área Development etc.), o PADIS, PATVD, ZFM/PIM, Lei da Inovação, Lei do Bem, Lei Rouanet da Inovação		MDIC, ABDI, APEX, BNDES, SUFRAMA

Tipo de investimento	Tipo de Instrumento		
	Incentivos	Regulação	Coordenação
Estratégico			
Mudanças Tecnológicas			
- OLED e afins	Reforçar centros de pesquisa da área		PDP Displays
- LED; LCD e LED LCD	Estudos de viabilidade para a cadeia: LCD, LED e seis famílias de componentes principais		
Mudanças na Concorrência			
- Atração e Fomento a empreendimentos em tântalo-nióbio	ZFM; financeiro; Busca de parceiros	Há exploração em Presidente Figueiredo, próximo a Manaus; há recursos em outras áreas amazonenses, mas com sobreposição entre terras indígenas e unidades de conservação	
- Atração e Fomento a Produção de Microcontroladores e Circuitos de aplicação em displays	PADIS		PDP
Mudanças na Demanda Mundial			
Equipamentos médicos de uso pessoal (de bens de capital a bens de consumo)	Política de compras do Ministério da Saúde;		
Estímulos p/ compra junto ao consumidor, eg: replicar o caso da Lei do Bem em bens de informática p/ equipamentos médicos pessoais		MDIC, Ministério da Saúde	

CAPÍTULO 6 – DINÂMICA DOS INVESTIMENTOS NO SETOR DE COMPONENTES ELETRÔNICOS – SEMICONDUTORES E OUTROS

6.1. Introdução

Os dados mais recentes da PIA/IBGE deixam claro que o setor de componentes eletrônicos é o elo mais ausente na cadeia produtiva da indústria eletrônica no Brasil. Os indicadores da Tabela 6.1 (PIA, ano 2006) indicam que o valor da transformação industrial neste setor é muito pequeno, de cerca de R\$ 1 bilhão apenas, comparado ao total do sistema da indústria eletrônica, de R\$ 25,6 bilhões no mesmo ano. Para o emprego e produção assinalados na Tabela 6.1 contribuíram 326 empresas fabricantes de material eletrônico básico, com a ocupação de aproximadamente 16 mil pessoas. Das empresas, apenas 50 são associadas à ABINEE e 11 destas são empresas com mais de 500 empregados (ABINEE, 2009b). Acresce ainda que as empresas que atuam no segmento dos componentes tecnologicamente mais dinâmicos, os componentes semicondutores, são em número inexpressivo, da ordem de cinco empresas industriais apenas. A grande maioria das empresas produz componentes eletrônicos passivos, componentes elétricos, componentes ópticos especializados e principalmente submontagens eletrônicas (ou também montagem de *kits* que entram na produção do bem final) – utilizando outros componentes eletrônicos como insumos – que são por sua vez também consideradas componentes eletrônicos. Em síntese, as empresas produtoras de material eletrônico básico no Brasil têm inexpressiva participação no valor da transformação, na receita líquida, no emprego e no investimento da indústria eletrônica. O setor de componentes eletrônicos (que exclui os componentes industriais eletromecânicos, por exemplo) destoa no cenário da indústria por sua fragilidade e pouca expressão. O VTI deste subsistema é muito baixo e representa apenas 3,9% do valor total da transformação da indústria eletrônica no Brasil. Representa 0,15% e 0,16% do VTI e da receita líquida, respectivamente, de todas as indústrias e sistemas produtivos pesquisados no Estudo Perspectivas de Investimento no Brasil (PIB).

Este subsistema industrial faz de fato agregação de valor no país, embora seu porte modesto, pois teve déficit próprio de US\$ 336 milhões com o exterior e receita líquida no país de R\$ 2,7 bilhões em 2006. O segmento industrial amostrado pelo CNAE 32-10.7 sofreu desinvestimento por alguns anos, como em 2006 (dados da Tabela 1.9, Capítulo 1), pela perda de capital industrial e pelo fechamento de fábricas, e teve sua participação no mercado interno reduzida pela importação do Leste asiático. Naquela região a escala de produção destes componentes é muito maior, a dinâmica de inovação tecnológica é mais rápida, o que resulta em competição adversa para a indústria local.

Tabela 6.1 – Dados do Subsistema Industrial de Material Eletrônico Básico (componentes eletrônicos e correlatos).

x Subsistema Produtivo de componentes eletrônicos (Material Eletrônico Básico) CNAE 32-10.7	Valor da Transformação Industrial- VTI	Pessoal Ocupado	Receita Líquida RL anual	Investimentos Total	Investimentos Máquinas
Unidade	(R\$ Milhão)	Empregos	(R\$ Milhão)	(R\$ Milhão)	(R\$ Milhão)
Componentes eletrônicos, microeletrônica, material básico, semicondutores	998	15.898	2.742	(24)	(17)

Fonte: PIA/IBGE 2006.

Todos os indicadores no Brasil, inclusive dados da SECEX/MDIC, apontam que a demanda interna por componentes eletrônicos é basicamente suprida por importações, realizadas diretamente pelos outros subsistemas produtores de bens finais, eletrônicos ou não (informática, automação, telecomunicações, eletrônica de entretenimento, indústria de autopeças, aeroespacial e de equipamentos industriais), resultando em altos déficits anuais na balança de pagamentos do Brasil. Em 2008 a importação de componentes eletrônicos e elétricos montou em US\$ 17,8 bilhões, ou 10,3% do valor das importações globais do país naquele ano. Comparada à receita líquida do produzido no país pelas empresas industriais de material eletrônico básico – R\$ 2,7 bilhões em 2006 (PIA, 2006) – evidencia-se a enorme debilidade industrial do país no setor, face à prevalência do concorrente estrangeiro. Apenas no segmento de componentes semicondutores (circuitos integrados e componentes semicondutores discretos) a importação anual em 2008 ascendeu a cerca de US\$ 4,1 bilhões, valor que deve cair em 2010 em função da menor demanda da indústria brasileira por este bem intermediário.

O investimento total declarado pelas empresas de material eletrônico básico no ano de 2006 foi nulo, apurando-se na verdade um desinvestimento líquido no subsistema (Tabela 6.1), fraco crescimento e perda de presença no mercado pelos produtores locais. O cenário de crescimento médio real da indústria eletrônica como um todo, havido no período 2005-2008, indica que a fabricação de material eletrônico básico no país não sente sequer um efeito de *"pulling"* pela demanda vinculada à expansão da produção no país de bens finais, este que é o polo dinâmico da indústria eletrônica.

Esta é uma deficiência estrutural típica da indústria de natureza montadora de classe mundial: na realidade os produtos finais já têm os "*kits*" de componentes a serem utilizados – ou o chamado "*bill of materials*" do produto – definidos pelas empresas que projetam e produzem os bens finais – independentemente de onde no mundo serão produzidos. As consequências da falta de investimento em fabricação local de componentes por duas décadas se manifestaram nos anos seguintes, em que a indústria local se abasteceu basicamente pela crescente penetração das importações.

Considerando a importância econômica do uso da microeletrônica e a precariedade de sua oferta no Brasil, cabe inicialmente questionar a necessidade de sua produção doméstica para o desenvolvimento do complexo eletrônico no Brasil. Será que o projeto e/ou fabricação de dispositivos microeletrônicos constituem um elemento potencializador de sua difusão na indústria de bens finais ou sua utilização independe da capacidade produtiva local? As evidências favorecem a primeira hipótese, desde que uma condicionante prévia seja considerada: a existência de uma indústria de bens finais que desenvolva no país a engenharia do *hardware* do produto eletrônico. Este encadeamento é um fator chave para estimular:

- A inovação em produtos finais de base eletrônica;
- A demanda por serviços locais de engenharia dos componentes – como a demanda por negócios com Design Houses (DH), especialmente.

Ressalte-se, portanto, que os investimentos no subsistema de componentes eletrônicos são os que mais desafios colocam à política industrial e tecnológica do Brasil, quando tratado o complexo de bens de TIC e eletrônica em geral. Instrumentos de indução e investimentos estratégicos serão cruciais para possibilitar um futuro adequado para o subsistema de componentes, com impactos muito relevantes na capacidade de inovação da indústria eletrônica brasileira. A cadeia produtiva e seus atores serão tratados na seção seguinte.

Uma evidência em favor da hipótese de que a existência de capacidade de projetar, fabricar, encapsular e testar circuitos integrados constitui um forte instrumento para viabilizar a inovação mais rápida nos produtos finais de TIC é a relação forte que sempre existiu nas empresas líderes em bens de TIC entre a área de tecnologia de microeletrônica e a de projeto dos bens finais, desde os anos 1950. As empresas líderes em informática, telecomunicações e eletrônica de consumo sempre investiram em suas divisões de tecnologia básica em semicondutores. A partir de 1990 verificou-se uma tendência mundial pela qual as empresas de sistemas de telecomunicações viessem a separar as suas unidades de negócios de componentes semicondutores como outra empresa, separada da empresa líder, que permaneceu focada na produção de bens finais. Verificou-se um grau de desverticalização e especialização produtiva sem precedentes na história industrial, afetando diretamente a indústria eletrônica mundial. No caso do Brasil, que não encontrou lugar em nenhuma etapa da produção de tecnologia de componentes e dos componentes mesmos, a dependência foi ampliando-se a ponto de praticamente extinguir a atividade no país no início do ano 2000.

A difusão do paradigma microeletrônico conduziu a uma significativa correlação entre o nível de avanço tecnológico da produção de componentes e a demanda por tecnologias da informação. Como mostra Mansell e Wehn (1998), os países produtores de componentes microeletrônicos são, ao mesmo tempo, os maiores inovadores em produtos e também os maiores consumidores dos bens finais. Os polos produtores mais dinâmicos estão situados nas regiões/países: EUA, Japão, países do Extremo Oriente (Ásia-Pacífico) e Europa Ocidental.

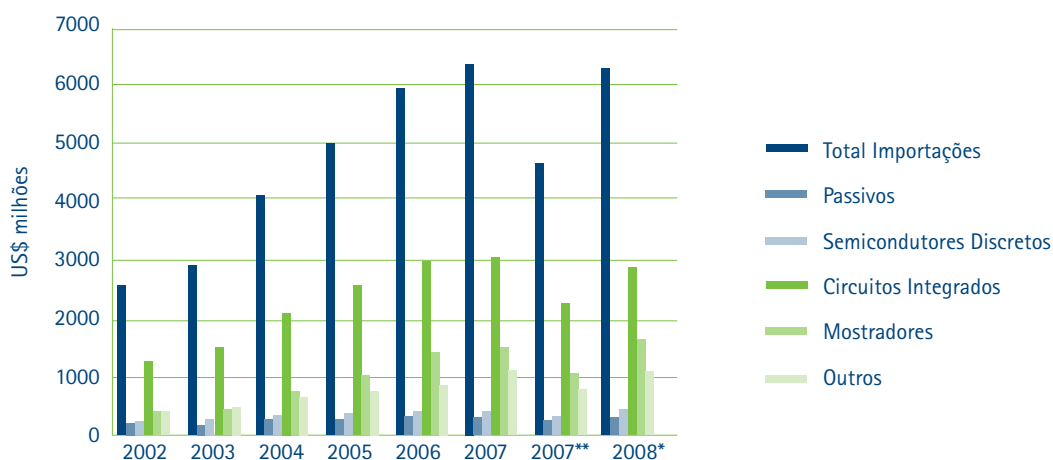
No caso brasileiro, a trajetória da indústria de microeletrônica foi de contínuo desinvestimento ou nenhum investimento privado desde a metade dos anos 1980, culminando com o fechamento de plantas de semicondutores já obsoletas no início dos anos 1990. A ausência de investimento no complexo microeletrônico (seja em empreendimentos de engenharia de projeto de *chips*, em fabricação de *wafers* ou seja em encapsulamento de *chips*) no Brasil por parte das empresas líderes levou ao quase desaparecimento desta indústria a partir de 1991. A possibilidade de recuperar a capacidade de fabricação de *chips* no Brasil foi considerada, planejada e abandonada em instâncias do Estado e também pelas empresas transnacionais e pelos grupos nacionais – tais como os extintos grupos de capital nacional Elebra (vendida em parte à Alcatel e tendo fechado diversas atividades, inclusive a de componentes Elebra Microeletrônica) e Sharp (controlador da empresa de microeletrônica SID Microeletrônica, que fechou operações fabris em Betim-MG em 1997) e o conglomerado Itaotec-Itaicom, que viria a fechar sua atividade de projeto de chips no início dos anos 1990 e, no ano 2007, a sua atividade de encapsulamento de *chips*.

Apenas em 2002 (MCT, 2002) uma estratégia de política e um conjunto estruturado de ações foram esboçados em estudo realizado no âmbito do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). Criou-se o Programa Nacional de Microeletrônica – Design como um programa prioritário de TI no âmbito do MCT, oficializado em novembro de 2002. A partir de 2003 deu-se a execução pelo governo federal de partes desta estratégia, incluindo a explicitação na PITCE (Política Industrial e Tecnológica) em março de 2004 de que a área de semicondutores seria estratégica para o país. Em 2005 iniciou a atividade de Centro de Design de *chips* no CEITEC, e em junho de 2005 foi anunciado o Programa CI-Brasil de apoio ao design de chips comerciais no país. No 1º. Semestre de 2005 se deu o início das obras de implantação de uma fábrica própria de *chips* no Brasil, maior investimento fabril em componentes eletrônicos no Brasil nesta década. Posteriormente, apenas em 2008, deu-se a autorização federal para a institucionalização de uma empresa estatal em semicondutores, denominada Ceitec S.A. – Centro Nacional de Eletrônica Avançada – por meio da lei federal no. 11759 de 31 de julho de 2008, que veio a ser operacionalizada juridicamente no ano de 2009 de modo a encampar as operações anteriores do Centro de Design do Ceitec.

A Medida Provisória 352 de janeiro de 2007, posteriormente Lei 11.484 do Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria de Semicondutores (PADIS), introduziu um conjunto inédito de incentivos para a indústria de componentes semicondutores no país, visando estimular investimentos em todas as etapas da cadeia, inclusive *design* e abrangendo os mostradores de informação. A retomada de atividades na área de semicondutores no Brasil ainda é lenta, sem que atores expressivos do exterior tenham se interessado por investimentos industriais no Brasil. Os resultados de benefícios sistêmicos far-se-ão claros apenas se um ciclo vigoroso de investimentos também privados vier a ser direcionado para o subsistema de microeletrônica, acompanhando o investimento estatal já realizado na infraestrutura de fabricação da empresa estatal Ceitec S.A.. A estratégia, amparada na Lei do PADIS é factível, porém as barreiras de entrada no negócio de componentes aumentaram com o avanço acelerado do grau de integração de sistemas eletrônicos completos em chips, bem como pela lenta implementação no âmbito estatal do investimento na empresa Ceitec no período entre 2004 e 2010. Nos primeiros três anos da vigência da Lei do PADIS nenhum investimento expressivo foi realizado sob a égide daquele instrumento por investidores privados.

Os altos investimentos necessários à fabricação de semicondutores, a falta de investidores nacionais e estrangeiros interessados, a complexidade tecnológica e a capacidade ociosa que, periodicamente e de modo rápido, se instalam no mercado internacional, constituem importantes barreiras à entrada que só podem ser superadas mediante um esforço sistemático de política tecnológica e industrial cujos resultados serão de longo prazo. Este esforço deve combinar **ações de curto prazo**, para estabelecer os instrumentos de política fiscal, creditícia, logística e arcabouço legal adequados para atrair empreendimentos do tipo “fabricação de *wafers*”, fabricação de mostradores, componentes optoeletrônicos ou fotovoltaicos, com políticas e ações que tenham foco, prioridade, constância e apresentem resultados no **longo prazo** – pelo seu caráter sistêmico e contínuo. Parte das ações fortemente recomendadas para o investimento estatal inclui, por exemplo, a priorização da formação de recursos humanos e de investimentos em atividades de P&D relacionadas ao complexo microeletrônico no Brasil.

Figura 6.1 - Balança Comercial do Segmento de Componentes – IMPORTAÇÕES.



Fonte: Secex Agregação BNDES

*Realizado até setembro /2008

**Realizado até setembro/2007

Entretanto, a indução à inovação possibilitada pela microeletrônica (de fato, atualmente no estado da arte esta indústria faz sistemas nanoeletrônicos, com nanotecnologias de ponta) poderia, em parte, ser viabilizada através das atividades de projeto (*design*) de *chips*. Isto porque as nanotecnologias requeridas para a fabricação de *chips* são complexas e caras, demandando bens de capital e chão-de-fábrica altamente sofisticados. A relação usuário-fornecedor constitui um importante fator para a difusão da microeletrônica. A capacidade de projetar circuitos integrados – na medida das necessidades das empresas industriais que incorporam estes dispositivos em seus produtos e processos – constitui um importante indutor da difusão. Nestes casos, a recíproca é verdadeira: a existência de uma indústria independente de produtos que incorporam circuitos integrados e que, além disso, seja capaz de projetar e desenvolver sua própria linha de produtos constitui um forte estímulo para o crescimento da capacidade local de design de chips. Esta dinâmica se dá em compasso com a crescente especialização de empresas de projeto e a crescente distribuição pelo mundo das empresas especializadas na engenharia do produto final e na engenharia de projeto dos sistemas em *chip*.

Nas Figuras 6.1, 6.2 e 6.3 pode ser vista a evolução da balança comercial anual do segmento de componentes de 2002 a 2007, e dos primeiros três trimestres de 2007 e de 2008, evidenciando *importações*, *exportações* e *déficit*, respectivamente. A Tabela 6.2 apresenta os quantitativos obtidos para a corrente de comércio exterior de diversas categorias de componentes eletrônicos, segundo agregação de dados da Secex/MDIC, para o mesmo período. As Figuras 6.1, 6.2 e 6.3 expressam esta agregação feita pelo BNDES, a qual envolve centenas de itens componentes eletrônicos da Nomenclatura Comum do Mercosul (NCM) para mercadorias. Nas Figuras 6.1 e 6.2 são comparados os totais de importações/exportações em cinco categorias de componentes eletrônicos, a saber:

- Circuitos integrados, todos baseados em semicondutores;
- Componentes semicondutores discretos (diodos e transistores, inclusive os fotoemissores e foto-deteciores);
- Componentes passivos (resistores, capacitores e indutores) discretos;
- Mostradores (cinescópios, válvulas, mostradores do tipo LCD, *displays* a plasma, eletroluminescentes)
- Outros (circuitos impressos, componentes submontados, etc).

Considerando-se a Figura 6.1, nota-se um crescente aumento nas importações de componentes, especialmente dos circuitos integrados e dos mostradores de informação (como LCDs), que representam somados mais de 70% do total das importações de componentes eletrônicos para o Brasil. A tendência à crescente penetração das importações verificara-se também, de modo consistente, nos anos 1990 (Gutierrez *et al*, 2003).

Figura 6.2 - Balança Comercial do Segmento de Componentes – EXPORTAÇÕES.

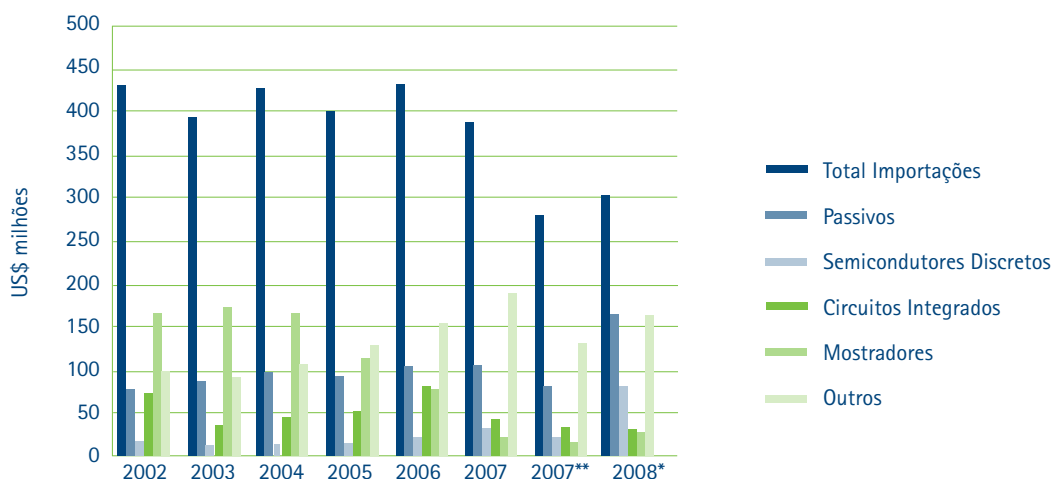
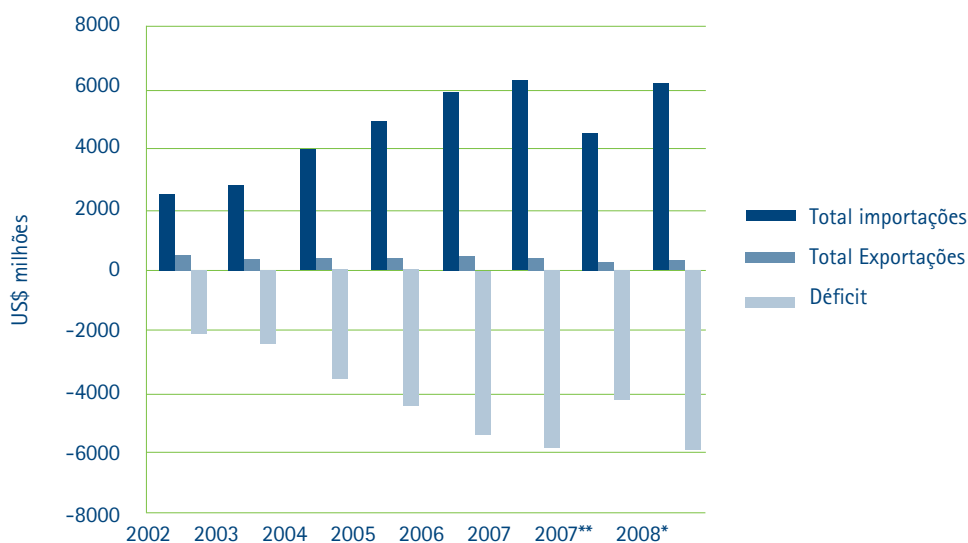


Figura 6.3 - Balança Comercial do Segmento de Componentes.



A demanda local por mostradores de informação importados atingiu US\$ 1,6 bilhão apenas nos nove primeiros meses de 2008. Esta expressiva demanda interna indica que uma oportunidade para investimento em planta de LCD no Brasil existe, também amparada pelos benefícios fiscais já previstos na Lei do PADIS – Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria de Semicondutores, Lei 11484 de 2007. A demanda por este tipo de componente é crescente e mostradores estão incorporados a quase todos os produtos eletrônicos finais de demanda expressiva no mundo todo (vídeo, áudio, computadores, celulares, equipamentos eletrônicos em geral). O crescimento da importação de mostradores não convencionais e de circuitos integrados (CIs) está bastante correlacionado com o incremento da produção local de bens finais, como demonstra a evolução das importações de CIs e mostradores na Fig. 6.1 e na Tabela 6.2.

A Figura 6.2 mostra a evolução das exportações brasileiras de componentes eletrônicos, que ficaram estagnadas no patamar de 370 milhões a 430 milhões de dólares por ano nos últimos sete anos. Isto evidencia tanto a falta de dinamismo destas, resultado da inexistência de produção no Brasil de componentes eletrônicos de classe mundial, quanto à inexistência de investimento significativo na produção local. O quadro de exportações é levemente declinante, em valor exportado, no período 2002 a 2008, ressaltando nos dados o declínio acentuado na exportação de mostradores a partir de 2004, como decorrência da troca do padrão de fato para vídeo e informática do tubo de raios catódicos (CRT) para LCD e mostradores não convencionais, que não são ainda produzidos no Brasil, conforme mostrado na Tabela 6.2. O Brasil tinha uma base de produção e exportação de *displays* CRTs que foi sendo gradativamente desativada pela introdução das novas tecnologias produzidas no exterior (LCDs principalmente).

A Figura 6.3 compara o total de importações e exportações dos componentes eletrônicos no período 2002 a 2008 (considerados apenas os primeiros nove meses deste último), por classe de componentes. Evidencia-se o crescente déficit comercial no setor, que atingiu cerca de US\$ 8 bilhões em 2008, no total dos componentes considerados neste estudo pelo BNDES. A tendência na Fig. 6.3 é de ser dobrado o déficit comercial a cada três ou quatro anos, pela inexistência de investimentos na produção de componentes eletrônicos no Brasil. A exportação de componentes semicondutores a partir do Brasil na última década (discretos e CIs somados) oscilou de US\$ 50 milhões a US\$ 90 milhões anualmente, tendo atingido o pico de US\$ 97 milhões em 2006, como resultado do encapsulamento de memórias nas fábricas Itaucom (já desativada em 2007) e Smart Technologies, além das atividades de revendedores/distribuidores comerciais a partir do Brasil. Já a produção de componentes passivos no país, como capacitores e resistores, permitiu exportações ligeiramente acima de US\$ 100 milhões anuais em 2006 e merece atenção para que seja uma atividade a ser apoiada numa expansão do PADIS aos componentes passivos também.

Tabela 6.2 - Balança Comercial do Segmento de Componentes - 2002 a 2008 (US\$ milhões)

Discriminação	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2007**	2008*
Importações (Total)	2.501,6	2.841,1	4.028,2	4.891,6	5.827,7	6.228,1	4.542,1	6.178,9
Passivos	193,9	180,8	271,3	259,9	299,6	296,7	220,1	293,9
Semicondutores Discretos	248,3	269,2	350,4	359,7	395,9	417,8	307,2	423,1
Circuitos Integrados	1.250,2	1.470,5	2.036,0	2.528,6	2.912,0	2.975,6	2.200,7	2.802,0
Mostradores	394,9	450,2	737,6	1.017,1	1.371,6	1.481,1	1.050,8	1.600,2
Outros	414,3	470,4	632,9	726,3	848,6	1.056,9	763,3	1.059,7
Exportações (Total)	430,1	393,2	425,4	401,1	430,7	382,8	278	303,1
Passivos	77,5	85,6	96,2	91,1	104,3	106,1	80,1	79,6
Semicondutores Discretos	16,4	10,8	13,1	15,1	21,1	29,1	21,2	29,6
Circuitos Integrados	72,4	34,5	44,9	52,7	76,3	41,9	32,3	26,6
Mostradores	165,5	171,7	163,9	115,1	75,3	18,3	14,1	7,0
Outros	98,3	90,6	107,3	127,1	153,7	187,4	130,3	160,3
DÉFICIT	-2.071,5	-2.447,9	-3.602,8	-4.490,5	-5.397,0	-5.845,3	-4.264,1	-5.875,8

Fonte: Secex (Agregação BNDES) *realizado até Setembro/2008 **realizado até Setembro/2007

Dado o quadro atual de elevado déficit na balança comercial brasileira de componentes eletrônicos, em todos os segmentos destes mostrados na Tabela 6.2, e em particular no segmento de semicondutores, deve-se delinear políticas e estratégias para investimentos neste setor. Os componentes foram agregados em cinco categorias na Tabela 6.2: componentes passivos, semicondutores discretos, circuitos integrados semicondutores, mostradores de informação e "outros componentes". As importações de semicondutores e mostradores de informação, somados, corresponderam em 2007 a 78,3% das importações de componentes eletrônicos, e no período janeiro-setembro de 2008 a 78,1% da mesma pauta. Todas as ações que visem agregar valor a componentes e a submontados no Brasil e os investimentos em plantas de fabricação local destes componentes deverão impactar positivamente nesta balança. Em particular, as atividades de montagem – também denominada como "encapsulamento" ou "*back-end*" – de circuitos integrados e também a fabricação de painéis de LCD no Brasil apresentam este potencial, desde que seja garantida a agregação de valor na etapa realizada no Brasil, evitando-se práticas de transferências de preços intrafirma que artificialmente neutralizem o impacto positivo na balança. Por outro lado, a ação de atração de investimentos reconhece no *back-end* a etapa produtiva que requer investimentos comparativamente menores e que pode ser viabilizada em prazo mais curto do que a etapa de fabricação das lâminas (*wafers*) nas fábricas de circuitos integrados – atualmente feitos sobre silício.

No quadro da Tabela 6.3 são especificados os tipos de empreendimentos do complexo microeletrônico (circuitos integrados especialmente), suas características e produtos-alvo. Estes são os empreendimentos possíveis na cadeia de semicondutores, para os quais o direcionamento de investimento no Brasil tem sido inexpressivo. O maior impulso atual da política industrial do Brasil nesta área tem sido direcionado a dois empreendimentos: – o Programa Nacional de Microeletrônica em Design, que estimula empresas *startups* nas etapas de engenharia (1 e 2 na cadeia da Fig. 6.4) no Brasil, e o investimento na empresa estatal Ceitec S.A., iniciado em 2005 antes da criação oficial da empresa, através do Ministério de Ciência e Tecnologia. No caso da empresa Ceitec S.A., a mesma foi dimensionada como uma fábrica de nível 1 da Tabela 6.3, com investimento na infraestrutura fabril abaixo de US\$180 milhões. Por não utilizar processo e equipamentos fabris no estado-da-arte, a empresa não atenderá os mercados de memórias densas e microprocessadores avançados, que são itens importantes da pauta de importações para bens de TIC. No caso de memórias, o Brasil importa cerca de US\$ 1 bilhão por ano deste tipo de componente, para os bens de TIC aqui fabricados. Desde 2005 até 2009 a empresa Ceitec S.A. havia concluído apenas atividades de projeto de chips internamente (como empresa de engenharia, *Design House*), programando e adiando o início da produção de *wafers* para o futuro.

Para os empreendimentos da Tabela 6.3 que podem ser objeto de investimento para inserção na cadeia, as escalas de investimentos requeridos são bastante variáveis. Para o Brasil há a necessidade de criar gradativamente um ecossistema com atores diversificados, a começar com o investimento em atividades de design (que configuram as chamadas empresas de engenharia de projeto, ou *design houses*). É essencial ressaltar, porém, que as especializações industriais e os mercados para estes empreendimentos, seja em *design houses*, em fabricação de *wafers* ou seja em encapsulamento (*back-end*) e teste, estão forçosamente distribuídos pelos países dinâmicos do complexo industrial da microeletrônica. Em síntese, empreendimentos dos tipos listados na Tabela 6.3 serão viabilizados de modo mais decisivo e efetivo se forem voltados para o mercado internacional, amparados inicialmente pela demanda interna da América Latina para estabelecer patamares iniciais de competência da indústria local e uma escala mínima de início de operações. Porém, a viabilidade a médio prazo de todos os empreendimentos está dependente da sua inserção na cadeia internacional – seja na cadeia de valor de engenharia, seja na cadeia de produção física.

Tabela 6.3 - Categorias de empreendimentos na cadeia de componentes semicondutores e porte dos investimentos requeridos (Bampi et al., 2002).

Segmento	Tipos de Empreendimentos	Características / Mercado	Investimentos
<i>Design Houses</i> (Engenharia de projeto)	DH1 - Vinculada / Verticalizada	Vinculadas a uma única empresa de semicondutores (com ou sem fabricação própria).	Relativamente pequeno (de US\$ 1 a 5 milhões), concentrado em <i>software</i> , treinamento e estações de trabalho.
	DH2 - Integradoras independentes	Licenciam ou contratam IP (módulos funcionais sob propriedade sigilosa) ou serviços de uma empresa DH3.	
	DH3 - Prestadoras Independentes	Fornecedoras de módulos de IP e de <i>embedded software</i> segundo especificações das DH1 ou DH2.	
Fabricantes de <i>Wafers</i> .	Nível 1	Prototipagem de pequenas séries. Produção de CMOS em baixa escala	De US\$ 10 a 150 milhões
	Nível 2	Fornece para segmentos especializados do mercado: componentes analógicos, automotivos, memórias não densas, sensores, transceptores de RF e sistemas microeletromecânicos.	US\$ 400 a 600 milhões
	Nível 3	Mega-fábricas produzindo microprocessadores e memórias DRAM, <i>flash</i> , principalmente.	De US\$ 1 a 2,5 bilhões
Encapsulamento e Teste final (<i>Back-end</i>)	Verticalizada	Integradas a empresas fabricantes de semicondutores	
	Independente	Atendem a <i>foundries</i> independentes. Atuam no encapsulamento, testes ou ambos.	

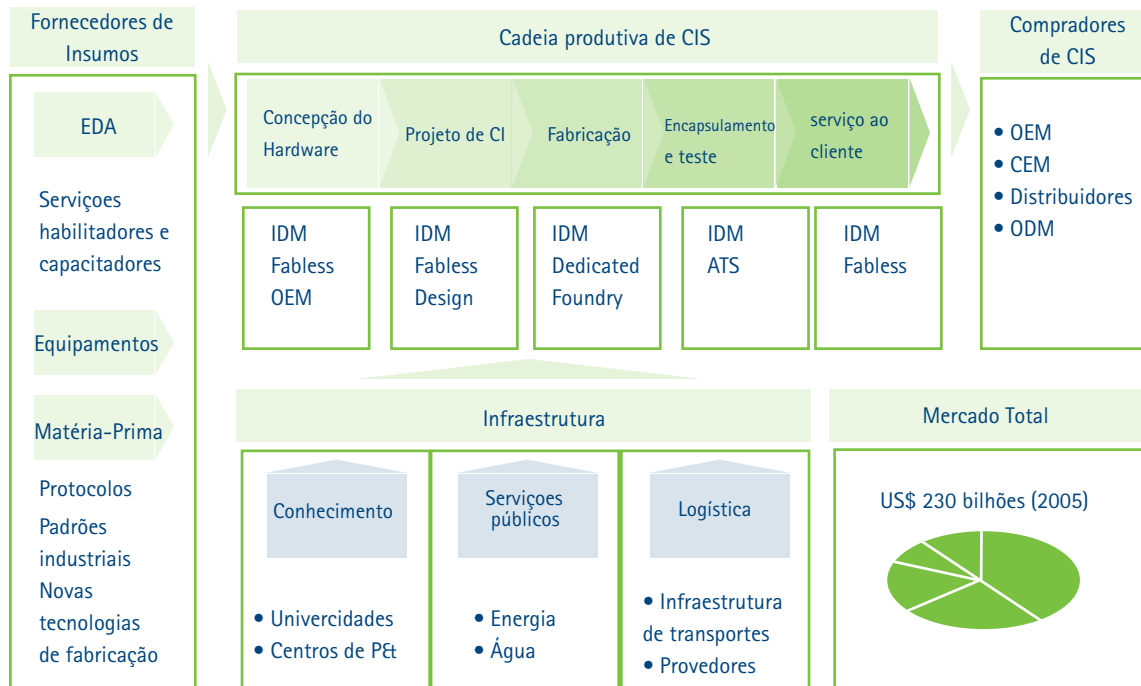
6.2. Dinâmica Global do Investimento

As empresas inseridas na cadeia global de componentes semicondutores, como os de circuitos integrados, realizam uma ou mais etapas da cadeia esquematizada na Fig. 6.4 (BNDES, 2003). Apenas as empresas líderes em faturamento no cenário global atuam como IDM (*integrated device manufacturers*) em todas as cinco etapas da mesma, a saber:

- 1) Etapa: Concepção de sistemas de *hardware*
- 2) Etapa: Projeto (*design*) de circuitos integrados (CIs ou *chips*)
- 3) Etapa: Fabricação de *wafers* em fábricas ultralimpas (*foundries*)
- 4) Etapa: Encapsulamento (*back-end*) e teste final do componente
- 5) Etapa: Serviços ao cliente (*marketing*, distribuição e suporte técnico a aplicações).

Empresas IDM verticalmente integradas são em número relativamente pequeno, e a tendência já citada no capítulo anterior é de uma acentuada desverticalização desta cadeia, com empresas especializadas em etapas, como serviços de *backend* de encapsulamento e teste de componentes, suprimento de *software*, suprimento de bens de capital e projetos de engenharia.

Fig. 6.4 - Esquema simplificado da cadeia produtiva, de suprimento e infraestrutura da indústria de microeletrônica (BNDES, 2003)



Fonte: Estudos BNDES, 2003

A Fig. 6.4 simplificada esquematiza um ecossistema produtivo e tecnológico para circuitos integrados que está distribuído nos países avançados, e para alguns dos insumos ou bens de capital utilizados na cadeia existe um número restrito de fornecedores. Por exemplo, os fornecedores do insumo *software* (EDA na Fig. 6.4) para apoio à engenharia de projeto têm faturamento anual de cerca de US\$ 3,5 bilhões de dólares, concentrado em três grandes empresas (Synopsys, Cadence Design Systems e Mentor Graphics) e centenas de empresas de *software*, muito menores, especializadas em *know-how* específico para a concepção de sistemas e projeto de *chips* (etapas 1 e 2, respectivamente). Alguns bens de capital indispensáveis na etapa 3, de fabricação de *wafers*, como os *steppers* para litografia ótica, têm cerca de dois fornecedores de equipamento estado-da-arte para toda a indústria. Portanto, a especialização e a complexidade do ecossistema são em grau muito maior que aquela da indústria de bens finais.

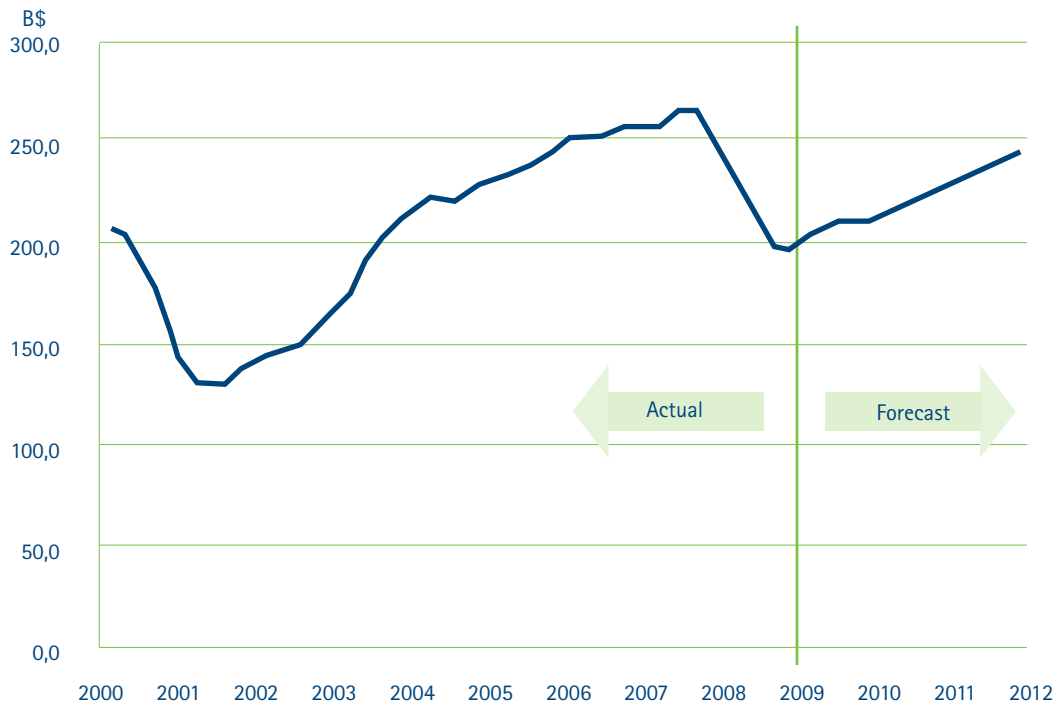
Apenas a partir dos anos 1980 se deu a viabilização de empresas de fabricação de chips sob encomenda, as "*dedicated foundries*" da Fig. 6.4. Estas viabilizaram a existência de empresas "*fabless*", que possuem portfolio de produtos/componentes próprios mas que os fabricam sob encomenda nas *foundries*. Estas [ultimas, por definição, não colocam no mercado os componentes com seu "*brand name*", portanto. Nesta relação de negócios estão as *foundries* líderes: TSMC, UMC e Global Foundries, além de duas dezenas de empresas menores.

No estudo realizado sobre os dados da indústria de chips de 2001, um consórcio de analistas concluiu (BNDES, 2003) que as etapas contribuem para as receitas finais da indústria com a seguinte participação:

1. *Design* e seus serviços associados: 18% das receitas;
2. Fabricação de *wafers* : 64%;
3. Encapsulamento (*back-end*) e serviços de teste : 12%;
4. Serviços ao cliente e engenharia de aplicações : 6%

Outros componentes eletrônicos, como mostradores, componentes passivos, baterias para eletrônica (não automotiva), placas, etc., têm uma cadeia menos complexa, porém similar ao que se assinala para os CIs na Fig. 6.4. Para todos estes outros componentes a atividade da etapa 1 de concepção/projeto do hardware é essencial para definir as oportunidades de mercado para os produtores dos componentes. Portanto, o encadeamento da indústria de componentes para trás revela uma relação de simbiose e aprendizado constante com as empresas que fazem projeto (OEM ou ODM – *original equipment* ou *original design manufacturers*) dos bens finais. A cadeia de engenharia do design do sistema comanda, portanto, uma etapa essencial para o design e fabricação de componentes. No caso dos componentes não-semicondutores, a etapa de *design* é tão mais simples que não requer investimentos significativos, por ser muito menos onerosa e complexa do que a dos componentes circuitos integrados.

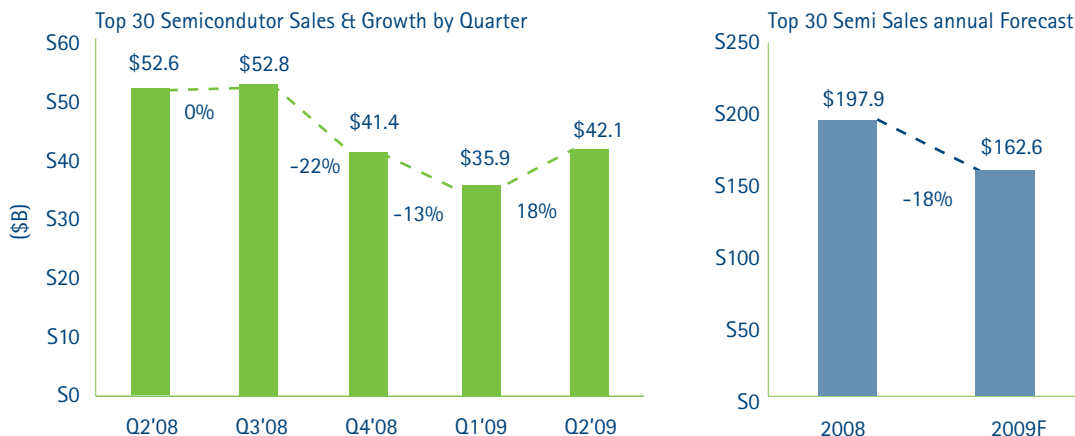
Fig. 6.5 - Evolução mensal do mercado de semicondutores (WSTS, 2009)



A demanda por semicondutores sofre variações cíclicas, como mostrado na Fig. 6.5, que mostra a evolução do mercado de semicondutores a partir do ano 2000, e as projeções para até 2012. Os dados de mercado são coletados mensalmente pela World Semiconductor Trade Statistics (WSTS, 2009) e a projeção desta é de crescimento mais lento da demanda no ciclo de retomada, de 2009 a 2012. Os anos de expressiva retração, em 2001 e 2008, marcaram novas etapas de realinhamento da indústria de semicondutores. Segundo as estatísticas da WSTS, no último ciclo a demanda atingiu seu mínimo patamar mundial nos meses de dezembro-2008 a fevereiro-2009, inclusive, o que é mostrado nos dados trimestrais da Fig. 6.6. O valor de vendas globais, acumuladas no respectivo ano-calendário está denotado pelo valor assinalado na Figura. 6.5 para o ano considerado.

A queda expressiva decorrente da crise, projetada para 2009 será de 18,6 %, segundo a empresa ICIInsights e chegaria a até 25% segundo outras projeções do primeiro Trimestre de 2009. No período anual de 2009 comparado a 2008, uma queda de 18% a 20% foi projetada pela Global Semiconductor Alliance, baseada nos dados dos cinco trimestres mostrados na Fig. 6.6, coletados apenas para as trinta maiores empresas de semicondutores do mundo. Desde o início da queda em 2008 até maio de 2009, cerca de 64.000 trabalhadores perderam o emprego nas indústrias da cadeia produtiva global – incluindo fabricantes, empresas *fabless*, os fornecedores de insumos, de CAD e de bens de capital para as fábricas de *chips* (GSA, 2009).

Fig. 6.6 - Evolução trimestral da vendas e queda projetada na produção das trinta maiores empresas mundiais de semicondutores. 2008 e 2009 (projeção) (GSA , 2009)



Na redução da produção de semicondutores havida em 2001, de mais de 30%, a demanda foi mais afetada em alguns segmentos de uso final do que outros, pois a crise de então impactou os setores de tecnologia e telecomunicações mais do que os demais. Em 2008 (4º. Trimestre) e 2009 (1º. Trimestre) a queda de 32%, mostrada na Fig. 6.6 considerando apenas as trinta maiores empresas de semicondutores, foi generalizada em todos os segmentos do mercado de componentes semicondutores, pela natureza sistêmica daquela que foi a maior crise econômica desde a década de 1930. A Global Semiconductor Alliance (GSA, 2009) prevê uma lenta recuperação dos componentes semicondutores a partir de 2010, em compasso com a retomada lenta da indústria eletrônica, conforme tratado no Capítulo 2.

As projeções da empresa *In-Stat*, por sua vez, preveem as taxas de queda/crescimento mostradas na Tabela 6.4. Para o ano de 2009 a queda nas vendas mundiais de componentes foi projetada em aproximadamente 19.6% (*In-Stat*, 2009). Os anos de 2010 a 2012 são projetados como de recuperação da indústria eletrônica global, e as empresas de semicondutores terão crescimento de 11,8% (2010), 9,7% (2011), 8,8% (2012) e 6,8% (2013). Portanto, as perspectivas da indústria de semicondutores global é de retomar apenas em 2012 o patamar de valor de produção de US\$ 255 bilhões auferidos em 2007. Porém, os investimentos serão retomados mais rapidamente, pois a necessidade de competição tecnológica imporá a estas empresas que retomem os investimentos em plantas para manter o compasso vertiginoso da inovação e da competição em nanoeletrônica, especialmente em memórias e processadores.

Tabela 6.4 - Evolução Recente e Projetada do Mercado Mundial de Semicondutores (WSTS,2009) e (In-Stat, 2009).

	Valor / Semicondutores	Varição sobre Ano Anterior
ANO	Cl's Total (US\$ Bi)	(% A-A)
2006	247,7 **	8,88
2007	255,6 **	3,19
2008	248,6 **	-2,74%
2009	199,8	- 19.6 *
2010	223,4	11,8 *
2011	245,1	9,7 *
2012	266,7	8,8 *
2013	284,8	6,8 *

* Projeções da In-Stat (In-Stat, 2009)

** Valores apurados pela WSTS – World Semiconductor Statistics

Os dados da empresa iSupply, utilizando metodologia diferenciada, apuraram o faturamento da indústria de semicondutores de 2007 e 2008 em aproximadamente US\$ 272 bilhões e US\$ 266 bilhões, respectivamente, diferentemente do apurado em (WSTS, 2009) e mostrado na Tabela 6.4.

As tendências mais importantes do setor de componentes eletrônicos nos próximos anos são:

- 1) O processo de desverticalização na cadeia de componentes semicondutores é ainda mais acentuado que na produção de bens finais. Além disto, a especialização dos produtores pode se dar não somente na etapa, como também na classe de produto final ou componente que é desenvolvido nas etapas 1 e 2. As empresas de componentes atuam crescentemente de forma especializada em etapas específicas da cadeia. Emerge daí o modelo de negócios de licenciamento ou *royalties* por propriedade intelectual, para empresas de *design* apenas, o que é um nicho de alguns bilhões de dólares por ano, com tendência a altas taxas de crescimento.
- 2) As empresas na cadeia dependem, no conjunto, cerca de 15% a 25% do seu faturamento líquido anual com vendas em gastos de pesquisa e desenvolvimento. Portanto, parte significativa do investimento das empresas fabris (como as IDMs e *foundries*) é realizado em despesas de capital e em P&D.
- 3) As empresas que comandam apenas as etapas de concepção do *hardware* e de projeto do *chip* tendem a evitar adotar o modelo IDM, e geram negócios para a fabricação sob contrato. Por esta razão, o faturamento das empresas "*pure-play foundries*", demandadas para fabricação de wafers sob contrato para as empresas fabless ou fab-lite ascendeu a cerca de US\$ 18 bilhões no ano de 2008.

- 4) A etapa 3 tende a ser consolidada em um número menor de empresas, responsáveis por grandes investimentos em ativos fixos, que por sua vez selecionam um conjunto de componentes para os quais especializam suas fábricas, sempre buscando economias de escala. Como resultado disto, prevê-se um número menor de empresas atuando como foundries no estado-da-arte, e um número menor de empresas fabricantes de memórias. A consolidação das empresas *pure-play foundries* (compra da empresa Chartered pela Global Foundries, sendo que esta adquiriu os ativos fabris da AMD), com eliminação das menores é um exemplo. O desinvestimento com a falência no 1º. Trimestre de 2009 da empresa Qimonda, europeia que pertenceu ao grupo Siemens, sinaliza a consolidação no setor de fabricação de *chips* DRAM com a saída de mais uma empresa deste mercado produtor. Nos anos 1980 empresas como Intel, HP, Texas Instruments e muitas outras haviam já adotado a estratégia de saída deste mercado de componentes DRAM, quando cessaram o investimento em P&D para e em fábricas de memórias DRAM.
- 5) A demanda por componentes, incluindo CIs, está crescentemente concentrada na região do sudeste asiático, notadamente a China, Taiwan e países listados na Tabela 1.2.
- 6) A concentração e consolidação de novos investimentos em fábricas dar-se-á nos países Japão, Coreia, Taiwan e China, pela expressão da demanda da região (efeito "fábrica do mundo" da eletrônica), pela agilidade da cadeia de importação/exportação destes países, e pela concentração de know-how adquirido nas últimas três décadas na região Ásia-Pacífico.

A oportunidade para a inserção de empresas brasileiras na cadeia da Fig. 6.4 está associada à crescente desverticalização em curso na cadeia produtiva dos componentes há mais de duas décadas. Exemplo recente desta desverticalização foi a aquisição em 2008, por fundo de equity sediado em Dubai, das fábricas da empresa AMD, especializadas em fabricação de microprocessadores, em competição direta com a maior empresa de chips e líder em todos os segmentos: a corporação Intel. Na aquisição, a empresa Global Foundries, passou a operar exclusivamente nas etapas 3 e 4, enquanto a empresa AMD (processadores de uso geral e processadores gráficos) especializa-se em projetar sistemas e componentes/chips (etapas 1 e 2, respectivamente) e realizar a etapa comercial final (etapa 5).

Nos anos 1990 e 2000 verificou-se a desverticalização acentuada da área de componentes, que foi desmembrada das empresas de sistemas eletrônicos: por exemplo, a Philips incorporou a empresa NXP para as atividades da Philips semicondutores, que seria depois vendida a fundo de *equity*; a empresa Motorola Inc, em 2003, incorporou a empresa Freescale para abarcar sua divisão de componentes semicondutores, sendo que após esta última teria seu capital fechado por venda das ações a um fundo de *equity*; já nos anos 1990 a empresa Siemens separou as suas atividades de semicondutores na empresa Infineon, e esta depois incorporou nova empresa para separar as operações fabris de *wafers* de memórias DRAM, na empresa Qimonda, que viria à falência no auge da crise 2009; a empresa Ericsson incorporou seus negócios de componentes na Ericsson Microelectronics, que seria depois fundida com as operações de fabricação de *chips* da empresa Alcatel. Mais tarde, estes ativos de negócios ficaram parte da associação com a empresa Lucent (ex-Bell americana). Portanto, a consolidação do setor de componentes nas décadas anteriores buscou separar as atividades da etapa 1, voltada ao projeto de bens finais, das demais etapas exclusivas de projeto e fabricação de componentes semicondutores. E, especialmente, as atividades de fabricação foram desmembradas das empresas de sistemas.

As empresas de semicondutores se diferenciam em muito de acordo com o porte do investimento. Como mostrado na Tabela 6.3, os maiores investimentos em capital fixo estão concentrados na etapa de fabricação de *wafers*, pela complexidade e escopo das mesmas. As empresas detentoras de fábricas são empresas verticalizadas (como Intel, ST Microeletrônica, Toshiba, Texas Instruments, etc.) IDMs, ou então as empresas que atuam como *foundries* estritamente (não detêm a marca dos *chips* que fabricam).

As empresas de componentes optoeletrônicos, como fotodetectores e fotoemissores, e dispositivos discretos (diodos, fotovoltáicos, transistores discretos) não encontram necessidade de investir nas etapas 1 e 2, pela simplicidade do projeto de um componente discreto.

Indiferente à posição da empresa na cadeia produtiva dos componentes eletrônicos, algumas características das empresas do setor são:

- a) Base produtiva voltada para o mercado mundial, devido a regras de padronização dos componentes adotadas na indústria, e também como resultado do baixo valor unitário dos componentes em geral;
- b) A produção de componentes semicondutores complexos, de maior valor médio de venda (ASP), é viabilizada no caso de componentes atrelados a funcionalidades do bem final que, se padronizados permitem novos entrantes concorrentes, e se detidos por poucos licenciados permitem ganhos e margens expressivos ao fabricante do componente, ou a detentora do *design*, no caso das empresas fabless como a Qualcomm, Broadcom, Xilinx, Nvidia, MediaTek, etc..
- c) A atividade de *design* é complexa, e a definição de produtos se dá nesta fase. Dados da indústria revelam que a complexidade e os custos não recorrentes de engenharia no *design* têm crescido. Consequentemente, o número de *chips* sistemas-em-*chip* que chegam anualmente ao mercado é menor, porém com maior funcionalidade.

O desenvolvimento de circuitos digitais tipo microprocessadores e chips para funções específicas (ASICs – *application specific integrated circuits*) para um único cliente, ou os ASSPs Application-Specific Standard products para o mercado geral, tornou-se essencial para os produtos mais relevantes da cadeia de TICs. Os chips de memória densa, e os microprocessadores foram sucessivamente os produtos "*drivers*", liderando o avanço tecnológico no setor. A emergência de sistemas completos *on-chip* faz com que a cadeia de forma definitiva separe duas atividades de grande risco: a etapa 2 de projeto do componente complexo, e a etapa 3, de fabricação do *wafers*.

As empresas líderes em componentes semicondutores concentraram-se em segmentos específicos na fabricação de semicondutores, por especialização. Na área de memórias, as fabricantes de DRAMs especializaram-se, ao passo que outras empresas concorrentes dedicaram-se às memórias não voláteis (como EEPROM e *flash*-EEPROM), que gradativamente assumiram papel de *drivers* também. A intensa competição entre fornecedores de memórias DRAM e entre os fornecedores de memórias "*flash*", faz reduzir as margens de lucro nesses componentes, cuja queda de preço constante e demanda altamente volátil torna o modelo de negócios, para estes componentes, bastante complexos.

A Tabela 6.5 mostra o *ranking* de 2008 (ano calendário) das dez maiores produtoras de componentes semicondutores no mundo e os respectivos valores de venda nos anos de 2007 e 2008, segundo a empresa iSuppli. A única empresa fabless a figurar em 2008, pela primeira vez na história da indústria mundial, no *ranking* das dez maiores empresas de componentes semicondutores, foi a Qualcomm. Das vinte maiores empresas de *chip* no mundo, que em 2008 representaram aproximadamente 62% do total do faturamento em semicondutores, apenas duas empresas são fabless, i.e., subcontratam com *foundries* a fabricação dos *chips* (etapa 3 da Fig. 6.4) e terceirizam a etapa 4. As outras maiores empresas *fabless* são Broadcom, nVidia, MediaTek, Xilinx e Altera. As demais empresas do *ranking* da Tabela 6.5 são IDMs. As empresas Samsung e Hynix são coreanas e têm fatia dominante no mercado de memórias DRAM.

Tabela 6.5 - Ranking das 10 maiores empresas de semicondutores (2008)

Ranking 2007	Ranking 2008	Empresa (10 maiores)	Vendas 2007 (US\$Bi)	Vendas 2008 (US\$Bi)
1	1	Intel	33,9	34,1
2	2	Samsung	19,7	17,9
3	3	Texas Instruments	12,3	11,5
4	4	Toshiba	12,2	11,5
5	5	ST Microelectronics	10,0	10,7
8	6	Renesas Techn.	8,00	7,86
7	7	Sony	8,05	7,05
13	8	Qualcomm	5,62	6,72
6	9	Hynix	9,05	6,42
9	10	Infineon Techn.	6,20	6,31
		Total – 20 maiores	170,94	166,26
		Total da Indústria	272,05	266,6

Fonte: iSuppli, 2008.

Em qualquer dos segmentos da indústria de componentes os investimentos em P&D são em média acima de 15% da receita de vendas. Portanto, o investimento anual das empresas do setor são superiores a US\$ 30 bilhões por ano em pesquisa e desenvolvimento. Os altos investimentos em capital fixo e em P&D, somados, em dado ano podem atingir até 30% do faturamento de uma dada empresa do setor. Apesar das oscilações verificadas com o caráter cíclico do negócio, este patamar de investimentos é indispensável para as empresas sobreviverem em um mercado altamente inovador e competitivo. A Tabela 6.6 apresenta os dispêndios em capital fixo (plantas industriais e equipamentos de fabricação) para uma amostra de empresas que estão entre as 20 maiores do setor. Estes dispêndios não incluem o custeio de P&D e empresas do porte da ST Microelectronics, Renesas, Infineon não estão amostradas. Empresas *fabless*, por seu turno, têm dispêndios de capital muito inferiores em função da estratégia de negócio concentrada em projeto de produto eletrônico, *design* e *marketing*.

Pelos dados da Tabela 6.6, as empresas amostradas reduziram o investimento em capital fixo em aproximadamente 51%, em 2009 comparado com o mesmo tipo de investimento em 2007, ano que precedeu a queda de demanda global. As variações entre 2007 e 2008 estão mostradas na Tabela 6.6, e todas as empresas, exceto Intel e Texas Instruments, investiram menos em 2008 do que em 2007. A posição financeira saudável da líder Intel faz com que a mesma seja a exceção à regra da queda dos investimentos nos últimos dois anos.

Considerando que operam no mundo cerca de 1.200 fábricas de *wafers* semicondutores atualmente, dos mais diferentes portes e a maior parte delas em tecnologias industriais maduras, a amostra da Tabela 6.6 não representa toda a indústria, apenas ilustra a parte mais expressiva dos investimentos por empresas líderes do setor. Os dispêndios em capital fixo nesta amostra chegou a US\$ 33,9 bilhões em 2007, com estimativas de cair abaixo de US\$ 16 bilhões em 2009 (GSA, 2009), o que é representativo da queda dos investimentos no biênio.

Tabela 6.6 - Dispêndios anuais de capital das empresas fabricantes de semicondutores. Em US\$ Bi (2006-2009)

Empresa	2006 (US\$ B)	2007 (US\$ B)	2008 (US\$ B)	Variação(%) '08 - '07	2009 (E) (US\$ B)
Intel	5,8	5,0	5,20	4%	5,0
Samsung	6,6	7,8	6,90	-12%	4,52
Texas Instruments	1,3	0,7	0,80	14%	0,3
Toshiba	3,0	3,6	2,90	-19%	1,3
TSMC (foundry)	2,5	2,6	1,90	-27%	1,36
AMD / Global Foundries	1,9	1,7	0,60	-65%	0,4
UMC (foundry)	1,0	0,9	0,45	-50%	0,3
SMIC (foundry)	0,9	0,7	0,80	14%	0,2
Chartered *	0,56	0,76	0,58	-24%	0,38
Hynix	-	5,1	1,90	-63%	0,9
Elpida	-	1,4	0,95	-32%	0,6
Micron	1,4	3,6	2,90	-19%	0,6
Soma (US\$ Bi)	25,0	33,9	25,9		15,9

Fonte : (GSA, 2009) . (E) : Estimativas para 2009.

As conclusões sobre as perspectivas de investimento em escala global para esta indústria de componentes são as seguintes: a recuperação global prevista na Tabela 6.4 para os componentes semicondutores no triênio 2010-2012 indica que os investimentos serão inferiores à média histórica da indústria de componentes. Há um excesso de capacidade que permite retomar o crescimento das vendas (estimado em 11,8 % em 2010, 9,7% em 2011 e 8,8% em 2012, segundo a In-Stat (2009)) sem a necessidade de investimentos maiores do que média histórica, podendo ficar abaixo no patamar de 2007. Assim, espera-se a manutenção de investimentos da ordem de 15% a 20% das vendas da indústria global, ou cerca de US\$ 35 a 45 bilhões anualmente, no período, somando-se investimentos em P&D e dispêndios de capital fixo. A indústria mantém investimentos em P&D por que estes, já a partir da etapa 1 da cadeia da Fig. 6.4, trarão a nova geração de oportunidades de expansão do mercado, a partir da inovação de componentes fortemente associados ao "*end-market*" para os *chips*.

O estado atual da indústria de componentes indica que ela está financeiramente saudável, especialmente as empresas *fabless*. Há a possibilidade de crescimento mais expressivo em algumas áreas de componentes, sendo que os estoques de *chips* estão baixos no 3º. Trimestre de 2009. A redução dos investimentos em 2008 e 2009 indica que não há o risco de sobre-capacidade, ou de um "*glut*" de oferta de componentes semicondutores nos próximos três anos, o que evitará uma deterioração dos preços médios por componente.

O risco tecnológico, a complexidade técnica do design, as incertezas da demanda futura, o risco de mercado e as barreiras de entrada por especialização em cada tipo de componente tornam a atividade fabril extremamente sujeita a prejuízos periodicamente. Isto porque as plantas industriais do estado-da-arte e para os volumes requeridos para amortização do investimento são caras e devem operar utilizando mais de 90% da capacidade para manter-se lucrativas. A natureza cíclica do negócio de circuitos integrados e o curto ciclo de vida dos produtos eletrônicos de ponta, por exemplo, apenas agravam esta incerteza. A flutuação dos preços de chips de memórias, e sua constante erosão, atestam que o risco de manter esta alta capacidade ocupada tem beneficiado os fabricantes e usuários dos bens finais. A indústria experimenta expansão, com erosão de lucratividade muita rápida em produtos não diferenciados, dito commodities como as memórias.

A perspectiva de crescimento com menor patamar de investimentos da indústria global tem implicações relevantes para a estratégia brasileira de atração de investimentos para o setor. A indústria global de componentes está se diversificando em termos de segmento "*end-market*" (bens finais), para buscar minimizar as oscilações de demanda e preço dos componentes. As empresas que atuam na fabricação de chips tendem a formar alianças estratégicas de P&D pré-industrial e já formam alianças para construir as megafábricas de modo a compartilhar os riscos. A política de investimento das empresas globais poderá, num ciclo de expansão a partir de 2011, buscar diversificar regionalmente ainda mais. Esta diversificação pode ocorrer no Leste Asiático apenas. Como se sabe, a América Latina não está na rota dos investimentos em fábrica de *wafers*, e na região há atuando na etapa 3 da cadeia da Fig. 6.4 apenas a empresa estatal brasileira Ceitec S.A. cujo processo de fabricação de *chips* poderá ser estruturado apenas em 2010.

6.3. Tendências do Investimento no Brasil

A situação em que se encontra o complexo eletrônico no país indica a necessidade de uma ação governamental articulada, aqui genericamente designada como PADIC – Plano de Apoio à Indústria de componentes eletrônicos – no sentido de promover o desenvolvimento e a competitividade do setor, com a finalidade de atenuar o déficit comercial, reduzir a dependência tecnológica externa e incentivar o domínio do processo de inovação tecnológica em eletrônica no Brasil. Este capítulo estabelecerá proposições de política setorial para a indústria de componentes no Brasil. O estudo vai identificar as diretrizes e o conjunto de instrumentos de política mais adequados para promover a produção e investimentos no subsistema componentes, considerando duas variantes de inversões: investimentos estratégicos e investimentos induzidos. Devem ser induzidos fortemente os investimentos das categorias listadas na Tabela 6.3.

Identificam-se dois fatores que favorecem o aprofundamento da atração de empresas para a atividade fabril de *back-end*. Primeiro, a existência de capacidade já instalada para encapsulamento e testes de memórias no país e a demanda crescente por memórias *flash* nos produtos da convergência digital, constituem-se uma oportunidade a ser explorada em curto prazo. Segundo, é necessário fomentar a entrada de novas empresas neste segmento da indústria para estimular a competição, o que é em princípio possível pela atratividade representada pela presença significativa no Brasil de empresas de montagem de placas (as "*electronic manufacturers*" contratadas por terceiros, ou OEM), que produzem em larga escala.

Mesmo não sendo o momento macroeconômico mais propício para a atração de investimentos em microeletrônica para o Brasil, especialmente face à atual conjuntura de retração dos investimentos discutida na seção anterior, no período de 2008-2009 e retomada gradual em 2010-2012, que afetou mais a indústria de componentes que os demais setores, é possível mitigar algumas dificuldades presentes no Brasil por meio da estruturação de um arcabouço institucional destinado a criar condições objetivas para atrair investimentos visando alcançar progressivamente o ciclo completo do processamento de circuitos integrados no país e também a implantação de outras fábricas de componentes eletrônicos que tenham encadeamento para frente na cadeia de empresas de *tiers* 2 e 3, bem como potencial para competir no mercado externo.

É importante ressaltar que os fatores críticos que limitam o Brasil como receptor da atração de investimentos em fabricação de componentes semicondutores ou *displays* são de natureza estrutural, e foram diagnosticados pelo BNDES no Estudo sobre a atração de investimentos para estas empresas (BNDES, 2003). Naquele estudo foram identificados os objetivos mais gerais desta política de atração de investimentos:

- "Aumento da competitividade e do adensamento do complexo eletrônico brasileiro.
- Redução do déficit comercial proporcionado pelo complexo eletrônico.
- Fortalecimento do processo de inovação tecnológica no Brasil.
- Geração de empregos qualificados em alta tecnologia." (BNDES, 2003)

São sabidas as deficiências estruturais do Brasil para sediar este tipo de empreendimento, já diagnosticadas no estudo (BNDES, 2003) acima citado e que podem ser expandidas como sendo as seguintes:

- Inexiste um *cluster* de produção em componentes no Brasil, com a consequente falta de capacidade técnica, pessoal e experiência industrial acumulada;
- Há deficiências sérias na regulação e eficiência dos procedimentos de importação e exportação. Especialmente, falta de agilidade nos procedimentos;
- Estabilidade de políticas governamentais e pouca capacidade de condução de agendas tecnológicas complexas por parte dos agentes estatais;
- Mercado de trabalho e regras tributárias complexas, mesmo aquelas regras que disciplinam a aplicação de incentivos fiscais, como a Lei de Informática e a Lei do PADIS (Lei 11.484);
- Falta de agilidade, foco e constância nas políticas de subsídio ao P&D.

É sabido, porém, que os governos de todos os países que se inserem na produção de semicondutores participaram ativamente nas políticas de atração de investimento, seja no investimento na infraestrutura de capital humano dos seus países, seja também pelos incentivos e participação no *co-funding* de muitos empreendimentos. Portanto, um conjunto adequado de políticas setoriais devem ser implementadas com vistas à mudança de cenário no longo prazo.

6.4. Perspectivas de Médio e Longo Prazos

As perspectivas de investimentos são consideradas segundo o cenário possível em 2012, e o cenário de longo prazo, na perspectiva de 2022.

Não se prevê uma mudança significativa no patamar de investimentos da indústria de componentes no Brasil. O setor não tem players significativos instalados no Brasil, pelo menos para os componentes de maior valor agregado e alta demanda mundial, sendo que a maior parte dos fabricantes mundiais considera o Brasil como plataforma de montagem dos bens finais. Para incentivar investimentos no setor foram estabelecidos incentivos específicos (Lei do PADIS e PADTV, Lei 11484 de 2007) e a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), lançada em maio de 2008 incluiu incentivos para o setor no bojo dos "programas mobilizadores em áreas estratégicas" de tecnologias de informação e comunicação, cuja coordenação ficou à cargo do Ministério da Ciência e da Tecnologia (MCT) e a gestão ficou à cargo do MCT e do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). O programa de TICs foi dividido em cinco subprogramas, a saber: *software* e serviços de TI, *mostradores de informação (displays)*, *microeletrônica*, *infraestrutura para inclusão digital* e *adensamento da cadeia produtiva*. Logo, três destes subprogramas estão relacionados ao setor de componentes de forma geral, sendo que outros dois (*software* e serviços, e infraestrutura de banda larga) são apenas estimuladores da demanda por bens de TIC e, por consequência de componentes. É importante ressaltar que não há uma visão estratégica no PDP sobre como de fato operar o estímulo para o adensamento da cadeia produtiva de bens de eletrônica.

6.4.1. Perspectivas de Médio Prazo – Cenário Possível para a Indústria

No cenário de médio prazo estão dadas as condições para investimentos nos setores de *back-end* da cadeia de semicondutores. Como resultado da demanda interna expressiva e crescente por alguns componentes eletrônicos, já foram identificados em 2009 interesse crescente de duas a três empresas em investimentos na produção no Brasil, conforme tratado na seção 6.2, dos seguintes componentes:

- a) Memórias (encapsulamento no Brasil, com suprimento de *wafers* importados)
- b) *Displays* de LCD, com a integração de partes e peças no Brasil, a partir de mantas de vidro pré-fabricadas no exterior.

Por outro lado, a iniciativa de estimular a criação de empreendimentos na forma de *Design Houses* (DHs) no Brasil representa medida complementar. Tanto este investimento, intensivo apenas em capital humano e *know-how* empresarial, quanto os dois acima mencionados, são abrangidos pelos incentivos fiscais previstos na Lei 11.484 do PADIS.

O investimento mais significativo na criação de DHs no Brasil está sendo feito pelo MCT no âmbito do Programa CI-Brasil e suas ações que abrangem:

- Formação acelerada (em 2008 a 2011) de cerca de 1.000 engenheiros com formação complementar em projeto de circuitos e sistemas eletrônicos integrados;
- Concessão de incentivos (bolsas e similares) à contratação de profissionais de projeto de hardware avançado, inclusive de chips sofisticados;
- Apoio à atuação comerciais de DHs e start-ups na área de projeto eletrônico

Os investimentos acima têm caráter estratégico, sistêmico e setorial, sendo que no período de 2008 a 2010 o Programa CI-Brasil terá investido cerca de R\$ 30 milhões nestas ações.

Os principais investimentos em fabricação, anunciados para o horizonte de até 2012, após a recuperação mundial em 2009 e 2010, são na área de encapsulamento de cartões inteligentes (empresa Symetrix dos EUA, com fábrica planejada em São Carlos –SP) e encapsulamento de memórias DRAM e não voláteis, estas por uma empresa coreana e uma japonesa ainda não anunciada publicamente. Estudos aprofundados de viabilidade estão prontos para a implantação de fábricas de montagem avançada de *displays* de LCD.

Após mais de uma década marcada pela globalização, de abertura comercial e adesão a acordos internacionais nas áreas de comércio e propriedade industrial, o arsenal de políticas industriais e tecnológicas disponível para o Brasil desenvolver a indústria de componentes eletrônicos é bem mais limitado do que o utilizado no passado por países como Coreia e Taiwan. Não obstante, um conjunto de instrumentos, aceitos no âmbito da OMC e dos acordos regionais, pode ser utilizado para promover a indústria nacional nesta próxima década. A preocupação é não apenas respeitar acordos multilaterais, mas também garantir a inserção da indústria no mercado internacional e a competitividade da indústria à jusante que já está operando no Brasil. A política de incentivos aos investimentos na cadeia de componentes deve ser "não disruptiva" para as empresas já incumbentes na montagem de bens de TIC e bens de eletrônica de consumo no Brasil.

6.4.2. Perspectivas de Longo Prazo para os Investimentos

A ampliação do PADIS (Brasil, 2007) para um Programa de apoio ao desenvolvimento da indústria ampliada de componentes eletrônicos, no sentido mais amplo, denominado PADIC, é medida essencial de política industrial setorial, se considerada a prioridade emprestada ao chamado "adensamento da cadeia produtiva de TICs" que integra a Política de Desenvolvimento Produtivo (2008-2010). O aspecto mais controverso da política setorial proposta é a extensão dos incentivos e instrumentos por um conjunto maior de insumos da cadeia de eletrônica e, especificamente, de componentes. A eleição dos instrumentos deve abranger componentes em uma definição que beneficie não apenas os mostradores de informação e os semicondutores, como prevê a Lei 11.484 de 2007, mas também outros componentes que contribuam tanto para o benefício da produção local de bens finais quanto para a exportação de ambos (componentes eletrônicos ou os bens finais que os incorporam).

Na lista de possíveis componentes com grande potencial para serem incentivados:

- Painéis completos de componentes e sistemas de geração de energia fotovoltaica;
- Componentes acumuladores de energia, inclusive baterias de maior eficiência e voltadas para carros elétricos e equipamentos eletrônicos;
- Subsistemas e submontados completos para automação de cadeias de suprimento e automação de serviços públicos, tais como RFIDs e cartões-inteligentes (que se compõem também de *chips* semicondutores montados com outros componentes plásticos e elétricos);
- Subsistemas e submontados de optoeletrônica, além dos componentes semicondutores já abrangidos pela Lei 11.484.
- Componentes eletrônicos passivos de alta demanda, desde que produzidos com agregação de conhecimento e de valor no país. Por exemplo, a produção de material básico (capacitores) a partir do processamento de tântalo, com agregação de conhecimento de materiais e de técnicas de processamento físico-químico no país. Por ser uma atividade sofisticada, sugere-se a extensão dos incentivos do PADIS para esta classe de investimentos.

O essencial é que esta política de incentivos ampliada denominada PADIC consorcie obrigatoriamente a atividade de P&D na própria cadeia do componente com os incentivos aos produtores dos bens a jusante (submontadores e fabricantes de bens intermediários eletrônicos), contemplando sistemicamente a cadeia.

A formulação da política inicia com um escrutínio detalhado de muitas oportunidades em diversos componentes que podem ser introduzidos no ambiente de exposição à aberta competição internacional, beneficiando a um tempo as indústrias de bens finais e os investimentos para adensar a cadeia de componentes, de submontagens e de bens finais.

6.5. Propostas de Políticas Setoriais: Um Plano de Desenvolvimento da indústria de Componentes Eletrônicos

São consideradas as seguintes classes de incentivos:

- **Fiscais:** redução/eliminação/deferimento de taxas, contribuições e impostos federais e estaduais.
- **Creditícios:** financiamentos, com taxas reduzidas, ao investimento, P&D e comercialização, através das agências de desenvolvimento industrial e tecnológico.
- **Capacitação Tecnológica:** subvenção à inovação em produtos eletrônicos, formação e treinamento de recursos humanos, investimentos em P&D e bolsas de fomento tecnológico, contando com uma gama ampla de recursos: do capital anjo ao capital de risco;
- **Logísticos e alfandegários :** facilidades para agilização logística e alfandegária, regras e práticas burocráticas ágeis para importação e exportação.
- **Outros:** política de compras governamentais e de encomendas tecnológicas, incentivos estaduais e municipais, participação pública em investimentos de risco, incentivos à engenharia de projeto local do hardware, entre outros.

Tais instrumentos estão listados na Tabela 6.7, segundo sua aplicação atual ou potencial nos segmentos da indústria de componentes semicondutores. O mais importante aspecto estrutural a ser ressaltado é a necessidade de refazer radicalmente as práticas de alfandegagem e despacho aduaneiro no Brasil. Sem a agilidade necessária neste serviço público essencial, será difícil a inserção da indústria de componentes no Brasil – seja pela falta de agilidade na importação dos insumos da produção, seja pela dificuldade de atingir o mercado internacional que viabiliza a escala necessária para a produção no Brasil dos componentes.

Tabela 6.7 - Matriz de Instrumentos de Políticas para os Componentes Eletrônicos

Sector Instrumento	Design de componentes	Difusão de semicondutores	Back end ou submontagem de componentes eletrônicos
Processo Produtivo Básico (PPB)	Ampliar para o PPEA	PPB atendido automaticamente.	PPB específico para encapsulamento e teste. PPB deve evoluir para estimular uso de componentes projetados, difundidos e/ou montados no país
Isenção de IPI de insumos	Isenção de impostos na importação de hardware e CAD (sem similar nacional). Lei 11.484	Lei de Informática e Lei 11.484. Isenção de IPI e I.I. nos insumos importados(wafers, gases, partes, resinas especiais, etc)	Lei de Informática.Isenção de IPI, COFINS-PIS s/wafers importados difundidos*
Isenção/redução/diferimento de imposto de importação	Isenção de Impostos na importação de workstations de alto desempenho e software de EDA.	Isenção para bens de capital e insumos diretos do processo Lei 11.484	Regime de drawback Regras de diferimento**
Isenção/redução/ Diferimento de ICMS/ISS	Incentivos municipais a negociar (ISS)	Incentivos estaduais a negociar (ICMS),possivelmente até a isenção. Acordo no Confaz é necessário	Incentivos estaduais a negociar, tendendo à isenção. Atualmente há redução de 12% para 7% (c/PPB) em Estados produtores
Isenção/Redução de Imposto de Renda	Lei 11.484	Lei 11.484 Depreciação acelerada (2 anos) dos bens de capital do processodifusão.Regras para remessa de lucros.	Lei 11.484 Depreciação acelerada (2 anos) dos bens de capital dos processos de encapsulamento e teste
Regras de importação e exportação	Garantia de privacidade nas conexões Internet	Regime alfandegário simplificado e agilizado. Linha Azul	<ul style="list-style-type: none"> • Regime alfandegário simplificado (ex. linha azul, Recof) • Draw back

Outro fator importante na política de investimentos, e que deve ser priorizado é a possibilidade de novos modelos de *funding*, via fundos de *equity* e mesmo investimentos diretos no exterior em empreendimentos para o mercado global, por parte de fundos brasileiros com forte indução do BNDES.

²⁰Ver Sá, 2002 e Sá, 2004.

Uma proposta inicial para componentes eletrônicos leva em conta a preocupação acerca da incoerência tarifária ao longo da cadeia de produção, i.e., a vigência de alíquotas de importação ou de IPI no plano federal ou de ICMS no estadual para insumos maiores que aquelas em vigor para os componentes aos quais se destinam. Essa preocupação foi explicitada empresário nacional, da empresa Aegis fabricante de semicondutores discretos, em depoimento a Porto (fev. 2008) quanto ao ICMS paulista e já fora também reclame por parte da Abraci em relação a placas de circuito impresso (PCI). A presente proposta já foi feita anteriormente no âmbito do ECCIB (Estudo da Competitividade das Cadeias Integradas no Brasil)²⁰. A ideia seria que empresas que necessitassem importar insumos cujas alíquotas fossem superiores às que estão em vigor para os componentes que fabricam, tivessem a operação de compra classificada como especial – ou seja, o “benefício” não seria específico à empresa, mas, sim, à operação. A alíquota do insumo passaria a ser:

- 4 pontos percentuais abaixo da alíquota do componente ao qual se destina, no caso da alíquota do insumo ser superior a 10%;
- 3 pontos percentuais abaixo da alíquota do componente ao qual se destina, no caso da alíquota do insumo ser superior a 5% e inferior a 10%;
- 2 pontos percentuais abaixo da alíquota do componente ao qual se destina, no caso da alíquota do insumo ser superior a 3% e inferior a 5%;
- De 1,1% para insumos destinados a componentes com alíquota superior a 1,1% e inferior a 3%;
- Nos demais casos, igual à alíquota do componente ao qual se destina.

Ilustrando, no caso da empresa brasileira Aegis, as lâminas de silício são tributadas em 18% pelo ICMS, enquanto a alíquota do produto acabado é de 12%. Com a proposta, a taxa incidente sobre as lâminas de silício seria de 8% (12% menos 4 pontos percentuais).

Incentivos ao P&D e Formação de Recursos Humanos

O marco legal em execução está previsto na Lei 10.176 (Lei de Informática), que prevê o investimento mínimo em P&D por parte das empresas fabricantes de bens de TIC no país, como contrapartida à isenção de IPI (ou redução a 90%) na venda dos bens finais. Em 2008 estima-se que cerca de R\$ 600 milhões por ano foram comprovados como investimentos em P&D por cerca de 300 empresas incentivadas. A qualidade e intensidade desta atividade de P&D é pouco aferida, posto que o P&D parece se vincular a etapas secundárias ou complementares da produção dos bens de TIC no país.

Entretanto, ainda que distante do que tem sido feito em outros países, há de se considerar os esforços em formar recursos humanos e o apoio ao projeto de circuitos integrados no país. Áreas de enorme crescimento potencial, como a de semicondutores orgânicos (*displays* em material orgânico, em particular), e áreas de alta inovação como a de componentes fotônicos também requerem medidas de atenção à criação de uma base de P&D, engenharia e produção no país. Há centros importantes no Brasil, com grupos de pesquisa universitários, atuando nestes segmentos, e uma base de empresas de fotônica no eixo de São Paulo, São Carlos e Campinas. Em Manaus, mediante principalmente o CT-PIM com apoio da Suframa, deve-se ainda expandir muito a qualificação de pessoal em etapas avançadas de engenharia de produto e de componentes sofisticados. Em Porto Alegre, como desdobramento dos esforços na área de circuitos integrados a partir da criação da empresa pública Ceitec, com sua *design house* associada criada em 2005. E em Recife (PE) com destaque para o cluster de empresas em torno da incubadora do CESAR e do Porto Digital, incubadoras de empresas de TI majoritariamente.

Em paralelo, cumpre mencionar a observação de Bound (2008: p. 13) do Brasil se configurar em uma "Economia Natural do Conhecimento", significando que "seu sistema de inovação se constrói, em grande parte, sobre seus recursos naturais e ambientais".

"Geralmente, consideram-se economias do conhecimento e economias de recursos naturais dois polos opostos no continuum do desenvolvimento econômico. De fato, a distinção é tênue, uma vez que todas as economias se baseiam na combinação de conhecimento e bens naturais de alguma espécie. No entanto, há uma tendência a se considerar vantagem comparativa baseada em recursos naturais como indicativa de uma economia em um estágio de desenvolvimento imaturo, que deve ser superado para se alcançar e expandir as fronteiras das possibilidades tecnológicas." (Id. *Ibid.*).

Ao que complementa a autora: "o caso brasileiro desafia essa visão linear de desenvolvimento. Na trajetória alternativa que o país oferece, a crescente capacidade científica e tecnológica não está separada nem se opõe a seus recursos naturais, mas é integralmente ligada a eles. De petróleo e hidrelétricas a biocombustíveis e agricultura, do desenvolvimento da biodiversidade às propriedades de mudança climática da floresta tropical, a inovação brasileira atinge seu auge quando aplica a engenhosidade de seu povo aos seus recursos naturais." (Id. *Ibid.*).

Com base nesses pontos, sugere-se:

- Estabelecer uma agenda estratégica de inovação para produtos de TIC. O Brasil já aplica parte dos Fundos Setoriais de P&D na modalidade de subvenção às empresas. Este instrumento deve ser melhor direcionado aos segmentos estratégicos para a cadeia produtiva. Componentes para bens de TIC se inserem neste caso, porém a subvenção econômica às empresas atuais tem sido pulverizada, e precisa ser direcionada à criação de novas competências empresariais e tecnológicas.
- Casar investimentos em componentes com o processamento de recursos naturais, fomentando setores com agregação de valor que antecedem o estágio "eletrônico" e, ao mesmo tempo, propiciando uma vantagem, para os empreendimentos da indústria eletrônica. Este é o caso da eletrônica que se associa na forma de serviços de valor agregado na cadeia do agronegócio e da sua cadeia de suprimento e distribuição.

6.5.1. Incentivos à Demanda

O diagnóstico realizado na primeira parte deste documento, em especial das tendências tecnológicas internacionais na microeletrônica e do padrão de inserção brasileira no quadro internacional como polo de montagem de bens finais para o mercado local, indica que um Programa Nacional de Microeletrônica deve mobilizar com alta prioridade os instrumentos de estímulo à demanda por componentes de projeto local. Portanto, o Programa no nível estratégico deve ser permanente e permanentemente adaptado às mudanças de mercado. Faz sentido coordenar políticas de diferentes naturezas com vistas a incentivar a demanda por serviços qualificados de engenharia e por componentes semicondutores demandados por estes. Os instrumentos de incentivo no Brasil devem apoiar a demanda através de:

- Utilização do poder de compra do setor público e coordenação das compras de operadoras privadas de serviços de telecomunicações;
- Utilização do poder de regulação para geração de oportunidades de mercado para os componentes no país. Este é o caso dos transportes públicos e da regulação de trânsito urbano (com a adoção de eletrônica embarcada em veículos, como no caso do sistema nacional de identificação compulsória regulamentada pelo Denatran, conhecido como Siniav);
- Projeto local de bens finais, com conteúdo de engenharia própria nas empresas instaladas no Brasil. Os incentivos desta natureza conduzem naturalmente na direção de incentivar o segmento de serviços de projeto de CIs e sistemas, as *design houses*.
- Protótipos de bens de base eletrônica, a serem projetados e testados pela engenharia das empresas localizadas no país. O conteúdo local de engenharia é importante, ainda que o protótipo não venha a alcançar a escala de produção.
- Produção de pequenos volumes de componentes (CIs e outros específicos) adaptados e/ou projetados pelas empresas brasileiras, mobilizando incentivos e financiamentos direcionados à inovação. Neste caso o Brasil pode direcionar encomendas para a atividade fabril da empresa Ceitec S.A., que já possui desde 2007 um *portfolio* de produtos de RFID, p. ex., localmente desenvolvidos.

Os mecanismos e instrumentos possíveis são:

- Incentivar a instalação de subsidiárias/filiais de engenharia (denominados de grupos de *design* tipo DH1) de chips de empresas internacionais de semicondutores, bem como apoiar a criação de novas empresas de design do tipo DH2 e DH3 no Brasil.
- Utilizar recursos do FNDCT e dos fundos setoriais mediante regras específicas para estimular e financiar parcialmente tanto o projeto no país quanto a prototipação (no exterior e, futuramente, no país) de *chips* que serão utilizados em bens finais a serem produzidos no país.
- Fornecer créditos de IPI ou COFINS aos compradores de componentes semicondutores projetados, difundidos ou encapsulados no Brasil, simultaneamente à concessão (já prevista na Lei 11.484 – Lei do PADIS) de isenção de IPI, PIS/COFINS e IRPJ às *foundries*, empresas de *back-end* e empresas de projeto de engenharia instaladas ou a serem operadas no Brasil.
- Criar um programa PADIC de apoio aos componentes eletrônicos, de forma a estender os incentivos do PADIS a empresas de componentes selecionados por cadeia eletrônica, tais como fotovoltaicos, acumuladores de íon-lítio compactos, células e painéis solares, componentes passivos voltados para a exportação, entre outros.
- Apoiar as poucas empresas já operando no Brasil, para que atualizem o parque e expandam a produção no país.
- Mobilizar o poder regulatório do Estado (por exemplo, da ANATEL, dos Ministérios coordenados na política industrial e tecnológica – PDP) e o poder de compra dos governos e do FUST para viabilizar encomendas tecnológicas no país de bens de base eletrônica. Pode-se citar como exemplos: terminais de serviços públicos, terminais de baixo custo para ampliação do acesso à internet em escolas, bibliotecas e espaços públicos, smart-cards para serviços públicos de transporte, serviços sociais providos por instituições públicas como seguridade e saúde, serviços locais de radiodifusão – como a TV aberta no padrão digital – que utilizem componentes projetados sob medida no país para estes sistemas e serviços. O exemplo da urna eletrônica, da encomenda de RFID pela normatização de transportes ou de logística de agronegócios, são exemplos que devem ser aperfeiçoados e repetidos em maior escala de demanda, mobilizando os agentes críticos.

Tabela 6.8 - Matriz de investimentos e instrumentos gerais para a cadeia de componentes eletrônicos.

Tipo de Investimento	Tipo de Instrumento			
	Incentivos	Regulação	Ambiente Inovador na eletrônica	Coordenação
Induzido	-Isenção de IPI - Isenção de Imposto de Importação I de insumos - Crédito subsidiado	-PPEA (Processo Produtivo e de Engenharia e avançados) diferenciado	- Formação acelerada de profissionais de hardware - Encomenda de projetos inovadores para cadeias	PDP de TICs
Estratégico	- Investimento direto do governo federal (Ex.: estatal Ceitec S.A)		- Incentivo às DH nacionais	PDP de TICs
Mudanças Tecnológicas		-Alianças nas cadeias específicas. - Utilizar o PPB-Cadeia.	- Centros de P&D da indústria, por cadeia - Eletrônica orgânica - Integração 3D - Componentes SMT	- ITRS (International Technology Roadmap for Semiconductors)
Mudanças na Concorrência	Incentivos e isenções customizados por elo da cadeia.			
Mudanças na Demanda Mundial	Incentivos específicos para plantas de produção de componentes mundiais		- Incremento na demanda por DH - Presença internacional das DH para o “outsourcing” de projetos	

A Tabela 6.8 sintetiza a matriz de investimentos e instrumentos que é proposta para o segmento de material eletrônico básico, como os componentes. Os cenários possíveis para 2020 foram propostos a partir da exploração dos instrumentos e suas consequências esperadas no padrão de investimento para a indústria de componentes.

6.5.2. Mecanismos/Instrumentos para Atração de Empresas de Fabricação de Chips ou de Semicondutores Discretos

Os incentivos à internalização das atividades de fabricação de chips abrangem uma ampla gama de instrumentos e formas de atuação, como referenciados pelo Relatório do MDIC²¹ e BNDES. A sensibilização setorial e a prospecção da abrangência dos instrumentos já foram alcançados por estudos anteriores. Um destes²² realizou um estudo comparativo dos instrumentos utilizados por diversos países (Reino Unido, Alemanha, Coreia, Cingapura, Malásia e Filipinas) e mesmo governos estaduais (Oregon, EUA). Outro estudo do IEDI (Instituto de Estudos e Desenvolvimento Industrial), abrangendo toda a indústria eletrônica no Brasil, detalhou os instrumentos de incentivos utilizados pelos países emergentes.

As ações mínimas necessárias para uma política de atração de fabricantes de componentes semicondutores envolvem, na visão de muitos atores consultados:

- Agilidade nos procedimentos alfandegários e nas regras de importação e exportação.
- Medidas fiscais, tais como:
 - Isenção do IRPJ, já adotado na Lei 11.484/2007, em especial quanto à exportação.
 - Restituição do IPI dos bens finais.
 - Isenção de Imposto de Importação sobre os insumos e máquinas utilizados na produção de componentes, já adotada na Lei 11.484/2007.
 - Adoção de mecanismo de incentivo à aquisição local de componentes. Sugere-se, por exemplo, a concessão de crédito de IPI ao adquirente de componente fabricado no Brasil, simultaneamente à isenção ao fabricante local do *chip*. Este crédito adicional (como se devido fosse o IPI) é um incentivo importante para a substituição de importação, e é neutro com relação à fração exportada da produção dos componentes.
 - Eliminação da incidência de PIS/COFINS na produção.
- Financiamento em condições equivalentes às praticadas no mercado internacional.
- Incentivos diversos para a instalação de unidades produtoras.
- Incentivos específicos para a entrada da empresa estatal Ceitec (criada por Lei federal em julho de 2008) na cadeia de suprimentos de empresas internacionais.
- Incentivos e participação combinada de fundos de capital brasileiros no equity e no *fundraising* de novos empreendimentos, desde que estratégicos para o adensamento da cadeia de semicondutores no Brasil. Pode-se considerar inclusive a compra de ativos fabris no exterior, por parte de atores nacionais como o BNDESpar e fundos de *equity*.
- Formação de recursos humanos qualificados através do apoio direto na formação e treinamento de pessoal para as *foundries*.

Sugere-se agregar, além das medidas acima, mecanismos específicos para abatimento de despesas realizadas diretamente em P&D, no caso das empresas de difusão. Do ponto de vista estratégico, para a instalação e permanência destas atividades fabris, é importante que haja a possibilidade de taxaço parcial dos lucros. Como medida de incentivo para a redução desta taxaço, poder-se-ia prever o abatimento em dobro/triplo dos investimentos em P&D diretamente relacionados à tecnologia de fabricação de chips. Resultariam daí incentivos poderosos para a realização da atualização tecnológica – um imperativo para a sobrevivência destes empreendimentos.

²¹ Relatório do Grupo de Trabalho MDIC, MCT e BNDES. "Para uma Política de Atração de Investimentos na Fabricação de Componentes Semicondutores". Setembro, 2001 (mimeo) e Estudo BNDES "Atração de empresas fabricantes de semicondutores". (BNDES, 2003).

²² Estudo dos Incentivos oferecidos por Governos para Atrair Investimentos na Fabricação de Semicondutores". Estudo do MCT/IDC.

Em relação aos instrumentos de política industrial, destaca-se a importância dos seguintes mecanismos:

PPEA – um PPB diferenciado: incentivo ao uso de componentes nacionais. Trata-se de regulamentar um incentivo aos montadores de placas/subsistemas que utilizem componentes fabricados ou encapsulados no Brasil. Este mecanismo requer dois cuidados essenciais: i) o processo produtivo básico incentivado poderia receber isenções e vantagens fiscais adicionais, incentivando desta maneira a implantação no país da cadeia a montante do processo de montagem final dos bens; ii) o incentivo em questão deve ser implantado de modo a não criar distorções que desincentivem as empresas que são montadoras de bens finais e que eventualmente não tenham condições técnicas ou de mercado para utilizar os componentes difundidos e/ou montados no país.

- a) Incentivos Fiscais
 - Diferimento/Isenção do IPI

Além da isenção do IPI incluída na Lei 11.484 (Brasil, 2007) para os chips produzidos localmente, por isonomia ao PPB de placa – notoriamente este muito menos complexo do que a difusão dos *chips* semicondutores – aquela Lei ampara igualmente a isenção do IPI e do Imposto de Importação para os insumos do processo e para os bens de capital importados para a linha de fabricação. No âmbito de um proposto PADIC deveria se estender este diferimento ou isenções a um conjunto seletivo de outros componentes ainda não alcançados pela Lei 11.484. Uma ampla gama de insumos não produzidos no país (*wafers*, gases, cristais, vidraria, filtros de ar, reagentes químicos e dezenas de itens de materiais e peças de equipamentos com alta pureza por exemplo) são consumidos continuamente na linha de produção. Não haveria, a curto prazo, justificativa econômica em produzir no país esses insumos e peças de reposição.

- Diferimento/Isenção do Imposto de Importação
 - Os itens importados para a instalação e para insumo do processo de fabricação, como no parágrafo acima, igualmente seriam isentos de imposto de importação e do IPI.
- Incentivos fiscais no ICMS

A incidência de ICMS sobre a parcela de chips a serem fabricados e vendidos no mercado brasileiro deveria ser reavaliada pelo CONFAZ. Há uma gama ampla de incentivos fiscais estaduais a serem negociados, porém sua relevância dependerá do percentual da produção localmente consumida e do acerto entre os Estados que sedia a fábrica de componentes e os Estados produtores dos bens finais. Sugere-se ao CONFAZ inicialmente a isenção de ICMS, como incentivo ao componente localmente fabricado. Sugere-se também o diferimento para pagamento com redução da base de cálculo.

- Crédito fiscal
 - Crédito fiscal de IPI para o comprador local de chip projetado ou difundido no país.
 - Isenção para insumos importados (seja para a difusão de chips, seja para o *backend* do componente).
- IR
 - Créditos e Isenções de IRPJ são utilizados por todos os governos que foram analisados pelos estudos realizados em 2002-2004 pelo BNDES e do MCT.
 - Sugere-se a autorização para a depreciação acelerada (em dois anos) para bens de capital do processo de fabricação de componentes eletrônicos no âmbito do PADIC, para fins fiscais.
- Impostos municipais/locais
 - Os incentivos locais, em particular, o imposto sobre a propriedade, podem ser negociados individualmente e têm pequeno impacto. A qualidade dos serviços públicos locais (telecomunicações, energia elétrica e seus padrões de baixa interruptibilidade, e, para fabricação de *wafers* o suprimento de água) e suas tarifas são muito mais significativos como fatores de incentivo e de decisão de microlocalização de empreendimentos em fabricação de semicondutores.
- b) Instrumentos Creditícios
 - Financiamento de longo prazo do BNDES para o investimento em novas plantas. Em diversos países estudados, como a Alemanha, o crédito estatal para a instalação de uma *foundry* é subsidiado. No caso da operação fabril de back-end da Intel na Costa Rica, um investimento de US\$ 380 milhões no período 1997-2000, o instrumento creditício não foi utilizado, porém os incentivos fiscais e logísticos foram muito expressivos.
 - FINAME Componentes (financiamento à comercialização)

c) Investimento Público Direto

Este mecanismo envolve a:

- A participação acionária temporária do BNDESPAR no empreendimento ou de *equity funds* ligados às empresas estatais. Este mecanismo pode prever participação acionária na empresa estabelecida no país. Porém, a participação acionária na *holding* detentora da tecnologia e sócia-proprietária da fábrica no país pode ser também um mecanismo atrativo para diluição do risco, na medida em que o capital público investido em ações da *holding* – se especificamente atrelado à contrapartida do investimento na fundição no país – atrela-se à rentabilidade de longo prazo da empresa global de semicondutores, e não apenas à rentabilidade da planta a ser eventualmente instalada no Brasil.
- Estudar a participação acionária temporária, pelos fundos sob controle de agentes brasileiros, em empreendimentos de semicondutores no exterior, desde que estreitamente associados à estratégia de conquista de mercados novos e estratégicos, sempre em associação com empresas e centros de P&D industrial no Brasil, de forma a criar competência industrial e empresarial nos agentes associados no Brasil.
- Realização de rodadas de negócios e de *roadshows* para os possíveis investidores, através de agências como a APEX, ABDI e outras.
- Apoio ao investimento privado através de discussão e proposição de incentivos específicos aos empreendimentos, de acordo com seu porte e caráter estratégico.

d) Logística de Serviços Públicos

Os serviços públicos cuja qualidade é mais importante para as empresas de difusão incluem:

- Serviços alfandegários. A introdução de agilidade no desembarço para importação/exportação é considerado fator indispensável pelas empresas de semicondutores. Os mecanismos de "linha azul" e Recof operados pela Receita Federal devem ser aperfeiçoados e estendidos à cadeia de fornecedores das empresas de fabricação de componentes.
- Serviços e utilidades públicas diretamente consumidos no processo, como energia elétrica com alto padrão de ininterruptão, telecomunicações e fornecimento de água. Por exemplo, uma planta de difusão de alta escala é consumidora significativa de energia elétrica e sua não interrupção é essencial para a operação da sala limpa, núcleo do ambiente fabril onde circulam as lâminas (*wafers*) em processo. Um único lote tem *turn-around* de quatro ou mais semanas, período no qual permanece em ambientes de classe/grau de limpeza significativa.
- Serviços e utilidades, públicos ou privados, providos aos indivíduos profissionais da fábrica (como educação superior de qualidade, segurança, lazer, meio-ambiente, etc.) são igualmente fatores locais relevantes, porém não determinantes.

e) Incentivos Locais

Agregam-se ainda um conjunto de possíveis incentivos de natureza local, relacionado a impostos e taxas municipais (ISS, imposto sobre propriedade/imóveis, etc.), doação de terrenos e serviços adicionais contratáveis pelo poder público local – como central de tratamento de água e de efluentes, por exemplo.

CAPÍTULO 7 – SÍNTESE PROPOSITIVA – POLÍTICAS, INSTRUMENTOS E ESTRATÉGIAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA ELETRÔNICA

7.1. Introdução

As propostas de políticas, instrumentos e estratégias para o desenvolvimento da indústria eletrônica no Brasil são sintetizadas neste Capítulo, levando-se em conta as deficiências estruturais do setor no país, já diagnosticadas no capítulo 1.

É de reconhecimento generalizado que as políticas setoriais mais relevantes para esta indústria são aquelas que são orientadas para os setores produtores e demandantes de bens de TIC. Portanto, os subsídios de políticas, instrumentos e estratégias são orientados para o setor de TICs, nos quais a visão da produção incorpore as etapas de *design* (de produtos e de seus componentes eletrônicos) e a visão dos instrumentos compreendam a importância de orientar os instrumentos que regem a inexorável expansão do setor de serviços de TIC de forma coordenada com a política industrial.

As propostas foram elaboradas como sendo o conjunto de políticas que, se implantadas de forma sistêmica e com persistência de década ou mais, visem a mudar estruturalmente o sistema produtivo da indústria eletrônica, especialmente pelo avanço significativo do patamar de inovação da indústria local. Em suma, são as propostas necessárias para viabilizar no longo prazo o Cenário B mencionado abaixo e já introduzido no capítulo 1. No horizonte de 2022 podem ser identificados dois cenários possíveis para a indústria eletrônica no Brasil:

Cenário A – Neste cenário, mais provável de predominar no curto e médio prazos, haveria a continuidade de uma trajetória de indústria seguidora com pouca inovação local, visando atender o mercado interno, sem competitividade internacional, com penetração crescente das importações. Os investimentos industriais seguem uma estratégia de seleção de alguns produtos de massa com montagem no país – com componentes importados na sua quase totalidade – e os demais produtos crescentemente importados como bens finais.

Cenário B – Neste cenário a indústria evoluiria gradativamente pela incorporação de novos padrões de inovação e ancorada na construção local de um eco-sistema fortemente investido de capacidade de engenharia própria. A evolução deste ecossistema dar-se-ia no longo prazo, desde que políticas fiscais e tecnológicas fossem consistentes e persistentes por longo período. Este cenário seria identificado pela introdução de produtos com dinamismo adequado à competição internacional e também pela capacidade da indústria local de mudar estruturalmente sua inserção na cadeia global de produção. Estruturalmente, é necessário que neste ecossistema de indústria eletrônica exista estratégias empresariais que permitam empresas produtoras locais agrupadas em três grupos ou 3 tiers:

i) **Grupo 1: Manufatureiros.** Segmentos industriais fortemente voltados para a produção de bens finais para o mercado interno, importadores de componentes de maior valor e demandantes de alguns poucos insumos produzidos no país; estes segmentos manterão o padrão de montagem eficiente, deverão incluir no ecossistema brasileira empresas fortes de manufatura sob encomenda (EMS – electronic manufacturing services ou CEM – contract electronic manufacturing) atuando no país. Estas empresas são essenciais para manter o padrão de manufatura que o mercado de eletrônica exige, como já é padrão atualmente na fabricação/montagem de computadores, celulares, monitores, impressoras, TVs e produtos de massa da linha marrom;

ii) **Grupo 2: Ino-Hardware.** Segmentos da eletrônica competitivos pela agregação de pesquisa e desenvolvimento local, com presença internacional e exportação de alguns produtos, e que permitirão o enraizamento local de uma indústria de alguns componentes selecionados e associados a um conjunto pequeno de produtos de maior valor agregado e com diferenciação funcional. Nestes segmentos a engenharia final, se realizada localmente, oportunizará empreendimentos também em componentes a serem produzidos no Brasil. As empresas que podem compor este tier 2 são aquelas indústrias de eletrônica de instrumentação, controle eletrônico, sensoriamento, monitoração, sistemas biomédicos, comunicação personalizada, etc. Pela possibilidade de diferenciação e atendimento ao cliente final, estes segmentos têm a possibilidade ainda aberta de trilhar pelo caminho da inovação constante, mesmo no cenário de alta exposição destas empresas à competição internacional;

iii) **Grupo 3: Ino-HardTIC.** Segmentos da indústria eletrônica fortemente ligados ao *design, branding*, serviços de engenharia de sistemas e distribuição de novos serviços associados ao produto vendido, para os quais a propriedade intelectual, o *software* e os serviços serão a parte significativa do negócio, ainda que a fabricação seja executada em outros países. Os segmentos mais orientados a serviços e sistemas – como a **automação industrial, bancária, comercial, de serviços de transporte e similares, e os serviços de entretenimento eletrônico** – deverão orientar-se para este modelo de negócios.

O ecossistema de empresas de TIC com forte base em produção de bens de eletrônica depende da coexistência no país de empresas dos três grupos (ou *tiers*) acima, associado a uma capacidade de inovação em patamar mínimo nos grupos 2 e 3. Esta é a definição do que, no otimista cenário B, seria o enraizamento forte da indústria eletrônica no Brasil e o adensamento gradativo, segundo padrões novos de serviços e de produção eficiente. A interdependência entre os grupos ou *tiers* acima é importante – e todos os grupos devem estar representados na indústria local para que esta possa ter alguma presença internacional e eventualmente atingir, no cenário otimista, cerca de 5% do PIB brasileiro na produção da indústria eletrônica em 2022.

Neste ecossistema brasileiro a maior incerteza é sobre as inversões específicas na base produtiva da indústria de componentes eletrônicos. Esta base, conforme diagnosticado no capítulo 1, é mínima atualmente. Os investimentos mais expressivos já realizados ou em fase ainda de maturação no horizonte de médio prazo (2010 a 2012) são em: i) fabricação de wafers em fábrica nacional, de capital estatal, denominada Ceitec – Centro Nacional de Eletrônica Avançada S.A., e em ii) no back-end de encapsulamento de circuitos integrados e confecção de cartões inteligentes (com chips encapsulados em fator de forma adequado aos cartões).

O cenário mais otimista para o setor de componentes contempla:

- a) Investimento estrangeiro direto no país no médio prazo e
- b) Realização de investimento a partir de oportunidades associadas à inovação gerada por empresas locais do *tier*/grupo 2 . Neste cenário o grau de inovação dos projetos próprios de empresas *Ino-Hardware* está associado ao design do produto final e inovação em design de componentes eletrônicos específicos para os produtos finais. Para tanto, as empresas do grupo 3 *InoHardTIC* com especialização em serviços de engenharia serão essenciais a este ecossistema, e investimentos específicos e bem orientados devem ser realizados, com coordenação estatal, para o apoio e crescimento das empresas de design, a exemplo do que se fez desde 2005 com o Programa Nacional de Microeletrônica para empresas de design. No grupo 1 de empresas as oportunidades de criar projetos de engenharia se dá a partir de uma dinâmica diferente, pois as empresas de CEM têm a especialização necessária para atuar em *design*, mas contemplam três restrições: i) a distribuição globalizada *intra-company* destes serviços, ii) a vocação para atuar apenas em projetos de produtos de grande escala de produção e iii) a restrição de não poder concorrer com os atuais clientes OEM que contratam os serviços de manufatura com as empresas do grupo 1.

Para o grupo 1, a manufatura eficiente é o serviço. As empresas CEMs do grupo 1, não priorizarão as aquisições locais de componentes – como já não o fazem atualmente – simplesmente porque as fornecedoras de partes, componentes e peças devem ser competitivas no mercado internacional ou simplesmente não poderão fornecer às EMS ou CEMs. Para as empresas do grupo 3, o serviço e a customização ao cliente serão o negócio, e estas empresas serão mais assemelhadas a empresas de *software*, apenas participam da cadeia do *hardware* de um modo estratégico para esta. Para as empresas do grupo 3 os fornecedores de sistemas de *hardware* completos são os demandados. Há uma categoria de empresas de design no grupo 3 que se especializarão em design de certos produtos e de componentes eletrônicos (chips, em especial) que serão estratégicas na invenção de novos negócios, por habilitarem em *hardware* serviços novos, customizáveis pelas empresas deste grupo *InoHardTIC*.

Neste cenário, com empresas dos 3 *tiers* atuando no país, a indústria eletrônica terá menor penetração de importações, mas ainda será deficitária no comércio exterior. Ainda que em muitos segmentos a indústria local permaneça como forte importadora, é característica essencial das empresas dos *tiers* 2 e 3 acima: passarão a produzir maior conteúdo local de engenharia e *design* em produtos eletrônicos que pertencem ao segmento mais dinâmico da indústria: informática e telecomunicações, num cenário de convergência digital em que, no mercado de massa, os três – o computador, o tele-comunicador e o entretenimento – têm as mesmas plataformas e produtos eletrônicos.

Em síntese, o Cenário B para a indústria eletrônica nacional traduz as seguintes possibilidades otimistas no horizonte de 2022 para o Brasil:

- v) Avanço percentual da participação da eletrônica no PIB industrial para até cerca de 5% do VTI;
- vi) Avanço maior do percentual produzido pelas indústrias produtoras de bens de TIC sobre o conjunto do complexo eletroeletrônico;
- vii) A criação de um ecossistema de indústrias eletrônicas onde a tônica essencial para as empresas seja a capacidade de inovação, fortemente vinculada à capacidade de engenharia e amparada em fortes níveis de especialização em produtos, ou especialização em etapas da cadeia de engenharia;
- viii) Grau de especialização crescente das empresas em etapas da cadeia, seja do *design* do produto ou de seus componentes eletrônicos, seja em etapas bem específicas de uma cadeia global de suprimentos e de serviços habilitados pelas TICs.

7.2. Síntese das Políticas Globais, Instrumentos e Estratégias para Alavancar os Investimentos no Longo Prazo

Nesta seção, são apresentadas oito propostas de diretrizes, políticas e instrumentos para viabilizar atingir, no longo prazo, o Cenário B acima descrito. As oito propostas podem ser classificadas por tipo de investimento (induzido ou estratégico) ou força impulsora (tecnologia, concorrência ou demanda) e de classe de instrumento (incentivo, regulação ou coordenação setorial), conforme consolidado na Tabela 7.1 abaixo.

Proposta 1) Revisão dos mecanismos da Lei de Informática. Tipificação de PPEA – "Processos Produtivos e de Engenharia Avançados". Deste estudo e de outros indicadores da indústria de TIC emerge um alerta para o fato de que a política industrial mais relevante para o setor, a Lei 8248 de 1991 e suas modificações (conhecida como Lei de Informática), uma vez aplicada desde 1993, não foi suficiente para mudar ou superar as deficiências estruturais da indústria de TICs, ou de eletrônica – que é em parte substancial produtora de bens de TIC. Como ela faz parte do conjunto de medidas que compõem a Política de Desenvolvimento Produtivo, é crucial discutir sua eficiência e mudanças de rumo na sua aplicação. A revisão do princípio de montagem do PPB, mais precisamente dos mecanismos de incentivo baseados no PPB, é uma questão central. Trata-se de avançar no sentido de incentivar tanto ou mais a engenharia do bem de TIC no Brasil que a montagem do bem propriamente. Para isto a aplicação da Lei pode ser aperfeiçoada, para tipificar os "Processos Produtivos e de Engenharia" avançados, que interessa incentivar na cadeia de bens de TIC.

O principal instrumento de estímulo à indústria nacional de bens de TIC e de componentes para TIC deriva da Lei de Informática e das Leis que a sucederam e substituíram. À esta Lei veio se somar a Lei 11484, que instituiu em 2007 incentivos para a cadeia de componentes semicondutores e de manufatura de *displays* não convencionais (não baseados em tubos de raios catódicos – CRT). A Lei de Informática (Lei 8248/91), que fornecia incentivos fiscais à produção interna de equipamentos de informática e telecomunicações, foi aprovada em 1991, e previa incentivos até 1999. Em janeiro de 2001 o Congresso brasileiro aprovou alteração na Lei de Informática (pela Lei no 10.176), prevendo incentivos de isenção de IPI até o ano de 2009, posteriormente prorrogados em 30-12-2004 (Lei 11.077) até 2019.

O principal incentivo oferecido pela Lei de Informática (Lei 8248) era a isenção total do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) para as empresas que cumpriam o PPB, exigindo-se, como contrapartida, que as mesmas investissem 5% do faturamento em pesquisa e desenvolvimento, sendo 3% internamente e 2% em convênios com universidades e/ou institutos de pesquisa brasileiros. Diferentemente da Lei 8248, as Leis 10.176 e 11.077 previam a redução gradativa anual da isenção do IPI até 2009, e até 2019, respectivamente, quando o benefício será extinto – se não renovado como se recomendará no futuro.

Outra alteração efetuada Lei 10.176 foi que a contrapartida de 5% do faturamento a ser investido em atividades de P&D em TICs deve ser distribuída de forma diferente daquela exigida anteriormente. Do total, 2,3% do faturamento devem ser investidos em projetos de P&D desenvolvidos em cooperação pelas empresas com universidades ou centros de pesquisa e 2,7% podem ser investidos internamente na empresa. No entanto, do montante a ser investido fora da empresa, obrigatoriamente 0,8% deve ser destinado para pesquisa em instituições localizadas no Norte, Nordeste ou Centro Oeste e 0,5% deve ser depositado trimestralmente (sob a forma de recursos financeiros) no Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), para constituir o Fundo Setorial de Tecnologia de Informação – CT-INFO. Este, por sua vez, tem arrecadado, a este título, cerca de R\$ 45 a 55 milhões nos últimos 2 anos: 2007 e 2008.

A Lei 11.077 de 30.12.2004 substituiu a Lei 10.176, dispondo sobre os incentivos fiscais à produção dos bens de informática, automação e telecomunicações. A nova Lei de Informática mantém a exigência do cumprimento do PPB, a obrigatoriedade de investir 5% do faturamento em P&D, a divisão dos 5% e o incentivo extra para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e prorrogou a redução de IPI até 2019. Esta Lei impôs a diminuição gradativa da isenção do IPI às empresas, estabelecendo a redução de 80% do IPI para as empresas beneficiadas entre 01.01.2004 a 31.12.2014, a redução de 75% do IPI até 31.12. 2015 e a redução de 70% até 2019, quando este incentivo será extinto.

Apesar de se constituir num dos principais instrumentos de apoio à P&D da indústria de equipamentos de TIC, a nova Lei de Informática não garante que os recursos previstos como contrapartida dos incentivos fiscais (5% do faturamento bruto das empresas) sejam efetivamente utilizados para tal fim. Isso ocorre porque a Lei considera muitas atividades de prestação de serviços, tais como treinamento, difusão de padrões, manutenção de softwares, etc., como sendo atividades de P&D, quando na realidade estas atividades não se constituem em pesquisa e desenvolvimento que efetivamente gerem inovações em produtos (Sbragia e Galina, 2004).

Quando as normas do PPB – processo produtivo básico – foram criadas em 1993, a montagem de placas e de computadores eram atividades intensivas em trabalho. A Lei de Informática (Lei 8248/91) e suas alterações foram em parte responsáveis pela manutenção no país de uma indústria de informática e de montagem de bens de telecomunicações. Sem este instrumento de incentivo, a indústria brasileira de informática não teria sobrevivido. Atualmente, com a evolução dos componentes, a adoção de componentes sistemas-em-*chip* (SOCs) e partes modulares, associado à montagem automatizada de placas em plantas altamente eficientes, essas atividades de fabricação/montagem são cada vez mais robotizadas. Principalmente a montagem de componentes passivos e semicondutores com técnicas de montagem sob a superfície das placas (SMT). A revisão do PPB deve portanto contemplar incentivos adicionais para as empresas que montam produtos com engenharia nacional incorporada nos mesmos. As empresas que atuam em montagem automatizada da cadeia, como as empresas de EMS ou CEM (tier 1) têm baixos gastos próprios em P&D no Brasil, ainda que obrigadas a comprová-los por força da Lei de Informática (Lei 8248, Lei 10.176 e modificações posteriores). Interessa à política industrial manter estas empresas aqui atuando, pelos motivos que expõem o Cenário B.

Aperfeiçoamentos a serem introduzidos na aplicação da Lei de Informática:

Para viabilizar a melhoria da competitividade da indústria de bens de TIC no país, são apresentadas a seguir três alternativas, não mutuamente exclusivas, a serem incorporadas na sistemática de incentivos da Lei de Informática. Estas são:

1. Incentivos adicionais para os bens em cuja produção incorporou-se, por *design*, a) componente eletrônico com agregação local de valor (seu projeto no Brasil), ou b) *software* de empresa nacional, desde que *software* agregado ao produto incentivado, inovando no mesmo e desde que desenvolvido no país. O *software* é um insumo tecnológico de importância crescente, e é parte indispensável do produto que segue o paradigma da convergência digital. As dificuldades aqui são: i) definir qual a agregação de valor de um componente projetado ou fabricado no país, por um lado, e ii) estabelecer a fronteira entre o *software* do produto, e o *software* que simplesmente executa aplicação no produto. Há diferenças técnicas com respeito ao desenvolvimento de ambos, sendo o software básico aquele agregado pelo fabricante e constitui parte do trabalho de *design*.
2. Requisitos adicionais em termos de substituição de importações ou, alternativamente, a comprovação de execução de projeto de engenharia no país. A execução do projeto de placas e de componentes submontados já é, atualmente, uma tarefa de alto valor agregado. O desenvolvimento do projeto no Brasil já é uma atividade suficiente para cumprir o requisito de PPB, e este desenvolvimento pode ser incentivado com a redução do percentual a comprovar de dispêndio em P&D quando a tecnologia é nacional. Por contraste, temos hoje a situação em que computadores aqui montados com placas totalmente importadas (ou com seu projeto feito em Taiwan e China), são cumpridores de 100% do PPB. Não há projeto ou manufatura no país de placas de alta densidade (*pitch* ultra-estrito) e com mais de cinco camadas.

3. **PPB–Cadeia.** Inovação legal na Lei de Informática, prevendo um requisito global de PPB e de percentual único de P&D para o agregado de múltiplas empresas da cadeia de um mesmo produto. Este mecanismo é complexo, porém transfere a responsabilidade de agregar valor em desenvolvimento ao nó da cadeia mais intensivo em design original. As empresas de CEM, por exemplo, teriam em geral que comprovar menores dispêndios de P&D como montadoras, transferindo a responsabilidade de comprovação de P&D e inovação para outras empresas – por exemplo, as fabricantes de alguns dos componentes que atualmente importa. A possibilidade, pelo menos parcial, de transacionar excedentes de aplicação em P&D ao longo da cadeia possibilita sua flexibilização e a formação de alianças estratégicas entre empresas produtoras, montadoras e desenvolvedoras de *software* embarcado em produto. Assim, por exemplo, empresas que não podem, estruturalmente, investir 5% da receita líquida em pesquisa e desenvolvimento podem associar-se, para introduzir no mercado, àquelas empresas incentivadas mais dinâmicas, com ganhos para o setor como um todo. Este mecanismo permite beneficiar empresas dos *tiers* 1 e 2, desde que participem na cadeia produtiva do mesmo produto.

Resta enfatizar que as propostas de PPB–Cadeia e de PPEA, combinadas, permitirão dar incentivos que se estendam até o comprador do bem, da submontagem ou do componente que incorpora tecnologia nacional. E esta tecnologia pode ser, para alguns produtos finais, relacionados tão-somente ao projeto do mesmo no país. A complexidade da aplicação das propostas acima decorre da questão subjacente: como definir o que é tecnologia nacional em bens tão complexos.

Proposta 2) Incentivos à exportação e aperfeiçoamento do RECOF. Melhoria no mecanismo de *draw back*. É importante para a indústria eletrônica contar com unidades produtivas orientadas ao mercado mundial. A exportação é um indicador da competitividade do setor, e na indústria brasileira esta não deve ser apenas orientada à América Latina, que vai deixar de ser um mercado acessível e natural para as exportações brasileiras. Os mecanismos de apoio devem ser ampliados, inclusive com a extensão de acesso ao RECOF e alfandegamento ágil para empresas que iniciam a produção, e que inicialmente não atingem os requisitos de valor de exportações exigidos pela Receita Federal do Brasil.. Entre outras medidas mais detalhadas, é preciso melhorar o mecanismo de *draw back* na região.

Um problema do setor é a escassez de grandes empresas: "Há um grande déficit de empresas 'de porte', capazes de fazer frente aos gigantes internacionais." (GUTIERREZ e ALEXANDRE, 2003, 168) . O estímulo às exportações também é relevante para a criação de grandes empresas nacionais: a produção de bens de TIC e de eletrônica de consumo é sujeito a fortes economias de escala, tanto na produção como em atividades de desenvolvimento de produto e inovação ou pesquisa. Nos maiores segmentos de mercado, as grandes empresas de eletrônica alcançaram um nível de competitividade internacional. Uma forma de estimular a criação de grandes empresas nacionais é através do incentivo à exportação e a internacionalização empresarial.

Proposta 3) Política estratégica de P&D. Formulação de uma agenda estratégica de Inovação para os bens de TIC. O Brasil já aplica cerca de R\$ 500 milhões dos Fundos Setoriais de P&D na modalidade de subvenção econômica ao P&D nas empresas e a Lei de Informática prevê cerca de R\$ 600 milhões de investimentos anuais em P&D pelas próprias empresas fabricantes de bens de TIC que gozam de isenção de IPI. Este conjunto de recursos tem sido dispersado, pelo governo e pelas empresas, de forma a não atacar os problemas estruturais que impedem uma mudança de fato na estrutura de inovação das empresas que fabricam no Brasil os bens de TIC. Especialmente o instrumento da subvenção econômica deve ser melhor operado pela FINEP no âmbito do FNDCT. O investimento deveria ser direcionado aos segmentos estratégicos da cadeia produtiva, em grandes projetos em consórcios tecnológicos de fins específicos. Componentes para bens de TIC se insere neste caso, como um fim específico, que requer articulação setorial e consistência nos investimentos por longo período. Porém a subvenção econômica às empresas atuais tem sido pulverizada, e precisa ser direcionada à criação de novas competências empresariais e tecnológicas.

Proposta 4) Política de compras e previsibilidade de encomendas mobilizadoras para empresas com P&D no Brasil. Para segmentos estratégicos da indústria incentivos às compras nacionais. Estudos e avaliações do setor de informática e da informatização dos agentes econômicos (setores econômicos, consumidores e governo). Há uma grande assimetria no grau de informatização dos diferentes setores econômicos. O governo pode exigir contrapartidas tecnológicas em suas compras de bens de TIC. A concessão de benefícios fiscais e de estímulos via crédito deveria levar em consideração estas diferenças.

Proposta 5) Visão integrada dos mecanismos de apoio à inovação e incentivos aos bens de TIC – integração de *hardware* e *software*. Todas as empresas de informática que fazem inovação importante se obrigam a dominar e desenvolver tanto *hardware* como técnicas de *software* básico. A dificuldade técnica é especialmente real, pois esta combinação deve ser feita para produtos que incorporam *software* embarcado, por *design*, no produto. Por contraste, empresas que fazem *software* aplicativo para rodar sobre Windows ou Linux não fazem *software* embarcado e não estão na cadeia da eletrônica. Estas empresas de *sof-*

ware aplicativo são beneficiárias de projetos de P&D celebrados pelas empresas incentivadas, que fazem convênio com centros de P&D que são desenvolvedores de *software* para aplicação que não estão encadeados com a cadeia de engenharia, mas com as atividades de suporte a clientes e às estratégias comerciais das empresas de bens de TIC. Que, por inovar em outros países, dedicam seu investimento a atividades não estratégicas para o desenvolvimento de novos produtos de TIC. Faz sentido combinar as políticas de incentivo a TICs de maneira mais completa e contemporânea com os produtos da convergência digital.

Proposta 6) MPEs de base tecnológica. Revisão da legislação para facilitar acesso aos benefícios fiscais e de crédito por parte das micro e pequenas empresas. A) Os benefícios do programa PC Conectado só são acessíveis para as grandes empresas do setor. Isto é justificado pela visão generalizada de que as micro e pequenas empresas do setor produzem no padrão de montagem de PCs do mercado cinza. Mas há evidências em contrário, de que muitos pequenos produtores trabalham legalmente. É necessário apoiar estas empresas igualmente, até porque muitas delas podem ser tornar médias empresas intensivas em tecnologia e desenvolverem produtos inovadores aqui mesmo no país. B) Os mecanismos da Lei 8248/91 e Lei 10.176 já garantem a não incidência de IPI para as pequenas empresas, mesmo que não comprovem o investimento percentual em P&D (Lei 10.176 e suas alterações). Devem apenas cumprir o PPB e não são fiscalizadas pela ineficiência associada à fiscalização de pequena escala de produção. Este mecanismo deve ser flexibilizado ao máximo para as EBTs (empresas de base tecnológica), na maioria pequenas e médias.

Proposta 7) Incentivos a micro e pequenas empresas intensivas em tecnologia, entre as quais os *start ups* e *spin offs*. Esta proposta se segue das considerações feitas no item anterior e sugestões de empresários. Segundo os entrevistados, fundos de investimento cujos gestores acompanham a vida das empresas investidas dão a estas empresas um suporte administrativo de grande valor. Assim, o apoio governamental através de fundos de investimento e de subvenção direta como a da Lei da Inovação (com recursos do FNDCT) em empresas nascentes deve se dar através de sua participação em consórcios com participação de capital privado.

Tabela 7.1 - Síntese de proposição de políticas de longo prazo para o setor de bens de TIC.

	Tipos de Instrumento			
		Incentivos	Regulação	Coordenação
Tipo de Investimento	Induzido	- Políticas voltadas para reduzir o desequilíbrio da balança comercial		- Política de compras (pública e privada)
	Estratégico / mudanças tecnológicas e mudanças na concorrência	- Desenvolvimento do sistema de inovação com centros de P&D industrial. - Políticas de apoio ao desenvolvimento de tecnologia nacional; - Políticas de apoio financeiro e capitalização das empresas; - Políticas para o adensamento da cadeia produtiva (subprograma de TICs da PDP)	- Criação de instrumentos no âmbito da regulação associados aos objetivos de desenvolvimento tecnológico e industrial; - Criação/melhoria dos instrumentos de controle sobre os resultados dos investimentos em P&D oriundos da Lei de Informática	- Coordenação entre iniciativas existentes que envolvem diferentes elos e atores da cadeia produtiva; - Criação de instrumentos para fortalecer o sistema de inovação de telecomunicações, articular empresas instituições de P&D e aumentar os investimentos em P&D e inovação das empresas

Proposta 8) Políticas estruturadas de incentivo orientado à capacitação de RH em *know how* crucial para as cadeias de informática, automação e de resto todo o setor eletrônico e sua cadeia de fornecimento de partes e peças. A política deve ser estruturada por cadeias específicas que são essenciais para o setor de forma estrutural: por exemplo, o setor de semicondutores.

Proposta 9) Manter e ajustar a estrutura legal (Leis e Decretos) que regulam os incentivos fiscais de IPI e redução de PIS/COFINS, não apenas para o setor de informática e automação, como para os demais setores de telecomunicações (equipamentos) e componentes eletrônicos outros (que não aqueles abrangidos pelo PADIS). Além disto, adicionar à estrutura legal os incentivos progressivos para os bens produzidos com tecnologia nacional, via PPEA e PPB-Cadeia, introduzidos na Proposta 1 acima.

CAPÍTULO 8 – SÍNTESE ANALÍTICA – PERSPECTIVAS DE MÉDIO E LONGO PRAZOS PARA OS INVESTIMENTOS NA INDÚSTRIA ELETRÔNICA NO BRASIL

8.1. Perspectivas para a Indústria Eletrônica até 2012

No médio prazo os investimentos pela indústria eletrônica no Brasil seguirão o padrão recente de manutenção das posições das indústrias de informática, automação e bens de eletrônica de consumo já operando. Os investimentos serão insuficientes para mudar de forma expressiva a posição relativa desta indústria, mantendo sua natureza seguidora dos produtos internacionais e fortemente orientada à produção em volume de bens cuja produção no país restringe-se à montagem. No que diz respeito à indústria de teleequipamentos nos segmentos que não são assemelhados à eletrônica pessoal (i.e. os teleequipamentos de infraestrutura como roteadores, multiplexadores, chaves/*switches* de comunicação, etc), a indústria de capital nacional terá nenhuma chance de melhorar sua participação no mercado interno se não houver uma política estratégica que priorize: a) previsibilidade de encomendas futuras pelas operadoras, b) uso do poder de compra das operadoras privadas, orientado às empresas que produzem com tecnologia nacional e c) a inovação constante com forte investimento em P&D e apoio na forma de subvenção econômica prevista na Lei da Inovação.

Os seguintes investimentos de sustentação da indústria eletrônica no Brasil devem ser os principais protagonistas, no período de retomada global em 2010-2012:

i) Manutenção de investimentos em P&D por força da Lei de Informática, no patamar de R\$ 600 a 700 milhões anuais, por parte das empresas médias e grandes produtoras de bens de informática, automação e comunicação. Este investimento tem um caráter disperso, representa os recursos de custeio aplicados em projetos de inovação ou de adaptação em poucos produtos e não tem sido direcionado para a construção de plantas industriais. Deste investimento em P&D, por ser compulsório para a obtenção de isenção de IPI em bens finais, menos de 1% é direcionado para o desenvolvimento de componentes eletrônicos. A principal mudança neste investimento, que só poderá ser induzida por políticas setoriais de governo, é de caráter qualitativo: visando tornar este investimento menos disperso e mais focado em estratégias setoriais induzidas por acordos mediados pelo Estado.

ii) No subsistema de componentes semicondutores, aponta-se como próximos da viabilidade 3 investimentos na etapa produtiva de encapsulamento de *chips*, denominada de "*back-end*" pois as lâminas/*wafers* serão importados de fábricas no exterior. A Lei do PADIS é parte essencial da viabilização de incentivos para estes empreendimentos. Os investimentos previstos no médio prazo serão para empacotamento final de *smart-cards*, para encapsulamento de circuitos integrados de memória e para componentes discretos. Somados, estes investimentos serão inferiores a US\$ 150 milhões, nos anos 2010 e 2011. Mais significativo para este estudo, portanto, será entender quais investimentos de caráter induzido ou estratégico, não necessariamente em plantas industriais, poderão alterar o cenário de fraca competitividade internacional da indústria eletrônica no Brasil, em especial da cadeia de material eletrônico básico. Os investimentos em plantas de montagem (*back-end*), acima citados, são viabilizados pela expressiva demanda que será sustentável e se ampliará no país para alguns componentes, tais como:

- a) Circuitos integrados de memórias não voláteis e memórias DRAM. O mercado de *chips* de memórias no Brasil é estimado em US\$ 960 milhões (dados de 2008) ;
- b) *Displays* de cristal líquido (LCD) e *displays* sensíveis ao toque, com realização de mais etapas de montagem a partir da importação de insumos. A importação destes mostradores representou cerca de US\$1,6 bilhão em 2008 apenas;
- c) Montagem de cartões inteligentes com *chips* de identificação por rádio-frequência (RFID) passivos, bem como cartões de segurança com contacto para automação de serviços.

Estes investimentos visarão apenas substituir parte do volume das importações, e representarão menos de US\$ 50 milhões de investimento por planta. Tipicamente, de 25 a 40 milhões de dólares são suficientes para empresas atuarem na etapa de montagem de chips no país, importando os *wafers* de parceiros estratégicos no exterior. O porte do investimento em LCDs dependerá da escolha de quais submontados e componentes (como os vidros já completos com a deposição dos filmes das camadas ativas) serão importados.

iii) O terceiro tipo de investimento de sustentação no Brasil é aquele em modernização das plantas de montagem de placas, pelas CEMs, e de encapsulamento de *chips* pelas duas empresas aqui instaladas (*Smart modular e Memowise*). Estes são investimentos de atualização de bens de capital para a manutenção de posições de prestadoras de serviços de montagem pelas grandes empresas transnacionais no Brasil, como Flextronics, Celestica, Foxconn, etc. O mercado interno em expansão para os bens de consumo de massa (PCs, *note-* e *net-books*, PDAs, telefones, etc), associado aos instrumentos já praticados pela Lei de Informática, garantem a operação rentável destas plantas nos próximos anos.

8.2. Perspectivas para a Indústria Eletrônica em 2022

O cenário desejado para a indústria eletrônica brasileira no longo prazo depende da adoção, desde já, das medidas de políticas setoriais discutidas nos capítulos anteriores para cada subsistema industrial de eletrônica. Com a aplicação consistente e continuamente aperfeiçoada das mesmas será possível obter o seguinte cenário (denominado de Cenário B no capítulo 1), no qual os indicadores da indústria eletrônica no Brasil, alçados desde já à categoria de metas para a política setorial, sejam os seguintes:

- i) Avanço percentual da participação da eletrônica no PIB industrial do Brasil para mais de 5% (atualmente representa 3,8% do valor da transformação industrial no Brasil) e avanço do faturamento do sistema industrial eletrônica para o patamar de 5% do PIB em 2022 (atualmente em 2,9%);
- ii) A criação de um ecossistema de indústrias eletrônicas onde a tônica essencial para as empresas seja a capacidade de inovação com produtos próprios. Neste cenário o ecossistema de empresas do grupo 3 (*Ino-HardTIC*) vai se diversificar por todo o complexo eletrônico, a significar que estas empresas terão maior capacidade de engenharia de projeto (design) e serão amparadas em fortes níveis de especialização em serviços, mais do que em produtos. Porém, a especialização da nossa indústria de TIC apenas nos serviços de integração (software, customização ao cliente final, etc.) não conforma o ecossistema desejado no Cenário B. Um crescimento das empresas dos grupos 1 e 3 é essencial para que a indústria eletrônica seja de fato inovadora. Parte do ecossistema incluiria, para ser de fato inovador, a especialização em etapas da cadeia de engenharia de produtos finais e *design* dos componentes, inclusive semicondutores;
- iii) Avanço crescente da participação, no conjunto do complexo eletroeletrônico brasileiro, da produção das indústrias de bens de TIC;
- iv) Grau de especialização crescente das empresas brasileiras em etapas específicas da cadeia, seja do *design* do produto ou de seus componentes eletrônicos, seja em etapas bem específicas de uma cadeia global de suprimentos e de serviços habilitados pelas TICs;
- v) Aumento da produtividade por empregado da indústria eletrônica, do atual patamar de cerca de R\$ 100 mil por emprego direto, para 50% maior produtividade em termos reais nos próximos 12 anos, até 2022;
- vi) Crescimento das exportações e importações, num cenário otimista com taxas ligeiramente maiores das primeiras a partir de 2016. Neste cenário B, otimista, estima-se que o déficit do setor eletrônico não ultrapasse 1,0% do PIB brasileiro em 2022. Isto requer uma mudança estrutural: algumas indústrias globais a serem atraídas e instaladas no Brasil, especializadas em alto volume, de vocação claramente exportadora, podem viabilizar este cenário se fizerem expressivos investimentos no Brasil. Na área de componentes eletrônicos, por exemplo, ou mesmo na montagem de bens finais voltados à exportação. É observado que nos países em desenvolvimento que expandiram a produção física de eletrônicos se verificou simultaneamente expressivo crescimento tanto das importações quanto das exportações de TICs, da ordem de 11 a 12% a.a. no período 1996-2005, como a Ásia experimentou recentemente.

Caso o cenário B de mudanças estruturais e de maior enraizamento da indústria no Brasil não seja viabilizado no longo prazo, no Cenário A, de continuidade da trajetória atual, prevê-se que o déficit comercial brasileiro na indústria eletrônica deva evoluir para o patamar de cerca de 2,0% a 2,2% do PIB. Neste Cenário A, cerca de 40% da demanda interna por bens e componentes eletrônicos será suprida por importações. No caso de componentes eletrônicos, o cenário de continuidade seria de 95% ou mais do consumo no Brasil destes bens intermediários serem supridos por importações. Em 2008, 90,2% do consumo aparente de componentes no Brasil deveu-se às importações (ABINEE, 2009b).

Há aspectos centrais neste cenário que demonstraram ser efetivos no caso do leste da Ásia nos últimos vinte anos, e que encerram lições e apontam os caminhos de longo prazo a serem seguidos com pertinência pelos setores público e privado:

1. O crescimento das atividades de inovação própria é condição para o cenário otimista desenhado. Desenvolver produtos próprios, buscar firmar marcas próprias ou especializações muito específicas são essenciais para estabelecer presença no mercado de eletrônica em qualquer país.
2. A inovação própria resulta de um ecossistema de investimentos nos quais o ambiente de negócios em que se insere a empresa de eletrônica deve ser ágil e a capacidade empresarial altamente dinâmica e especializada em conhecimentos e escopos específicos da cadeia, em especial nas cadeias de bens de TIC.
3. O Estado por seu turno deve aportar, como subsídio setorial indireto, o investimento altamente seletivo em capital humano e em centros de tecnologia industrial avançados, que façam a ligação com os centros líderes no exterior e com outros elos do ecossistema local de inovação. É o caso dos centros de tecnologia em componentes semicondutores, sem os quais a indústria local sequer se aproxima do padrão de inovação mundial em eletrônica.

4. Parcerias seletivas e estratégicas. A especialização extremada e a fragmentação espacial exacerbada da cadeia produtiva no globo exigem das empresas locais que privilegiem a estratégia de parcerias seletivas e estratégicas em torno de tecnologias que, se não transferidas, podem ao menos ser inseridas na relação cliente-fornecedor de modo a introduzir aprendizados de escopo relevantes para o design e a produção de componentes eletrônicos de alta tecnologia. A transferência internacional de tecnologia no complexo de TICs e na indústria eletrônica em geral é um fator essencial para competir. A internação de tecnologias específicas no tecido industrial brasileiro requer associação com ou a internação da engenharia das empresas líderes, mesmo pelas menores empresas brasileiras. Limitar-se a fabricar os equipamentos das empresas líderes, aqui montando bens cuja propriedade intelectual é reservada, não mudará estruturalmente a indústria brasileira.
5. Importância relativa da manufatura. As empresas do grupo (ou *tier*) 1 são grandes atores internacionais e concentram as atividades fabris com as grandes firmas e agregados empresariais (*clusters*) importantes no leste da Ásia, especialmente na China e outros países em desenvolvimento da região. A estratégia de crescimento em TICs no Brasil não exclui *ex ante* a aliança estratégica com parceiros daqueles *clusters*. A produção eficiente de partes e produtos no leste asiático devem ser fatores a estimular a inovação na indústria brasileira, pois podem ser fatores decisivos para a competitividade de produtos efetivamente projetados e produzidos com marca brasileira e engenharia local. Daí a importância do capital humano em design e da eficiência em embarcar eletrônica em produtos. Há imensas oportunidades para crescer com a indústria chinesa de eletrônicos e também explorar as enormes oportunidades de inovar para as cadeias produtivas de expressão no Brasil, como na eletrônica para o agronegócio, entre tantas outras oportunidades de inovação.
6. Participação no comércio mundial. Na eletrônica requer-se forte integração comercial global do país, exportando e também importando eletrônicos, condição importante para o crescimento da indústria eletrônica em dado país. Esta é uma decorrência do modelo de fragmentação espacial e da desverticalização exacerbada da produção no setor, já detalhadas anteriormente. Uma deficiência microestrutural do Brasil é a baixa eficiência dos serviços locais de alfandegamento e liberação de importações/exportações, que afetam uma indústria ágil, de *just-in-time* global como a eletrônica.
7. Importações como fator estrutural, foco em agregação de valor. O padrão mundial de trocas nas indústrias de TIC é de tal ordem que todos os países produtores líderes tiveram incrementos nas importações e exportações, simultaneamente. Portanto, no Brasil será alto o coeficiente de importações, de modo estrutural, como acontece com os países industrializados avançados. No Cenário A, evoluiria para 2,0 a 2,2 por cento do PIB, no Cenário B, otimista, reduz-se para cerca de 1,0% do PIB. A diferenciação dos produtores no futuro se dará mais pela natureza do valor localmente agregado: alto ou baixo. Aqueles países avançados da Europa, assim como EUA e Japão, mantiveram emprego e importância em etapas vitais da cadeia eletrônica, a saber: na engenharia, no *design* de produto, na produção de componentes tecnologicamente sofisticados, no licenciamento de propriedade intelectual, *software*, nos bens de capital sofisticados do processo industrial e na introdução de inovações em serviços. Tendo como impulsionador as importações de eletrônicos da "fábrica do mundo" chamada China. Assim se dá o efeito Cingapura na eletrônica, com a importação atrelando-se à dinâmica da exportação, pois as oportunidades estão na interação ágil com outros elos distribuídos globalmente.

Na Tabela 8.1 são enumerados na primeira coluna os determinantes essenciais que colocarão em marcha a dinâmica de investimentos que levam ao Cenário B, virtuoso e com as características já citadas. As determinantes listadas são importantes para introduzir o Brasil na rota dos investimentos internacionais da indústria de bens de TIC.

Tabela 8.1 - Condicionantes para o cenário de longo prazo

Determinantes da dinâmica dos investimentos esperados	Transformações engendradas pelo Investimento	Efeitos do Investimento sobre o Sistema Industrial
<ul style="list-style-type: none"> • Cenário macroeconômico denominado "Noviça Rebelde" • Postura estratégica do Estado: sinalização e consistência nas políticas de incentivo • Política cambial adequada à exportação • Melhoria da dinâmica tecnológica e apoio estratégico ao P&D empresarial • Crescimento sustentado dos investimentos em serviços de TIC • Crescimento e internacionalização dos usuários e produtores de bens de TIC • Coordenação de Políticas (fiscal, políticas de compras públicas e privada, política de incremento da inovação) • Introdução de TICs em cadeias produtivas novas (energia, agro, transportes, serviços, meio ambiente, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Cenário macroeconômico denominado "Noviça Rebelde" • Postura estratégica do Estado: sinalização e consistência nas políticas de incentivo • Política cambial adequada à exportação • Melhoria da dinâmica tecnológica e apoio estratégico ao P&D empresarial • Crescimento sustentado dos investimentos em serviços de TIC • Crescimento e internacionalização dos usuários e produtores de bens de TIC • Coordenação de Políticas (fiscal, políticas de compras públicas e privada, política de incremento da inovação) • Introdução de TICs em cadeias produtivas novas (energia, agro, transportes, serviços, meio ambiente, etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • Inovação. Padrão novo de desenvolvimento próprio de tecnologia pela indústria nacional • Melhoria da competitividade da indústria eletrônica nos segmentos TIC. • Importações crescentes e aumento e diversificação das exportações • Formação de capital humano e capacitação em negócios globais • Capacitação e diversificação em engenharia de produtos e de componentes. • Perfil de emprego: deslocamento para produção intelectual, engenharia, serviços e geração de empregos qualificados • Produtividade industrial crescente, crescimento da renda.

Já foi mencionado no capítulo 2 que o Brasil tem uma participação muito pequena na atração de investimento estrangeiro direto para a indústria eletrônica. As mais importantes características que poderão induzir uma mudança neste padrão de exclusão do país da rota dos investimentos na eletrônica são: a) consistência e continuidade nas políticas setoriais, a começar pela postura estatal de sinalizar que comanda uma governança efetiva, ágil e consistente, muito além de uma necessária visão estratégica com relação a esta indústria; b) mudança do padrão de inovação, com priorização de uma agenda estratégica para a inovação sistêmica na indústria eletrônica; c) aporte de recursos estatais para apoiar a formação de recursos humanos, em engenharia e TICs especialmente, para subvencionar os projetos de P&D estratégicos e, também em centros de P&D industrial em tecnologias avançadas que resultem de parcerias público-privadas com centros de pesquisa no Brasil e no exterior, com a missão de fazer a ligação de natureza hélice-tripla.

Na segunda coluna da Tabela 8.1 estão enumeradas as transformações essenciais que devem ser engendradas pelos investimentos novos na indústria eletrônica. A estratégia é priorizar investimentos que tragam maior enraizamento no Brasil desta indústria, através da emergência de padrões de inovação própria. Assim, verificar-se-ia que no cenário B há um ecossistema industrial, liderado pelo polo dinâmico de bens de TIC, diversificado nos 3 grupos (ou tiers) produtivos enunciados no capítulo 1, a saber: *Manufatureiro*, *Ino-Hardware*, *Ino-HardTIC*. A internacionalização dos produtos localmente desenvolvidos é qualitativamente o maior indicador deste cenário – ao contrário do cenário atual e do Cenário A, em que a internacionalização se dá exatamente pela absorção pelo mercado interno das inovações de produtos que são desenvolvidos no exterior, seja na forma de bens finais, seja como componentes de alto valor agregado.

8.3. Conclusões

Dois cenários de longo prazo foram desenhados neste estudo da indústria eletrônica brasileira. Na seção 8.2 foram descritos sete aspectos essenciais a serem observados para que o Cenário B, desejável para esta indústria, seja viabilizado. Os fatores determinantes para a implantação deste cenário, listados na Tabela 8.1, se assentam essencialmente em visão estratégica e políticas consistentes e permanentes de Estado, inovação própria no setor privado e na criação de um ecossistema fortemente vinculado à internacionalização da produção. A busca por especialização e diversificação na cadeia eletrônica, propiciadas pelas mudanças tecnológicas e pelo padrão da demanda mundial dos bens e serviços de TIC, deve ser uma constante, razão pela qual a especialização apenas em manufatura, ou apenas em serviços de TIC, são cenários insuficientes para o enraizamento desejado deste setor extremamente dinâmico da indústria global. Por esta razão, a visão de ecossistema introduzido neste estudo, com empresas atuantes em três *tiers* da produção, é importante para compreender a dinâmica do mercado e dos investimentos na produção de bens de TIC.

Esta nota setorial da indústria eletrônica incluiu proposições de políticas para os quatro subsistemas considerados. As propostas setoriais foram sintetizadas no capítulo 7 em linhas mestras de investimentos e instrumentos de política comuns a todos os subsistemas. Porém, os subsistemas têm diferenças importantes, de forma que políticas setoriais específicas a cada cadeia foram consideradas nos capítulos 3 a 6, com bastante ênfase para o programa de apoio à indústria de componentes eletrônicos (PADIC) tratado no capítulo 6.

CAPÍTULO 9 – TABELA REFERENCIAL DO MODELO SETORIAL DA INDÚSTRIA ELETRÔNICA ADOTADO NO PROJETO PIB

CLASSE CNAE	DENOMINAÇÃO DA ATIVIDADE	SUBSISTEMA	FONTE
32.10-7	Fabricação de material eletrônico básico	Microeletrônica, semicondutores	PIA
29.25-4	Fabricação de aparelhos de ar-condicionado	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
29.81-5	Fabricação de fogões, refrigeradores e máquinas de lavar e secar	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
29.89-0	Fabricação de outros aparelhos eletrodomésticos	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
30.11-2	Máquinas de escrever e calcular, copiadoras e equipamentos não-eletrônicos	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
31.41-0	Fabricação de pilhas, baterias e acumuladores elétricos - exceto para veículos	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
31.51-8	Fabricação de lâmpadas	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
31.52-6	Fabricação de luminárias e equipamentos de iluminação - exceto para veículos	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
32.30-1	Aparelhos de rádio e televisão e de gravação ou amplificação de som e vídeo	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
33.50-2	Fabricação de cronômetros e relógios	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
30.21-0	Fabricação de computadores	Eletrônica de consumo e seus componentes	PIA
32.21-2	Transmissores de rádio e televisão e equipamentos para estações telefônicas	Equipamentos de telecomunicações e seus softwares	PIA
32.22-0	Aparelhos telefônicos, sistemas de intercomunicação e semelhantes	Equipamentos de telecomunicações e seus softwares	PIA
32.90-5	Manutenção e reparação de aparelhos e equipamentos de telefonia	Equipamentos de telecomunicações e seus softwares	PIA
30.12-0	Máquinas de escrever e calcular, copiadoras e outros equipamentos eletrônicos	Informática e automação	PIA
31.92-5	Fabricação de aparelhos e utensílios para sinalização e alarme	Informática e automação	PIA
31.99-2	Fabricação de outros aparelhos ou equipamentos elétricos	Informática e automação	PIA
33.30-8	Equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados à automação industrial	Informática e automação	PIA
33.93-6	Manutenção de equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados à automação	Informática e automação	PIA
72.50-8	Manutenção e reparação de máquinas de escritório e de informática	Informática e automação	PAS
30.21-0	Fabricação de computadores	Informática e automação	PIA
30.22-8	Fabricação de equipamentos periféricos para máquinas eletrônicas	Informática e automação	PIA
72.10-9	Consultoria em hardware	Informática e automação	PAS

BIBLIOGRAFIA

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – Depto. de Economia. "Panorama Econômico e Desempenho Setorial". São Paulo, DECON, 2009a. Em: <http://www.abinee.org.br/abinee/decon/decon15.htm>. Acesso em 15 mar. 2009.

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. "A Indústria Elétrica e Eletrônica em 2020 – Uma Estratégia de Desenvolvimento". São Paulo, 2009b, 171p.

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica – Depto. de Economia. São Paulo, DECON, 2009c. Em: <http://www.abinee.org.br/abinee/decon>. Acesso em 03 set 2009.

ARNDT, SVEN e KIERZKOWSKI, HENRYK "Fragmentation: New Production Patterns in the World Economy". New York: Oxford University Press, 2001).

BAMPI, S., TIGRE, P.B.; WHOLERS, M., ALVES, S.; AMARAL, A. Tendências Tecnológicas e Oportunidades para a Indústria de Componentes Semicondutores no Brasil. In: Roberto Jaguaribe (Org.). "O Futuro da Indústria de Semicondutores: a perspectiva do Brasil." Ed. Brasília: IEL 2004. p. 101-175.

BNDES. Relatório do Estudo sobre a Atração de Investimentos em Fábrica de Semicondutores". 2003.

BOUND, Kirsten. "Brasil: a economia natural do conhecimento". Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2008.

BRASIL. Lei nº 11.484 – 31 de maio de 2007. Dispõe sobre os incentivos às indústrias de equipamentos para TV Digital e de componentes eletrônicos semicondutores e sobre a proteção à propriedade intelectual das topografias de circuitos integrados, instituindo o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores – PADIS e o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Equipamentos para a TV Digital – PATVD; altera a Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993; e revoga o art. 26 da Lei no 11.196, de 21 de novembro de 2005.

CÉSAR, JOSÉ LUIZ CERQUEIRA A Indústria Bancária: Uma Visão para 2020. Em http://www.relatoriobancario.com.br/noticias/noticias_cerqueira.html, 2008.

CHANDLER JR, Alfred D. (com assistência de Takashi Hikino e Andrew von Nordenflycht). O século eletrônico: história da evolução da indústria eletrônica e de informática. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

DECISION. The World Electronic Industries 2006–2011: Executive Summary. Paris: Decision, jun. 2007. Em: <http://www.decision.eu>. Acesso em: 4 abr. 2008.

DEGANI, Cristina. Eletroeletrônico: mercado aquecido. Folha On-Line, 29 out. 2008. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/folha/dinheiro/ult91u461492.shtml>. Acesso em: 01 nov. 2008.

E-Constats . Em : <http://www.econstats.com/weo/CWor11.htm>, último acesso em 5/08/2008.

ERNST, DIETER e KIM, LINSU Global Production Networks, Knowledge Diffusion, And Local Capability Formation. Paper presented at the Nelson & Winter Conference in Aalborg, Denmark June 12-15, 2001, organized by DRUID.

FEENSTRA, ROBERT C., 1998. "Integration of Trade and Disintegration of Production in the Global Economy," Journal of Economic Perspectives, American Economic Association, vol. 12(4), pages 31-50, Fall.

FRANSMAN, MARTIN. The changing ICT industry and the implications for Latin America and Caribbean. Mimeo. Cepal, 2006.

FRANSMAN, MARTIN. The New ICT Ecosystem: Lessons from Europe. Em: <http://www.web2foryou.com/home.htm>. Acesso em Dezembro, 2008.

GSA – Global Semiconductor Alliance. "Current State of the Semiconductor Economy. Q1 Recap and Expectations". Junho, 2009. GEREFFI, GARY, HUMPHREY, JOHN e STURGEON, TIMOTHY. The Governance of Global Value Chains. In: Review of International Political Economy 12, 1 (February): 78-104, 2005.

GUTIERREZ, REGINA M. V. e ALEXANDRE, P. V. M. O Complexo Eletrônico – BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 18, p. 165-192, set. 2003.

GUTIERREZ, REGINA M.V.. LEAL, Cláudio Figueiredo Coelho. Estratégias para uma Indústria de Circuitos Integrados no Brasil. BNDES Setorial, n.19, mar. 2004.

GUTIERREZ, REGINA M.V. e PAN, SIMON S.K. "O Complexo Eletrônico – Automação do Controle Industrial". BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n.28, p. 189-232, set. 2008.

HOBDDAY, M. "East versus Southeast Asian Innovation Systems: Comparing OEM – and TNC – led Growth in Electronics". Capítulo 5 de KIM, L. e NELSON, R. *Technology, Learning and Innovation: Experiences of Newly Industrializing Economies*, Cambridge University Press, Estados Unidos, 2000.

HOBDDAY, M. "The Rise of Asian Innovation: Business and Policy Implications". – Apresentação (mimeo) para o Sistema FIERGS – CNI – ABDI. (17/11/2008). Último acesso em URL www.fiergs.org.br/files/arq_ptg_6_1_4644.pdf, 30/01/2008e. In-STAT . "Global Semiconductor End-Use Forecast". Fevereiro 2009. . <http://www.instat.com/catalog/scatalogue.asp?id=322>. Último acesso em setembro,2009

JARUZELSKI, Barry; DEHOFF, Kevin. *The Customer Connection: The Global Innovation 1000*. Reimpressão. Bozz & Company , inverno de 2007. (Reimpressão de *Strategy+Business*, nº 49, inverno de 2007 – Reimpressão nº 07407.) Disponível em: www.booz.com. Acesso em: 03 dez 2008.

OCDE. *Communications Outlook*. Paris: OCDE, 2003.

OCDE. *Communications Outlook*. Paris: OCDE, 2005.

OCDE. *Communications Outlook*. Paris: OCDE, 2007.

OECD 2008a "Information Technology Outlook 2008". ISBN 978-92-64-05553-7.

OECD 2008b "Science, Technology And Industry Outlook 2008". ISBN 978-92-64-04991-8.

PIA – Pesquisa Industrial Anual. IBGE, 2005

MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia. "PNM – Programa Nacional de Microeletrônica: Contribuições para a Formulação de um Plano Estruturado de Ações". MCT – Secretaria Executiva. Dezembro, 2002 . Em: http://www.ci-brasil.gov.br/index.php?option=com_docs&grupo=TUNU Último acesso em fevereiro, 2009.

PORTO, JOSÉ RUBENS DÓRIA. "Uma agenda de competitividade para a indústria paulista: indústria de componentes semicondutores". São Paulo: IPT – FIPE, fev. 2008.

PROCHNIK, VICTOR. "Segmento de Informática, automação comercial e bancária". Relatório do Projeto PIB – Perspectivas de Investimento no Brasil. Mimeo, UFRJ, . Prochnik (2009).

SANTOS, SERGIO L., LAURINDO, FERNANDO J. BARBIN e GUBITOSO, EDNA BAPTISTA DOS SANTOS – Administração estratégica da informação: a tecnologia aplicada em lojas de departamentos, XXV Encontro Nac. de Eng. de Produção – Porto Alegre, RS, Brasil, 29 out a 01 de nov de 2005.

SARTI, FERNANDO et alli. *Subsídio ao Plano de Desenvolvimento Industrial do Ministério das Comunicações*. Convênio de Pesquisa entre o Ministério das Comunicações, o CPqD, Instituto de Economia da Unicamp e Instituto de Economia da UFRJ, 2007.

SBRAGIA, ROBERTO; GALINA , SIMONE V. R. (ed.). *Gestão da inovação no setor de telecomunicações*. São Paulo: PGT/USP – Núcleo de Política e Gestão Tecnológica da Universidade de São Paulo, 2004.

SZAPIRO, MARINA H. S. *Reestruturação do setor de telecomunicações na década de noventa: um estudo comparativo dos impactos sobre o sistema de inovação no Brasil e na Espanha*. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2005.

SZAPIRO, MARINA H. S. "Equipamentos de Telecomunicações, Subsistema". Relatório do Projeto PIB – Perspectivas de Investimento no Brasil. Mimeo, UFRJ, . (2009).

TIGRE, PAULO B.. *The political economy of Latin American telecommunications: multilateral agreements and national regulatory systems*. Working Paper do Programa de Estudios sobre Instituciones Económicas Internacionales, Latin American Trade Network (LATN), março, 2000. Mimeo.

TIA. "TIA 2007 – Telecommunications Market Review and Forecast". Telecommunications Industry Association. N.Y., 2007.

WOHLERS, Marcio. "A tendência internacional de consolidação, Valor Econômico, 07/02/2008.

REALIZAÇÃO



Fundação Universitária
José Bonifácio

APOIO FINANCEIRO



Ministério do
Desenvolvimento, Indústria
e Comércio Exterior

