

INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES BRASILEIRA: UMA ANÁLISE DO PADIS

Renato Augusto Rabuske Zülke – UFRGS - renato.zulke@ufrgs.br

Ph.D. Istefani Carísio de Paula – UFRGS - istefani@producao.ufrgs.br

Dr. Cristiano Richter – UNISINOS - engrichter@unisinós.br

Resumo

Indústrias intensivas em tecnologia foram e continuam sendo incentivadas por governos através de políticas setoriais, com motivação estratégica e econômica. O objetivo desta pesquisa é analisar os efeitos de políticas setoriais brasileiras na indústria de semicondutores nacional, com ênfase na análise do Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria de Semicondutores (PADIS). Através de estudo qualitativo foram realizadas sete entrevistas com coordenadores políticos, especialistas e membros de indústria, de relevância nacional. Um mapa atual é apresentado pela perspectiva dos entrevistados. Constatou-se que o ecossistema é sustentado por três políticas – Lei de Informática, PADIS e PPB, em conjunto. O momento é ímpar, pois as três foram questionadas pela Organização Mundial do Comércio (OMC) e as perspectivas apresentadas são incertas.

Palavras-chave: semicondutores, políticas setoriais, Brasil, Lei de Informática, PADIS e OMC.

1 Introdução

O Brasil possui uma economia baseada, grande parte, em exportação de commodities (minério de ferro, grãos, petróleo e outros) e agropecuária, com 46% das exportações brasileiras como produtos básicos, ao passo que importa grande quantidade de produtos com maior valor agregado – como eletroeletrônicos. Isto tem gerado um déficit na balança comercial na ordem de R\$ 41 milhões (BCB, 2015 e ABINEE, 2015/2016). Apesar do Brasil ser considerado o 4º maior mercado de computadores, telefones celulares e aplicações tecnológicas (incluindo automotivas e médicas), sua indústria de semicondutores é pouco expressiva no cenário global (RICHTER, 2016).

Além do impacto na balança comercial, os semicondutores são os componentes que agregam inteligência aos produtos, sendo meio para os avanços frente a revolução digital: indústrias integradas, revolução de processos produtivos, conectividade total e global, miniaturização de componentes, aumento de precisão, diversidade de aplicações... (COUTINHO, 1992 e TEIXEIRA et al., 2015)

O mercado global de semicondutores atingiu mais de US\$ 360 bilhões de dólares em 2016 e, pela primeira vez na história, houve um trimestre com faturamento superior a US\$ 100 bilhões (IC INSIGHTS 2016/2017, SIA 2016). Entretanto, a fatia brasileira na indústria de semicondutores é praticamente imperceptível. Não possuir uma indústria capaz de produzir um circuito eletrônico em toda sua etapa produtiva, afeta a competitividade de todo complexo eletrônico nacional, assim como as possibilidades de inovação (HAUSER, 2007).

Ciente do potencial faturamento do mercado dos semicondutores, governos de diferentes países incentivam de maneira agressiva esse setor, por meio de recursos financeiros, creditícios, isenções tributária e tarifária, aporte em P&D e outros, há décadas – investimentos na defesa norte americana, reserva de mercado no Japão, política de exportação de países do leste asiático (Coreia do Sul em especial). No Brasil, medidas vêm sendo tomadas, desde as políticas protecionistas-nacionalistas do período militar, com destaque para a Reserva de Mercado, até os esforços mais recentes, desde o lançamento da PITCE, em 2004, elencando em conjunto com software, bens de capital, fármacos e medicamentos, os semicondutores como estratégicos para o Estado. Entretanto, falhas como descontinuidade de políticas, mecanismos de financiamento inadequados e estratégia direcionada ao mercado interno são observadas por autores como Campanario et al. (2009). As dificuldades perpassam tanto entes do governo, quanto empresas e instituições de ensino e pesquisa, sendo que não desenvolver essa indústria causa prejuízos econômicos com impactos nos diversos ramos do complexo eletrônico, afetando a autonomia nacional para este setor que vem sendo considerado estratégico para a nova economia do conhecimento (GUTIERREZ & LEAL, 2004).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho é analisar os efeitos de políticas setoriais brasileiras na indústria de semicondutores nacional da década de 90 até a década de 2010, com ênfase na análise do Programa de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria de Semicondutores (PADIS), instituído pela Lei. 11.484/07. A contribuição teórica deste trabalho é acrescentar à literatura existente, evidências de impacto da política setorial sobre a indústria, a partir da percepção de representantes dos segmentos político e industrial. Do ponto de vista prático este material pode dar suporte aos gestores e formadores de políticas públicas o entendimento do cenário e suas implicações sobre a indústria.

2 Revisão bibliográfica

A indústria de semicondutores está inserida no contexto de uma indústria intensiva em tecnologia e inovação, num cenário de fluxo global de conhecimento, materiais/produtos e pessoas. Nesse capítulo são observados apontamentos de outros estudos sobre essa indústria e políticas públicas para sua promoção, com ênfase no contexto brasileiro.

2.1 A indústria de semicondutores

Conforme Intarakumnerd et al. (2016), poucos produtores de chip mundiais, com uma crescente dominação tecnológica e grande escala de capital necessário para a continuidade de investimento são características do setor. Os semicondutores são fundamentais para todos os produtos eletrônicos – computadores, celulares, equipamentos de telecomunicação, automação industrial, maquinário agrícola, equipamentos médicos e militares.

O principal produto semiconductor é o circuito integrado (CI), composto por milhões de transistores, sendo o silício a matéria prima básica. Os CIs de maior complexidade de tecnologia e valor agregado são os microprocessadores e memórias (e.g. Intel e Samsung, respectivamente). (CAMPANÁRIO et al. 2009, MELO et al., 2001).

Observando uma cadeia produtiva global e complexa, a figura 1 traz a representação das cinco etapas da cadeia de valor. Conforme Bampi (2009) e SIA (2016), a organização das empresas por trás é igualmente complexa e reflete uma acentuada especialização que tem se observado crescente nas últimas décadas. Essa especialização parte do modelo das verticalizadas *Integrated Device Manufacturer (IDMs)*, que reuniam as etapas de Design, Fabricação e Encapsulamento de semicondutores. Posteriormente, houve a ramificação das *Original Equipment Manufacturers (OEMs)*, as empresas dedicadas apenas ao projeto (*fabless*), originando as Design Houses (DHs) e as fabricantes dedicadas (*foundries*) (TEIXERIA, BNDES 2015). A figura 2 demonstra essa especialização.

Para cada uma dessas etapas há grande variação na intensidade de conhecimento, investimento exigido e valor agregado ao produto (CAMPANARIO et al., 2009). O custo de instalação de uma DH está na ordem de alguns milhões de dólares, enquanto que uma planta de *back-end* requer investimentos de centenas de milhões de dólares e uma *foundry* nível 3 (maiores), alguns bilhões de dólares (BAMPI, 2004; DE CARVALHO, 2006).

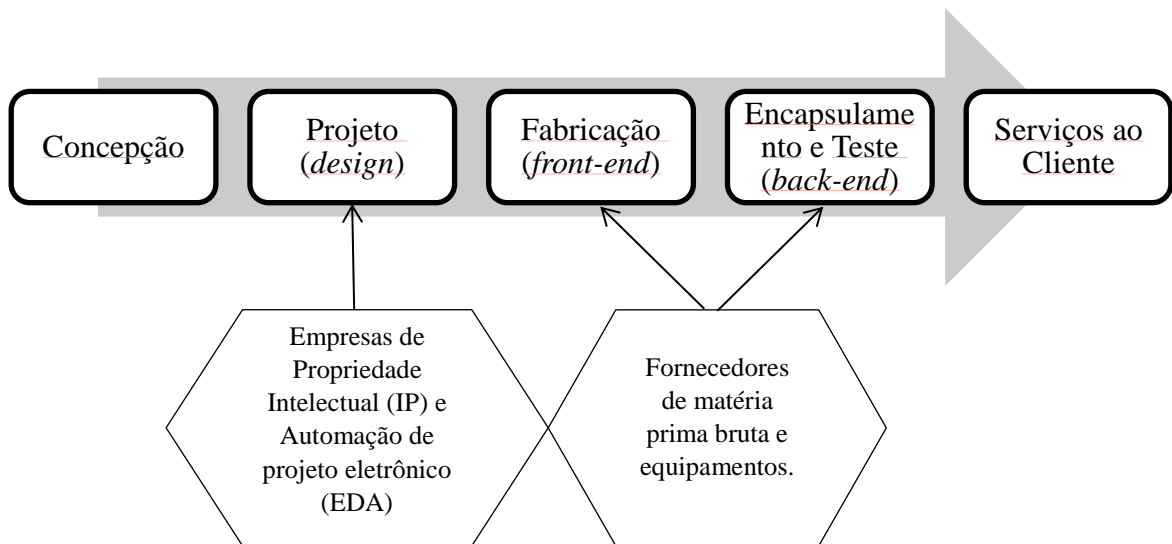


Figura 1 - Cadeia produtiva
Elaborado pelo autor com base em SIA (2016) e MCTIC (2017)

Os semicondutores estão inclusos em um segmento de tecnologia de ponta e, portanto, com grande dinamismo. É um nicho sem produtos substitutos, sendo que a inovação e patente acarretam em monopólio temporário e, em conjunto com o marketing tornam possível a prática de preços acima do mercado (NOGUEIRA et al., 2001).

Segundo Gereffi (2005), indústrias intensivas em conhecimento, como os semicondutores, requerem inovação constante para sua manutenção na fronteira tecnológica. Essa inovação decorre, em grande parte, de redes de conexão e essas serão mais eficientes se integradas na economia global. Por exemplo, é observado o caso do iPod, cujo projeto é feito na Apple (USA), é manufaturado na China e vendido para todo o mundo através de redes globais. Ademais, a indústria de semicondutores é um exemplo de uma cadeia de valor (global), dentro do conceito de Porter (1985), envolvendo tanto produtos como serviços, pois reúne um conjunto de atividades geograficamente espalhadas dentro de um processo global para a entrega final do produto/serviço.

Ampliando o conceito da cadeia de valor, sustentam Yeung and Coe (2015) o conceito de Rede Global de Produção (RGP) como o “arranjo organizacional compreendendo atores econômicos e não econômicos interconectados e coordenados por uma empresa mundial líder produzindo produtos e serviços em vários espaços geográficos para mercados mundiais”. Nesse sentido, os autores (Gereffi, Porter e Yeung and Coe) observam a influência de contextos institucionais e políticos, sendo relevante tanto as conexões globais quanto as políticas com impactos no segmento nas ações das empresas.

1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010
						Empresas de software
					Fornecedores de IP	Fornecedores de IP
			Empresas sem fábrica	Empresas sem fábrica	Empresas sem fábrica	Empresas sem fábrica
	Ferramentas de manufatura	Ferramentas de manufatura	Ferramentas de manufatura	Ferramentas de manufatura	Ferramentas de manufatura	Ferramentas de manufatura
IDM	IDM	IDM	IDM	IDM	IDM	IDM
		Ferramentas de EDA	Ferramentas de EDA	Ferramentas de EDA	Ferramentas de EDA	Ferramentas de EDA
			Fabricantes dedicados	Fabricantes dedicados	Fabricantes dedicados	Fabricantes dedicados
					Encapsuladoras dedicadas	Encapsuladoras dedicadas

EDA - Electronic design automation; IDM - Integrated Device Manufacturer; IP - Intellectual property.

Figura 2 - Especialização das Empresas de Semicondutores

Fonte: adaptado de SIA, 2016

A indústria de semicondutores está concentrada em algumas regiões do mundo e em geral através da organização de clusters industriais (BYUNG, 1994; SIA, 2017, PORTER, 1998, 2000). EUA, Japão, Taiwan, Singapura, Coreia do Sul, Europa e China possuem mais de 90% de parcela de um mercado que cresce em média 15% ao ano e com receita superior a US\$ 365 bilhões (IC INSIGHTS, 2016). Não por acaso, as maiores empresas do segmento são desses países (tabela 1 e figura 3) com exceção da China que se apresenta como uma nova entrante. A característica de poucos e grandes *players* mundiais é observada pela parcela de 77% do mercado estar concentrado entre as 20 maiores empresas. Além disso, a especialização das últimas décadas permitiu que empresas como a *Qualcomm* e *BroadCom* dominem um mercado bilionário (juntas elas somam mais de US\$ 30 bilhões) sem possuírem sequer uma fábrica – *fabless* – conforme dados da tabela 1.

Tabela 1 - Maiores empresas de semicondutores, matrizes e faturamento

Rank	Empresa	Origem (País)	Vendas (US\$ bi)
1	Intel	Estados Unidos	56,3

2	Samsung	Coréia do Sul	43,5
3	TSMC (1)	Taiwan	29,3
4	Qualcomm (2)	Estados Unidos	15,4
5	BroadCom Ltd. (2)	Singapura	15,3
6	SK Hynix	Coréia do Sul	14,2
7	Micron	Estados Unidos	12,8
8	TI	Estados Unidos	12,3
9	Toshiba	Japão	10,9
10	NXP	Holanda	9,5
11	MediaTek (2)	Taiwan	8,6
12	Infineon	Alemanha	7,3
13	ST	Suíça	6,9
14	Apple (2)	Estados Unidos	6,5
15	Sony	Japão	6,5
16	Nvidia (2)	Estados Unidos	6,3
17	Renesas	Japão	5,8
18	GlobalFoundries (1)	Estados Unidos	5,1
19	ON Semi	Estados Unidos	4,9
20	UMC (1)	Taiwan	4,5
Total top 20			282,13
Total do mercado			365,6
Top 20 % do mercado total			0,7717

Fonte: IC Insights (2016) – (1) Fábrica pura; (2) Não possuem fábrica.

Coutinho (1992) já apontava certas tendências que hoje se confirmam: “peso crescente do complexo eletrônico”, “globalização como aprofundamento da internacionalização”, “novas bases da competitividade e alianças tecnológicas como nova forma de competição”. No que tange a inovação o autor cita que esta flui melhor em economias com externalidades positivas, no sentido interações entre empresas privadas e instituições públicas de ciência e pesquisa, além de prospectar que cada vez mais a competitividade resultaria mais da inovação com esforços deliberados de estratégias públicas ou privadas do que de recursos naturais.

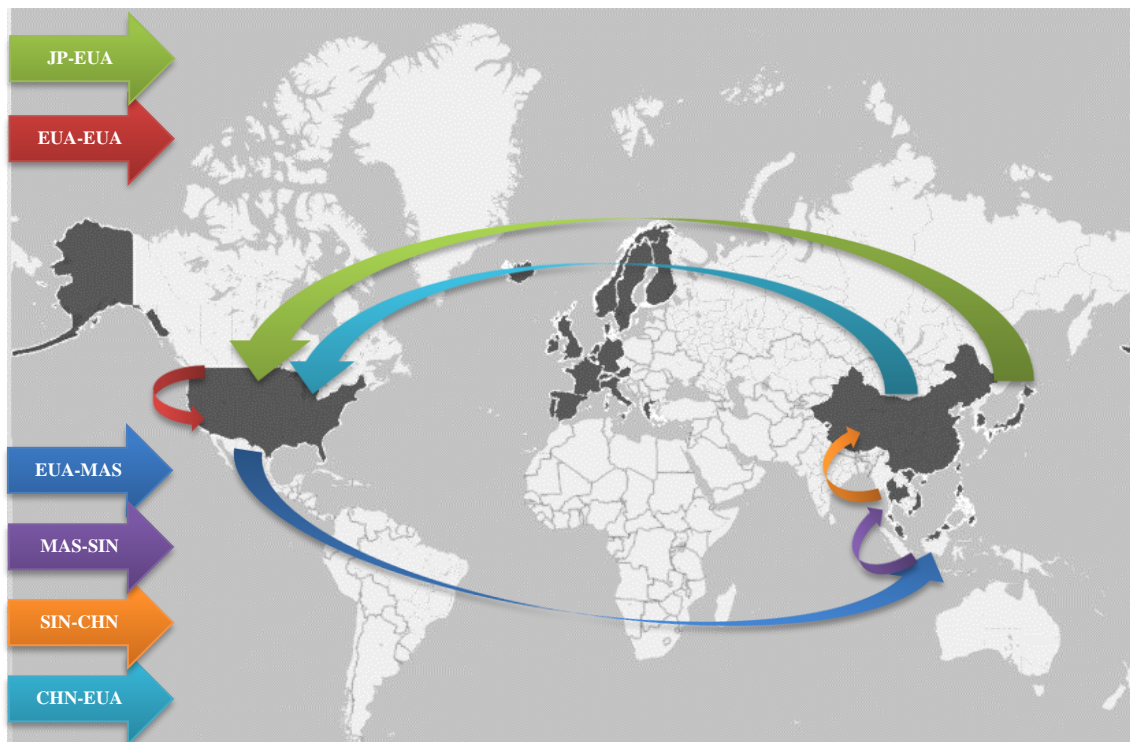
Além disso, distintos autores (e.g. DICKEN, 2008 e GHEMAWAT, 2011) citam a interdependência de contextos locais e globais nas redes de conexão e interações complexas de uma economia globalizada, esta que por sua vez é decorrente de um processo irreversível (JAMES, 2009). Discussões acerca do papel das pessoas na formação de indústria intensiva em conhecimento – caso dos semicondutores –, como a diáspora, êxodo de talentos e promoção do seu retorno são feitas por autores como Yoon (1992), Kenney, Breznitz, & Murphree (2013) e Richter (2016).



Figura 3 – Mapa da participação dos países e matrizes das maiores empresas no mundo Fonte: Elaborado pelo autor, com base em IC Insights (2017)

Não por acaso, o mapa genérico da cadeia de produção/consumo de semicondutores (Figura 4), trazido por SIA, 2016 considerando aspectos quantitativos baseados na nomenclatura padronizada de comércio que demonstra o fluxo de semicondutores pelo mundo tem relação direta com os dados das maiores empresas (tabela 1 e mapa 1).

A representação genérica corresponde ao fluxo mundial: lingotes de silício bruto são cortados em lâminas (*wafers*) e vão do Japão para os EUA, onde são preparados e cortados em discos. São então encaminhados para a Malásia e Singapura onde são montados e testados os chips. O produto final é encaminhado para a China, onde os chips são integrados aos produtos de consumo final e dela partem para o resto do mundo. Interessante observar que o Brasil não aparece nesse cenário.



*Materiais considerados: HS 8541 (diodos, transistores e similares), 8542 (circuitos integrados), materiais de fabricação 280429 (gases raros e outros além de Argônio), 280430 (Nitrogênio), 280461 (Silício com pureza > 99.99%); 280469 (Silício com pureza < 99.99%), 28047 (Fósforo); 851680 (resistência); 903141 (fotomáscaras), montagem, teste e materiais para encapsulamento 3506 (colas e adesivos); 854710 (embalagem cerâmica).

Figura 4 - Mapa da cadeia global genérica*

Fonte: elaborado pelo autor com base em SIA (2016) e IC Insights (2017)

2.2 Políticas de Incentivo à Indústria

Dada a complexidade e custos desta indústria, o uso de políticas industriais é algo comum em muitos países, tendo tido êxitos e fracassos em decorrência tanto de fatores internos quanto externos a cada caso. Os países do leste asiático foram bem sucedidos ao adotarem uma política de promoção às exportações como norte, em conjunto com investimentos em P&D (PORTES, 2015). Chang (1994) explana sobre o uso dessas políticas no momento do início do desenvolvimento de países como Alemanha, EUA e Japão. De um lado, autores mais liberais defendem que a intervenção ocorra apenas para eliminar imperfeições do mercado, atuando, portanto, de forma mais restrita e horizontal. De outra forma, autores neo-schumpeterianos são favoráveis a uma política ativa, indutora de mudança tecnológica e do ambiente institucional como um todo, inclusive auxiliando a evolução do Sistema Nacional de Inovação (SNI) (SUZIGAN et al., 2006).

Ferraz et al. (2002, p. 545) definem “política industrial como conjunto de incentivos e regulações associadas a ações públicas, que podem afetar a alocação inter e intraindustrial de recursos, influenciando a estrutura produtiva e patrimonial, a conduta e

o desempenho dos agentes econômicos em um determinado espaço nacional”. Conforme Lall (1992), as políticas de incentivo podem ser funcionais ou seletivas. As primeiras têm o objetivo de corrigir imperfeições de maneira horizontal (infraestrutura, ensino, regulamentações gerais), enquanto que as segundas enfatizam atividades específicas com uso de restrições, créditos, subsídios e etc. Autores como Primi & Peres (2009) e Ferraz et al. (2002), em termos conceituais, ainda mencionam uma terceira variante: políticas de fronteira. Nesse grupo estariam aquelas políticas com ênfase no desenvolvimento de áreas tecnológicas e estratégias (defesa, biotecnologia, semicondutores, nanotecnologia e etc.).

O uso de políticas seletivas justifica-se por conta do maior valor agregado de determinados produtos, efeito multiplicador, dinamismo, inovação e aumento de renda per capita no país (FERRAZ et al., 2002). Mencionam os autores que uma política desenvolvimentista defende o apoio do Estado na indústria nascente, pois em fase inicial esta é fragilizada para enfrentar a competição por conta dos seus custos de produção serem mais altos. Hauser (2007) defende que apenas a combinação de ambas (estratégias horizontais e seletivas) aliadas a uma visão de longo prazo poderá ter êxito no desenvolvimento tecnológico nacional. Portes (2015), com base em Gerschenkron (1962) explica como países com atraso tecnológico se espelham em outros que obtiveram êxito em determinadas estratégias de desenvolvimento, não pela inovação, mas pela cópia, mirando o processo de *catching-up* - compreendido pela habilidade de reduzir a diferença de renda e de produtividade com os países líderes em determinado segmento. Essa diferença pode ser tão mais rapidamente reduzida quanto maior seu tamanho, por meio da aquisição de tecnologia e beneficiamento de desdobramentos dos países líderes.

Primi & Peres (2009) ainda classificam que o estado pode intervir de quatro formas no desenvolvimento industrial: como regulador, produtor, consumidor e/ou agente financeiro e investidor. Rodrik (2009) argumenta que com o mundo globalizado, acordos regionais e multinacionais moldam economias, implicando moderações e devem-se incluir essas perspectivas nas políticas industriais adotadas.

O caso da Coreia do Sul é bastante observado na literatura como comparação ao Brasil, por conta de suas estruturas industriais serem muito semelhantes até a década de 80 (PALMA, 2012), ressalvadas as diferenças de escala (dimensão populacional e geográfica) e localização geopolítica. A partir daquela década, observa-se grande diferença no seu desenvolvimento, o que motiva a análise em paralelo. O autor argumenta que a produtividade do Brasil era ainda maior que a da Coreia até esse período. Já na

década de 1970 o governo coreano elencou o setor de eletrônicos como estratégico em termos de indústria exportadora (KIM, 1991). A seleção de indústrias estratégicas deu origem aos conglomerados sul-coreanos, os *chaebols* (similar ao conceito de cluster industrial) – ver anexo 01. Só a partir dos anos 90, motivado pela crise asiática, o governo começou a se afastar desses conglomerados e o papel do investimento em P&D ficou com as empresas, restando ao governo coreano o incentivo para a realização desses investimentos (PORTES, 2015).

2.3 Contexto brasileiro

Ao longo do tempo, o Brasil se apoiou em diferentes estratégias para o desenvolvimento de sua indústria, seguindo também tendências mundiais de ideologia neoclássica, desenvolvimentista e neo-schumpeterianas entre variações mais ou menos protecionistas e liberalistas – Figura 5 – (FERRAZ et al., 2002 e CAMPANARIO, MUNIZ, & COSTA, 2009, ALTENBURG, 2011).

No que tange a indústria eletrônica, um grande marco foi a Reserva de Mercado, instituída durante o governo militar, pela Lei Federal nº 7.232/84. De natureza protecionista, essa medida restringia o mercado eletrônico brasileiro aos produtos nacionais, favorecendo indústrias locais, mas também causou o atraso tecnológico pela inércia provocada sem o estímulo de inovação pela competitividade (MOTTA & MAIA, 2015).

Na década de 90, durante o governo Collor, a reserva de mercado foi revogada, sob a justificativa de atrair investimento estrangeiro e modernizar a tecnologia nacional. Para cobrir o prejuízo que estava sendo causado na indústria nacional com a concorrência estrangeira, foi criada a Lei da Informática (LI) em 1991, entretanto, sua regulamentação só ocorreu em 1993. Nesse tempo, a grande maioria das empresas não conseguiu suportar a crise. A crítica se faz em relação à maneira abrupta com que a abertura do mercado se deu, não considerando a necessidade de um tempo de adaptação das indústrias locais (ARAÚJO et al., 2002, OLIVEIRA & BALESTRIN, 2015). Ademais, houve redução de barreiras de importação na Zona Franca de Manaus (ZFM). Essa medida também é criticada (RIPPER, 2004), pois ao contrário de outras zonas similares no mundo (e.g. Masan e Kumi – KOR e Zonas Econômicas Especiais na China – Shenzhen e Zhuhai) (KIM, 1998 e HAUSER, 2007), a sua produção também é voltada para o mercado nacional (ao invés de atrelar os benefícios à exportação).

Atualmente, a ZFM faz uso dos benefícios do Processo Produtivo Básico (PPB), instituído no próprio governo Collor, que atrela benefícios fiscais a uma parcela mínima de atividades que caracteriza a industrialização realizada na fábrica para determinado produto. Os benefícios da Lei da Informática (redução de Imposto sobre Produtos Importados) exigem a contrapartida de investimento de 4% do faturamento bruto em P&D e também é uma exigência dos benefícios fiscais dos bens de informática na ZFM (MDIC, 2017). Na prática, o que ocorre é apenas a montagem local de kits completos de componentes importados (HAUSER, 2007).

No governo FHC foi criado o Programa Nacional de Microeletrônica (PNM), em 2002, com vínculo ao MCTI, MDIC e apoio do Finep, CNPq e BNDES. As ações do programa visavam concessão de bolsas de mestrado e doutorado para a Microeletrônica, estruturar fábricas de CI no país e o Programa CI-Brasil, que incentiva as Design Houses (DHs) – Projeto Brazil-IP – e treinamento de projetistas em CI (MOTTA & MAIA, 2015). Os autores afirmam, com base em relatório da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), que os resultados do programa CI-Brasil serviram de base para as políticas dos governos seguintes: O Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores e Displays (PADIS), o Programa Nacional de Formação de Projetistas de Circuitos Integrados, a consolidação do Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada (Ceitec) e da Rede Nacional de Design Houses.

No início do séc. XXI, durante o governo Lula, as políticas de cunho desenvolvimentistas retomaram, com o lançamento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) – com relevância especial o PADIS – seguida de outras medidas intervencionistas para diferentes setores. A PITCE estava vinculada à ABDI, que por sua vez respondia ao MDIC. Ferraz (2009) chama atenção para o fato de que faltam análises para comprovar ou não a eficiência desse programa.

Em 2008 foi lançada a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP), como seguimento da PITCE. A PDP, não focava em setores particulares e possuía metas que facilitam o seu controle – o que não havia na PITCE. Entretanto, a crítica é que a maioria das suas metas (e.g. aumento de exportações e número de MPEs exportadoras) poderia ser atingida sem diversificar ou aumentar o valor agregado dos produtos, o que em tese seria o objetivo de uma política industrial (ALMEIDA, 2009 e PORTES, 2015). Os autores sugerem que tanto a PITCE quanto o PDP trouxeram mais resultados em setores em que o Brasil já possui “vantagens competitivas” – agropecuária, siderurgia e minério.

Também em 2008 foi criado em Porto Alegre (RS) a Ceitec S.A. – empresa pública de semicondutores com ligação à Universidade Federal do Rio Grande do Sul –, com projeto e fabricação de CIs para RFID e sensores de TV Digital. Em 2010 uma joint venture entre a Coreana HANA Micron e o grupo brasileiro PARIT foi criada em São Leopoldo, com ligação à UNISINOS. Outrossim, suporte financeiro fora dado através de agências de C&T – Finep, CAPES e CNPq – e do BNDES (RICHTER, 2016, OLIVEIRA & BALESTRIN, 2015).

Ainda em 2008, dentro do programa CI-Brasil, foram criados dois centros de treinamentos CT-1 na UFRGS, em Porto Alegre (RS) e o CT-2 no Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI), em Campinas (SP). Até 2015 houve mais de 700 projetistas capacitados nesses centros e com dados de 2014 haviam sido concedidas 2508 bolsas em 17 subprojetos e 20 DHs. O programa busca aproveitar uma estrutura de complementariedade: governo financia, universidade estrutura e treina e a indústria absorve a mão de obra e a tecnologia (MOTTA & MAIA, 2015).

Em 2010, já no governo Dilma, o PDP deu lugar ao Plano Brasil Maior (PBM), com visão setorial e horizontal. Do PBM surgem o PRONATEC, e o Programa Ciência sem Fronteiras – um programa de bolsas e mobilidade para estudantes e graduados lançado em 2012 com o propósito de fortalecer o SNI, entre outros (PORTES, 2015).

Ainda sem dados para analisar as metas, Portes (2015) argumenta que as políticas industriais brasileiras no séc. XXI têm caráter vago e amplo, o que “acaba mantendo a posição atual brasileira na divisão internacional do trabalho, pois incentiva majoritariamente as atividades tradicionais do país”. Um paralelo é feito pelo autor em relação ao sucesso atribuído aos incentivos da Coreia do Sul e os do Brasil. No caso daquela houveram metas claras (metas de exportação, por exemplo) a serem atingidas e sua cobrança foi rígida; ao contrário, o Brasil falhou no controle de suas metas, contribuindo para fracasso de parte de suas medidas.

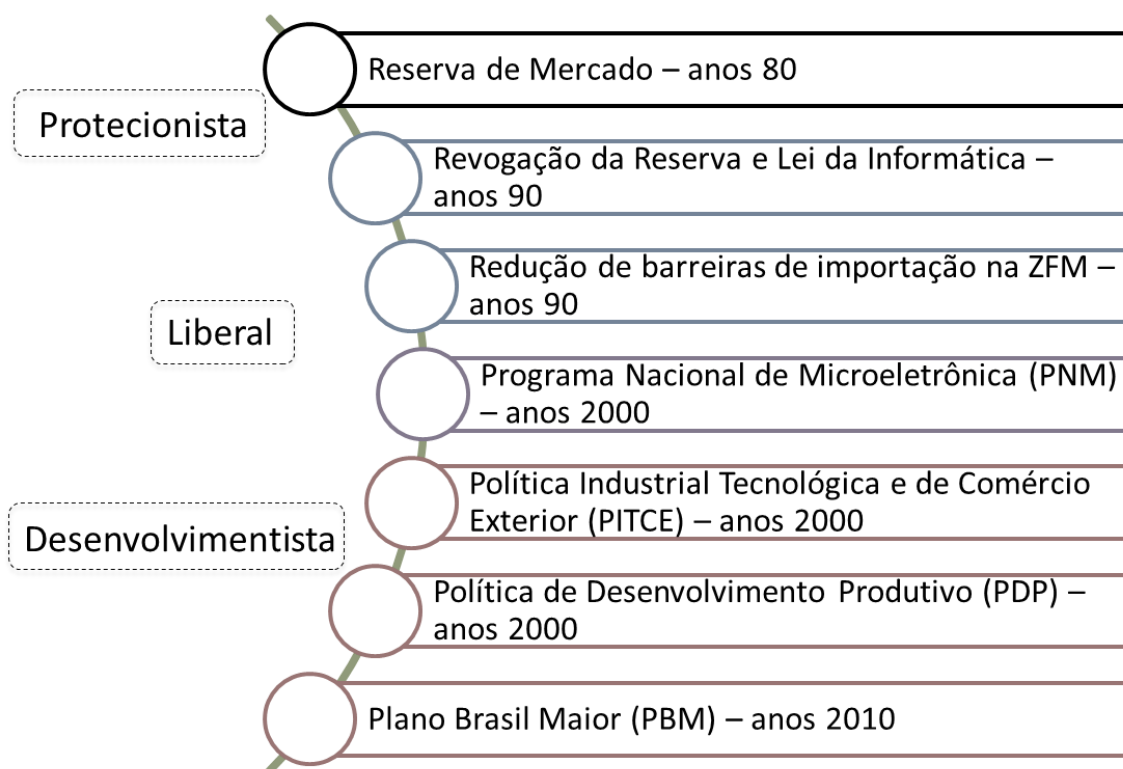


Figura 5 - Políticas setoriais e a ideologia de governo do período. Fonte: elaborado pelo autor com base em Ferraz et al., 2002, Campanario, Muniz, & Costa, 2009, Altenburg, 2011

3 Método de Pesquisa

As seções seguintes deste capítulo tratam do cenário do estudo, sua natureza, os métodos e técnicas utilizados, com sua respectiva aplicação.

3.1 Contexto de realização do estudo

O setor de semicondutores hoje no Brasil possui faturamento consolidado superior a R\$ 2 bilhões com mais de dois mil empregos diretos com alta qualificação. Os investimentos nos últimos cinco anos somam mais de R\$ 2,5 bilhões de em infraestrutura produtiva e R\$ 200 milhões em P&D (ABISEMI, 2017). Entretanto, isso não representa nem 1% de um mercado global. Outrossim, é mister observar os números do setor eletroeletrônico, por possuírem semicondutores em grande parte dos seus componentes: são empregados 241 mil funcionários (ABINEE, 2017) e o mercado de smartphones, desktops, notebooks e tablets no primeiro semestre de 2016 pode ser observado na tabela 3.

Tabela 3 – vendas de produtos eletrônicos no Brasil – 1ºS/2017

Produto	Mercado (mil unidades) / Variação1ºS/2016
---------	---

Smartphones	23.447 / +18%
Desktops	801 / -4%
Notebooks	1.547 / +11%
Tablets	1.558 / -8%

Fonte: Abinee (2017).

Dados obtidos de diferentes fontes da internet são conflitantes quanto ao número de empresas operantes. Estimativas sugerem algo hoje no Brasil entre 15 e 30 iniciativas ligadas à cadeia de semicondutores, incluindo instituições governamentais de ensino e pesquisa – graduação e técnicos. Tanto as iniciativas atuais quanto sua relação com as políticas industriais foram objeto de questão.

Com vista a atingir o objetivo da percepção do setor por diferentes perspectivas foi realizada uma análise de conteúdo, com base teórica a partir de Moraes (1999). Análise de relatórios, artigos e entrevistas com membros de diferentes setores foram realizadas – governo, instituições de ensino e pesquisa e empresas.

3.2 Procedimento

O presente trabalho trata de um estudo de caso, por conta da complexidade de seus eventos e implicações, onde o investigado não possui controle sobre as circunstâncias avaliadas, que ocorreram e ocorrem em um contexto espaço-temporal amplo (YIN, 2013). Com abordagem qualitativa, foram coletadas informações da internet e da literatura posteriormente validadas por especialistas. Como pesquisa descritiva, optou-se pelo método de entrevista em profundidade, além da análise de documentos, dentro de uma natureza aplicada que visa melhorar o entendimento da indústria de semicondutores no Brasil e seu caminho de desenvolvimento. Os trabalhos de referência metodológica são Richter (2016) e Kronmeyer et al. (2004), por aplicação em cenário e assunto similar. As diferentes técnicas a serem utilizadas são indicadas por autores como Yin (2013) e Denzin & Lincoln (2000): registro de dados obtidos, frequência de expressões e referências, organização de dados em tabelas, estabelecimento de correlações, entre outras. O material foi reunido em um software de análise de conteúdo (Nvivo®) por conta das vantagens do uso dessa ferramenta na análise de conteúdo: agilidade, organização, potenciais *insights*, confronto de dados.

3.3 Aplicação

Como primeira etapa foi realizada uma pesquisa *desk* (dados secundários) para levantar detalhes das políticas de incentivo das últimas décadas para o setor, bem com a listagem preliminar das iniciativas a serem mapeadas. As legislações estudadas foram:

- a) L. 8.248 / 91 – Lei de Informática e regulamentação (93);
- b) L. 8.387 / 91 – Processo Produtivo Básico, bem como portarias interministeriais atreladas;
- c) L. 10.973 / 04 – Lei da Inovação;
- d) L. 11.196 / 05 – Lei do Bem;
- e) L. 11.484 / 07 – PADIS¹.

Na segunda etapa, como fonte de dados primários foram realizadas sete entrevistas em profundidade, com questionários semiestruturados (Apêndice A). Um especialista com mais de 25 anos de participação entre academia, indústria e instituições de pesquisas no setor eletrônico foi então consultado para validar o levantamento realizado na pesquisa *desk*, tanto das políticas quanto das iniciativas mapeadas.

Para contemplar as diferentes perspectivas, o quadro 1 apresenta a referência e o contexto de atuação dos entrevistados. Um código foi atribuído para cada um para a realização da análise de conteúdo, bem como para facilitar a discussão.

Quadro 1 – Relação de referência aos entrevistados. Fonte: Elaborado pelo autor.

Código	Referência	Contexto de atuação
CP1	Secretário executivo MCTI 2007-2014	Coordenador político
CP2	Coordenadoria-Geral de Ciência e Tecnologia – SEPIN/MCTI	Coordenador político
CP3	Dep. Estadual (RS)1999 a 2010 e Dep. Federal (RS) 2011-15	Coordenador político
E1	Professor (Ph.D.) especialista em Microeletrônica	Especialista
E2	Professor/Consultor e especialista em Microeletrônica	Especialista
I1	Diretoria de indústria privada	Empresa privada
I2	Engenheiro de indústria estatal	Empresa pública

¹ Foco do estudo.

As sete entrevistas foram gravadas e transcritas para registro e posteriores análises. Com duração entre 45min e 1h15, foram realizadas presencialmente quando possível e à distância. As questões contemplaram as dimensões de estudo pretendidas no contexto das políticas levantadas no referencial teórico, com ênfase no PADIS.

A terceira etapa se resume a análise das informações obtidas, com base à triangulação de dados para reforço de evidências, sendo então elaborada a representação gráfica das iniciativas e políticas de incentivo para o setor com a discussão referente. As aplicações foram realizadas entre os meses de agosto e setembro de 2017, sendo que as transcrições e apreciação ocorreram entre os meses de outubro e novembro; a finalização do trabalho ocorreu em dezembro do mesmo ano.

4 Resultados e Discussão

Com base nas perguntas realizadas foram separadas 12 unidades de análise (quadro 2) no software. A partir da segunda entrevista um tópico até então descoberto pela revisão da literatura ganhou relevância neste estudo: os questionamentos das políticas de subsídio brasileiras na Organização Mundial do Comércio (OMC). O Brasil sofreu derrota – sustentação indeferida e entendimento mantido de que políticas brasileiras oferecem subsídios proibidos por acordos comerciais os quais o Brasil é signatário – no painel na Organização em dezembro de 2016 e a respectiva publicidade dos resultados em agosto de 2017, com a confirmação da derrota de todos os itens questionados. O relatório (OMC, 2017) foi adicionado entre as fontes de evidência do estudo. Dentre as políticas condenadas estão a Lei de Informática e o PADIS, justificando a sua importância nesse trabalho. Considera-se como um primeiro resultado obtido nas entrevistas, razão pela qual o assunto foi acrescentado nas próximas entrevistas e entre as unidades de análise.

Quadro 2 - Unidades de Análise. Fonte: Elaborado pelo autor.

Unidades de Análise		
Importância ISC	Políticas - Positivo	Sugestões de melhoria
Iniciativas	Políticas - Fragilidades	OMC
Etapas	Dificuldades de implementação	
Ações do Governo	Inserção na CVG	

Conforme se realizaram as entrevistas ficou evidenciado algo já esperado. As diferenças entre os contextos de cada entrevistado limitavam mais ou menos sua objetividade nas respostas. Esse ponto não causou qualquer perda, pelo contrário, deu visibilidade justamente as diferentes perspectivas de análise, sendo todas elas relevantes para o contexto da inter-relação das políticas e as consequentes respostas do setor empresarial e institucional, uma vez que os entrevistados são ou foram membros ativos dessa relação. Nesse sentido, a quantidade de citações deve ser analisada de maneira criteriosa, uma vez que elementos como o tempo da entrevista, a abordagem, e formação tiveram influência.

Importância da Indústria de Semicondutores (ISC): o quadro 3 apresenta os itens mais citados entre os entrevistados como justificativa da importância dessa indústria. No que se refere a desenvolvimento social as citações se referem ao aumento de renda, criação e retenção de empregos qualificados.

Quadro 3- Importância da ISC na opinião dos entrevistados. Elaborado pelo autor.

Ordem	Menção	nº referências
1	Autonomia, Segurança Nacional e Soberania, Domínio Tecnológico	Sete (todos)
2	Inovação - desdobramentos para outros segmentos, ampliação imensurável de serviços, principal elo	Seis (CP1, CP2, CP3, E1, I1 e I2)
3	Balança comercial, aspecto econômico	Seis (CP2, CP3, E1, E2, I1 e I2)
4	Desenvolvimento Social	Quatro (CP2, CP3, E1 e I2)

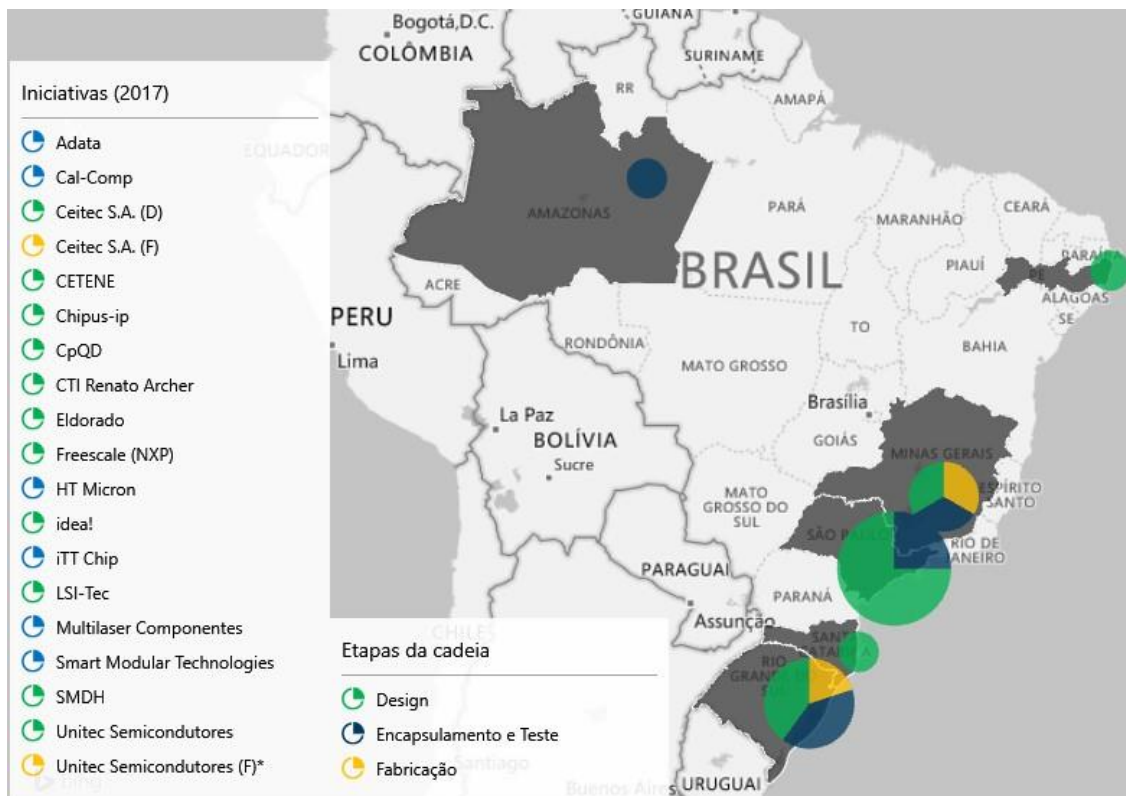
Iniciativas e Etapas da cadeia: os entrevistados que mais tiveram conhecimento sobre as iniciativas foram I1, E1 e E2. Com base em suas informações e evidências de outros trabalhos (pesquisa desk) foi possível criar o mapa atual da indústria de semicondutores

no Brasil. Esse cenário foi validado pelo entrevistado E2, por conta de seus mais de 25 anos de experiência no setor, entre empresas privadas, públicas e institutos de pesquisa, e apresenta importante resultado da pesquisa. Os resultados do estudo trouxeram um número mais acurado das iniciativas atuais. Além disso, a etapa da cadeia produtiva associada (projeto, fabricação ou encapsulamento e teste) foi discriminada, pelas relevantes diferenças entre cada etapa, conforme discutido no capítulo dois. O quadro 4 apresenta a lista das iniciativas, a etapa da cadeia a que se referem, se possuem ou não incentivos do PADIS e a origem do capital atualmente. O mapa da figura 6 foi então elaborado.

Quadro 4 - Iniciativa e etapas da cadeia - ind. semicondutores brasileira. Fonte: elaborado pelo autor.

Iniciativa	Localização (Estado)	Etapa	Fonte	PADIS	Capital
Ceitec S.A.	Rio Grande do Sul	Design	ceitec-sa.com	Sim	Público
CETENE	Pernambuco	Design	cetene.gov.br	Não	Público
Chipus-ip	Santa Catarina	Design	chipus-ip.com	Sim	Privado
CpQD	São Paulo	Design	CI-Brasil	Não	Privado
CTI Renato Archer	São Paulo	Design	CI-Brasil	Não	Público
Eldorado	São Paulo	Design	eldorado.org.br	Não	Privado
Freescall (NXP)	São Paulo	Design	nxp.com	Não	Privado
idea!	São Paulo	Design	idea-ip.com	Sim	Privado
LSI-Tec	São Paulo	Design	lsitec.org.br	Não	Público
SMDH	Rio Grande do Sul	Design	smdh.org	Não	Público
Unitec Semicondutores	Minas Gerais	Design	unitecgroup.net	Sim	Privado
Adata	São Paulo	Encapsulamento e Teste	adata.com	Sim	Privado
Cal-Comp	Amazonas	Encapsulamento e Teste	tapei.cal-comp.com.br	Sim	Privado
HT Micron	Rio Grande do Sul	Encapsulamento e Teste	htmicon.com.br	Sim	Privado
iTT Chip	Rio Grande do Sul	Encapsulamento e Teste	unisinos.br/itt/ittchip	Não	Privado
Multilaser Componentes	Minas Gerais	Encapsulamento e Teste	multilasercomponentes.com.br	Sim	Privado
Smart Modular Technologies	São Paulo	Encapsulamento e Teste	smartm.com	Sim	Privado
Ceitec S.A.	Rio Grande do Sul	Fabricação	ceitec-sa.com	Sim	Público
Unitec Semicondutores *	Minas Gerais	Fabricação	unitecgroup.net	Sim	Privado

*Já foi investido cerca de R\$ 1 bilhão nessa planta, que está em fase de homologação, mas não está operante. Conforme o entrevistado E2 há dúvidas quanto à solidez financeira desse investimento.



*Dimensionado conforme número de iniciativas por estado.

Figura 6 - Mapa brasileiro da indústria de semicondutores*

Fonte: elaborado pelo autor

A partir do mapa pode-se observar uma tendência de concentração das iniciativas de semicondutor nas regiões sudeste-sul. Cabe ressaltar que os gráficos têm relação com o número de iniciativas por estado, mas quesitos como porte do investimento e etapa produtiva são especialmente relevantes. Por exemplo, observam-se os casos das plantas que mais necessitam aporte financeiro, na etapa de fabricação, sendo a estatal Ceitec S.A. a única operante no Brasil, de porte pequeno/médio. A Unitec (F) com um aporte financeiro (privado) maior que o da Ceitec S.A. ainda não está em operação. São fábricas de centenas de milhões de reais, enquanto uma DH das listadas tem investimento na casa dos milhares.

Das principais ações do governo, das contribuições do PADIS e os pontos positivos:

das referidas unidades de análise, definiram-se os mecanismos que de fato sustentam o ecossistema atual da indústria de semicondutores brasileira. Mesmo que os questionamentos e os apanhados históricos tenham sido mais amplos, uma série de medidas têm aspecto muito mais tangencial ao estímulo dessa indústria – referência àquelas que compõem o PBM e o PDP.

“O que a gente tem de política no Brasil, sem dúvida, para semicondutores é o PADIS. Ele tem uma abrangência grande, desde isentar Imposto de Importação (II) de máquinas, equipamentos, materiais até para o que a gente chama de utilities, enfim. Mas sozinho ele não é suficiente. A gente precisa ter um cliente que queira comprar de nós e aí a Lei de Informática foi muito forte” (I1 - diretoria de indústria privada).

Todos os entrevistados respaldaram a importância da Lei de Informática e do PADIS. Na sequência, os programas CI-Brasil e Brasil-IP, em conjunto com os fomentos do BNDES, e Finep e CNPQ foram mencionados com a reserva de que eles perderam muito recurso nos últimos três anos e que deveria haver muito mais investimento em formação de mão-de-obra e mecanismos de financiamento simplificados.

“Mas basicamente o back-end de memória é feito no Brasil em função dos dois mecanismos de incentivos regulatórios: a Lei de Informática, que obriga as empresas que produzem os bens finais a incorporar certo percentual de conteúdo local e aí isso dá incentivo a empresas como Samsung, HP, Dell e as grandes montadoras. Dá incentivo, uma indução do Estado para que elas comprem memórias das empresas encapsuladoras no Brasil.” (E1 - Professor (Ph. D.) especialista em Microeletrônica).

Dos três ‘coordenadores políticos’, chama atenção à ênfase que CP1 e CP3 deram à necessidade de política de compras governamentais como mecanismo de incentivo a essa indústria, sendo esse um aspecto menos citado entre outros entrevistados.

“Então, a política governamental americana continua fortemente impactada pela compra do governo e aqui a gente está encolhido. Falam que isso é estatização. Isso é outra discussão. A questão é: semicondutores na área de saúde, para a defesa ou em segmentos para a área do petróleo. Funciona? Sim. Compra governamental. Ela impulsiona o processo”. ... “O problema é que nós não tivemos, vamos dizer assim, ambiência permanente e especialmente o que os outros países fazem, como China e EUA, - a política de compra governamental.” CP1 - Secretário executivo MCTI 2007-2014.

Mais relevante entre essas unidades de análises foi a conclusão sobre a base do ecossistema brasileiro da indústria de semicondutores – triangulação feita a partir das entrevistas e das legislações estudadas. A partir disso foi possível elaborar o esquema na figura 7. O investimento em P&D exigido como contrapartida aos benefícios deve ser parcialmente terceirizado. Assim, muitas empresas (parte das mais de 600 da LI e das 19 do PADIS) não investem por si a totalidade exigida em P&D (milhões de reais), destinando os recursos aos Institutos de P&D – Eldorado, iTT Chip e CTI (no caso do

PADIS), e mais de cem, incluindo o Eldorado e o CTI (no âmbito da LI). Ou seja, parcela representativa é mantida em grande parte por esses recursos. Com a exigência de conteúdo local pela Lei de Informática, a definição do que é esse conteúdo local em cada PPB e o incentivo para a produção do conteúdo local em semicondutores pelo PADIS, as três políticas se complementaram, criando um cenário economicamente possível para a atuação dessa indústria. Como o PADIS foi instituído em 2007, passaram-se 26 anos desde a LI para a concretização desse ecossistema.

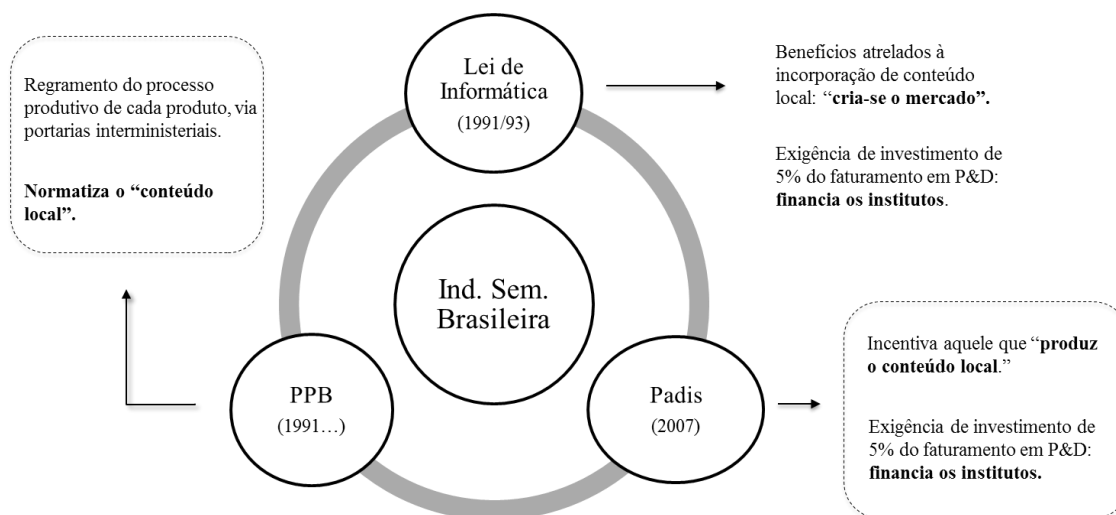


Figura 7 - Esquema da base do sustento brasileiro de semicondutores a partir das políticas setoriais

Fonte: Elaborado pelo autor

Das fragilidades das políticas e as dificuldades de implementação: a figura 8 apresenta, por ordem de citações, as principais na opinião dos entrevistados. As dificuldades quanto a descontinuidade de políticas e questões relacionadas ao “custo brasil” já haviam sido evidenciadas em outros trabalhos acadêmicos e foram corroboradas pelos entrevistados.

“Nós não podemos conceber que vai desenvolver uma tecnologia nacional se não tiver política de médio e longo prazo, com recursos que viabilizem isso, com apoio aos pesquisadores que se envolvem com isso, e isso leva muito mais do que o período de um mandato governamental. Isso são políticas que precisam no mínimo 15, 20 anos para terem seus resultados visualizados” (CP3 - Dep. Estadual (RS)1999 a 2010 e Dep. Federal (RS) 2011-15).

Outro ponto ressaltado foi que mesmo com os instrumentos de exigência de investimento em P&D, as políticas fracassaram ao mudar o padrão de inovação local. O

universo considerado como P&D, dentro da Pesquisa de Inovação (Pintec²), por exemplo, vai desde aquisição de maquinário, a contratação de consultoria, perpassando por cursos de especialização (são 10 categorias). Tudo isso ajuda a justificar o investimento em P&D das empresas, mas, segundo os entrevistados não mudou o padrão de inovação local: “As startups tem mudado um pouco isso [cenário de inovação], mas ninguém está botando dinheiro ali, mesmo com baita inovação que surge. O Brasil perde.” (I1 – Diretoria de indústria privada).

1ª	2ª	3ª	4ª
<ul style="list-style-type: none"> • Descontinuidade • Sazonalidade política • “Política de Governo” 	<ul style="list-style-type: none"> • Fracasso na mudança do padrão de inovação 	<ul style="list-style-type: none"> • Custo Brasil • Tributárias • Instabilidade • Burocracia excessiva • Alfandegamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de Articulação dos setores • Novo momento: menos conceitual

Figura 8 - Principais fragilidades e dificuldades de implantação das políticas setoriais
Fonte: Elaborado pelo autor

Uma das dificuldades de implantação detectada foi a falta de articulação e experiência na relação entre o Governo, Iniciativa Privada e Institutos, como evidencia o entrevistado, ao mesmo tempo em que projeta com isso uma nova etapa.

“O nosso programa foi muito feito pelo governo. Tudo bem, nós estudamos, vimos o que o mundo faz, mas agora nós já estamos numa fase que a iniciativa privada tem que participar também. Nós estamos num outro estágio, num outro patamar já. Design Houses já sabem desenvolver, sempre souberam, tem as ferramentas, mas elas desenvolveram na prática. Então, por exemplo, a equipe da Ceitec, projetaram mesmo, eles conversaram com as foundries, negociaram preço, negociaram tecnologia. Já sabem as dificuldades reais. Antes era muito conceitual” (CP2 - Coordenadoria-Geral de Ciência e Tecnologia – SEPIN/MCTI).

Inserção em CVG, foco no mercado interno vs. externo e sugestões de melhoria das políticas: nessa análise os entrevistados mostraram maior divergência entre as opiniões. Enquanto CP1, I1, I2 e E1 argumentam que os programas, em especial o PADIS não tem objetivo no mercado externo e que o mercado interno seria suficiente para as iniciativas atuais, E2 ressalta que “*Não existe olhar para a demanda interna. Nenhum investimento vai se sustentar em torno disso, mas é claro que se inicia com o mercado local*”, sendo

² Pintec – Pesquisa de Inovação trienal. Análise inovação em diferentes setores com base no CNAE. Última edição (2014) analisou dados de 132.529 empresas. Para mais informações, consultar <http://www.pintec.ibge.gov.br/>.

mais enfático em defender que se deve buscar desde o início a criação de empresas nacionais capazes de competir globalmente. CP3 também defende que se deva buscar olhar o mercado externo. Agora, há consenso, a partir de CP2 e E1 que estamos numa fase inicial e posteriormente deve-se olhar o mercado global. A figura 9 esquematiza essa divergência.

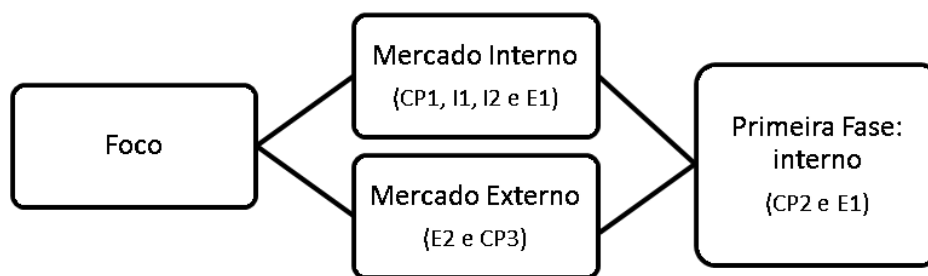


Figura 9 - Foco das políticas
Fonte: Elaborado pelo autor

Todos mencionam a necessidade de focar em nichos específicos, onde as entradas são mais fáceis, desde as *Design Houses* até uma série de novas tecnologias que surgem a cada dia.

“Os grandes vetores, as grandes áreas novas que tem taxas de crescimento muito altas? MEMSs (Microeletromechanical systems) taxas acima de 10% todos, sensores, um smartphone tem oito deles. Acelerômetro, câmera fotográfica, sensor de temperatura, bússola, sensor da digital, isso tudo são MEMs, é um setor que cresce muito, é um sistema misto - semicondutor com sensor. Indústria 4.0, carros elétricos, IoT são áreas que estão gerando novos negócios. Dentro da indústria, encapsulamento evoluiu muito, ficou mais complexa, multi-chip packaging, utilizando tecnologias avançadas, que antes eram empregadas no front-end, na fabricação do wafer, agora são empregadas em encapsulamento, through silicon vias, 2,5D, encapsulamento usando interposer, isso cria oportunidades novas, os carros autônomos é outro negócio novo, muito software, processamento neural e inteligência artificial deu um salto.” (E2 - Professor/Consultor e especialista em Microeletrônica).

Novamente, as políticas de compras governamentais foram enfatizadas por CP1 como sugestão de melhoria. I1 e I2 manifestaram a necessidade de uma previsibilidade dos recursos. Há muita dependência da variabilidade econômica. Argumentam que deva haver um compromisso com previsibilidade de longo prazo. Além disso, esses dois membros de indústria manifestaram a sugestão de flexibilização do PADIS para serviços:

“desvincular o PADIS do produto final. Podem-se pensar mais em aplicações, sistemas” (I2), *“Atrelar a desoneração a serviços. O PADIS exige que algo seja vendido como produto. Vender algo como produto exige matéria-prima, e isso onera muito a cadeia”* (I1).

E1, E2 e mesmo CP2 (que possui ação ativa junto ao MCTIC) mostraram ciência de um problema peculiar: *“o PADIS fornece benefícios também ao setor fotovoltaico, mas para que sejam concedidos esses benefícios, as matérias-primas utilizadas devem ser listadas nos anexos, e o anexo dois do PADIS apresenta lacuna quanto a isso”*. CP2 manifesta que é necessário um ato do Ministro para isso, que o problema já foi identificado e será resolvido em breve, mas observa que essa necessidade de um ato ministerial para alterar matérias-primas que se modificam com o tempo é algo *“não funcional”*.

As DHs tipicamente vendem serviços, mas necessitam de matérias para seus projetos. Segundo os entrevistados a qualidade de nossos projetistas é muito alta, mas não temos quantidade suficiente.

OMC: Algum espaço para essa discussão foi reservado por conta da importância do contexto de incerteza que se criou com os questionamentos das políticas base dessa indústria. A derrota brasileira nos painéis da OMC causou apreensão entre os entrevistados. Todos, com exceção de I2 (vinculado a uma estatal), mostraram-se preocupados com um cenário de dúvida futura. Conforme relatado, o Brasil recorreu da decisão ao órgão de apelação da OMC.

“Acredito que se formos condenados a retirar esses subsídios o governo irá criar outros mecanismos. Vai ser mascarado de outra maneira. ...Ocorre que muitos empresários fazem terrorismo com seus empregados, dizendo que a perda desses benefícios geraria demissão, fechamento de empresas. Eu não acredito que o Brasil irá ficar desamparado. Provavelmente algumas empresas vão fechar porque elas já estão para fechar e só estão esperando uma oportunidade” (I2 - Engenheiro de indústria estatal).

Conforme detalha Squeff (2016), o Brasil encontra-se no momento de encaminhamento de recurso ao Órgão de Apelação da OMC.

“As portarias do PPB que estabelecem a parcela de conteúdo local e quais os conteúdos para que a empresa receba os incentivos A, B e C da LI foram considerados

subsídios proibidos pela OMC” ...“Recorreu para ganhar tempo. O que a gente vislumbra é a dúvida. Temos quatro empresas de semicondutor trabalhando junto, pois esse problema afeta todas. Quando a gente fala em política industrial a gente tem que trabalhar conjuntamente. Essas quatro compõe a diretoria da Abisemi, junto conosco” (I1 – Diretoria de indústria privada).

Pôde-se observar também a fragilidade dessa indústria, enquanto nascente e sua dependência das políticas de apoio:

“A situação é muito preocupante e eu acho que agora pode acabar com o pouco que alcançamos até o momento. Extremamente complicada, principalmente porque o governo atual, com tantas mudanças, tanta instabilidade, terá dificuldade de reunir o setor que tem divergências entre empresas nacionais e multinacionais e propor uma alternativa, que possa ser aceita pela OMC” (E2- Professor/Consultor e especialista em Microeletrônica).

Como explicam E1 e CP2, a motivação dos questionamentos na OMC não tem relação com as políticas de informática:

“Nesse painel da OMC, basicamente você tem uma política de conteúdo local que está sendo questionada. Inicialmente, o porquê Japão e União Europeia questionaram essa política de conteúdo local nem tem a ver com a Lei de Informática. A principal questão deles é que a política de conteúdo local foi introduzida no segmento automotivo há sete, oito anos atrás. Então, quando eles foram analisar eles colocaram a política de conteúdo local como um todo, que existe em todo o PPB. ... porque as multinacionais conviveram, inclusive as japonesas, com grandes players da eletrônica de consumo aqui, montando bens de eletrônicos e bens de informático durante toda a vigência da Lei de Informática, que foi promulgada em 1991. Por que só agora eles questionaram? No meu entender não foi a preocupação setorial das empresas de informática, foi a política de conteúdo local que pisou nos calos da indústria automobilística, porque empresas japonesas com produto final no Brasil têm uma cadeia de fornecimento e ela não quer que governo algum interfira na escolha dos bens intermediários que ela comporta. Se ela tem um fornecedor prioritário japonês, que esteja, por exemplo, montando na Tchecoslováquia ou no leste asiático, ela não quer saber” (E1 - Professor (Ph.D.) especialista em Microeletrônica).

A origem do painel da OMC era focada muito no Inovar-Auto. Ocorre que por haver políticas similares, que tratam de contrapartida em P&D, desoneração de II em dada situação, ou IPI, cumprimento do PPB, o painel da União Europeia e depois

referendado por outros países focaram nos programas que tratam do PPB. (CP2 - Coordenadoria-Geral de Ciência e Tecnologia – SEPIN/MCTI).

Sob uma perspectiva política, CP3 argumenta:

“Eu creio que tudo isso se resume a uma grande disputa global, de interesses das grandes empresas que incidem sobre esses organismos, na defesa dos seus interesses, e que tem nos seus governos parceiros para defender seus interesses. O que precisamos ter no Brasil? As nossas indústrias, nossas empresas que são estratégicas para o desenvolvimento do país. Ter política para apoiá-las, para desenvolvê-las e sustentar e defender essas políticas perante essas instituições internacionais, na medida de que isso se trata da defesa de um interesse nacional” (CP3 - Dep. Estadual (RS) 1999 a 2010 e Dep. Federal (RS) 2011-15).

O único coordenador político no atual governo, quando questionado sobre possíveis rumos da política dentro do governo e argumentação a ser estruturada para a defesa do Brasil, apresentou serenidade quanto aos trabalhos que vem sendo realizados, além de referenciar a importância desse ecossistema para o país, mas deixa evidenciado que não há definição fácil quanto às reformas necessárias:

“Além de ser uma política importante, como eu comentei com você, a Lei de Informática tem mais de 600 empresas, o setor tem um faturamento estimado em R\$ 100 bilhões por ano, mais ou menos, se você contabilizar todo o setor de TICs - hardware, software e serviços - isso representa 7 a 8% do PIB. O entendimento que estamos criando no governo é que a gente precisaria sim manter os benefícios e incentivos, sendo que a alteração mesmo efetiva no PADIS é praticamente nenhuma, mas na Lei de Informática a gente precisaria fazer uma revisão mais profunda, diria até na própria estrutura da lei, porque tem um problema: foi até sugerido pelos painelistas e pelos países, "vocês podem dar esse mesmo incentivo só que para a empresa", ou seja, para a empresa, ou seja, você pagaria o IPI o ano todo, comprovado o investimento em P&D o governo poderia devolver o IPI arrecado. Entretanto, a gente sabe que isso aqui é operacionalmente não funcionaria. Porque dificilmente você conseguiria incluir isso orçamentária - a devolução de um recurso que foi arrecado que é distribuído e tem natureza de não ser só federal” (CP2 - Coordenadoria-Geral de Ciência e Tecnologia – SEPIN/MCTI).

Os recursos de P&D, e o financiamento de muitos institutos, em conjunto com toda a estrutura sustentada conforme figura 7 está sob ameaça, e com isso a própria existência de institutos de pesquisa.

“O futuro do iTT Chip depende disso. O iTT Chip, o Tecnopuc, o instituto Eldorado, o CTI. Eldorado, por exemplo, é a instituição que mais recebe recursos da Lei de Informática, algo em torno de R\$ 300 milhões por ano. Muitos parques tecnológicos e institutos como esses que eu mencionei, o próprio CTI que é do governo, se não acabarem, vão reduzir muito, sem os recursos” (E2- Professor/Consultor e especialista em Microeletrônica).

A partir das explicações sobre esse cenário, foram alvo de questão as sugestões de rumos a tomar. Novamente a incerteza se mostrou evidenciada em conjunto com críticas ao governo atual, mas alguns caminhos foram esboçados.

“Qual a posição que esse governo vai tomar nós não sabemos, porque ele é totalmente errático e não transparente. Ele não tem certeza de que motivos e convicções ele vai usar. De repente uma empresa dessas ganha o ouvido do presidente e ele vai conforme o interesse de uma ou outra empresa. Então o que eu posso te dizer e que a preocupação do setor é grande, esses institutos de P&D, Eldorado, C.E.S.A.R., Atlântico, LSITEC, todos eles estão esperando essa definição, porque se mexer na Lei 8.248 (Lei da Informática), uma série de instrumentos caem e vai ficar mais difícil ainda apoiar a inovação na área de informática” (E1 - Professor (Ph. D.) especialista em Microeletrônica).

“A gente tem uma proposta de como seria um novo PADIS, visando à manutenção da indústria de semicondutores como elo da cadeia. Ou seja, independente do tributo quem comprar no Brasil tem acesso à subvenção de outros tributos ou P&D, que não é algo combatido pela OMC. A gente gostaria que permanecessem todas as questões. Pensamos sempre em desonerar serviços para dividir, o que hoje o PADIS não permite” (I1 - Diretoria de indústria privada).

“A nossa defesa é que o PPB pode ser considerado, e isso a OMC permite, incentivo a etapa produtiva. Nós estamos defendendo que o PPB é um incentivo à produção, um incentivo nas etapas produtivas e que poderia ser feito um ajuste nas portarias atuais, eventuais exageros que tenham sido cometidos no sentido de ter obrigações de aquisições locais que caracterizam obrigatoriedade de conteúdo local, por isso a questão do Brasil recorrer ao órgão de apelação” (CP2 - Coordenadoria-Geral de Ciência e Tecnologia – SEPIN/MCTI).

Independente do que ocorra, todos os entrevistados defenderam a necessidade de continuidade de incentivos públicos ao setor. O Brasil conseguiu estabelecer algum

ecossistema produtivo nessa indústria e a manutenção deste, no horizonte do Contencioso da OMC parece ser a meta em médio prazo. A figura 8 resume as iniciativas mapeadas discriminadas pela etapa da cadeia produtiva, em conjunto com as políticas setoriais a partir dos anos 2000. O horizonte de incerteza é retratado.

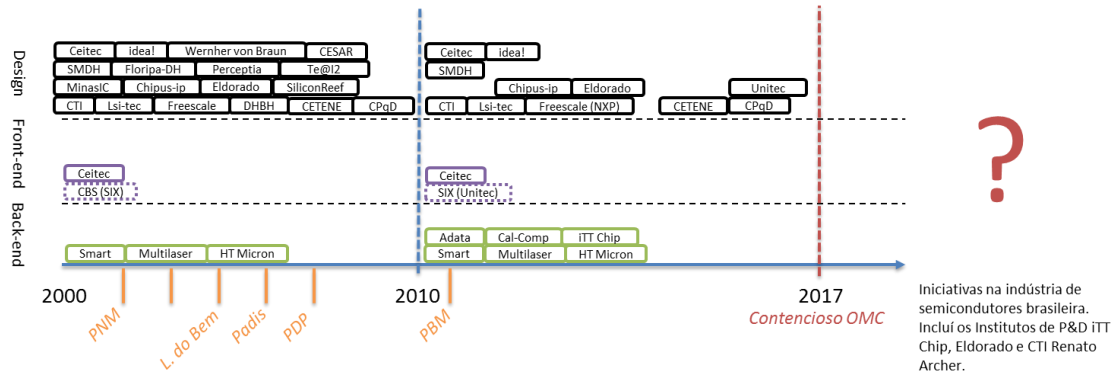


Figura 10 - Iniciativas da ISC brasileira e políticas setoriais, a partir dos anos 2000
 Fonte: elaborado pelo autor com evidências da literatura, das legislações e das entrevistas.

5 Conclusão

O estudo logrou êxito em mapear o ecossistema atual da indústria de semicondutores, sendo constatada a sua sustentação por meio das políticas setoriais, em especial a LI, o PADIS e o PPB. Após o auge de iniciativas (mais de 20 DHs, por exemplo) em 2011-2012 e encerramento recente das atividades do SiliconReef (Pernambuco), 19 iniciativas de semicondutores encontram-se em operação. Algumas novas, como Adata e Cal-Comp, além da previsão da fábrica da Unitec, e possibilidades de investimentos da Qualcomm (não mapeada). Novas possibilidades para aplicações de semicondutores estão surgindo, com consequentes oportunidades de entrada para o Brasil.

Mesmo tendo apresentado recuos de investimentos, o setor mostrou capacidade de manutenção nos últimos anos, sendo esse um aspecto a ser avaliado por potenciais investimentos estrangeiros. Entretanto, a derrota brasileira frente a OMC freia qualquer projeto de implantação de fábricas no Brasil, pois causa incerteza na análise de investimentos, a qual considera os benefícios fiscais das legislações contestadas em seus cálculos. Não obstante, ficou evidenciado que a hesitação do atual governo acentua essa incerteza.

A limitação do tamanho da amostra (sete entrevistados) impediu que fossem feitas maiores análises de contexto a fim de apresentar uma harmonização das opiniões de cada cenário – político, industrial e acadêmico – além da própria formação dos entrevistados (economistas, engenheiros, cientistas...). Mesmo assim, pode-se inferir conclusões mais abrangentes do que se restritas a um mesmo cenário.

Além das Unidades de Análise exploradas, comentários de entrevistados sobre excepcionalidades da ZFM no *trade-off* entre benefícios para uma região vs. prejuízos para uma indústria nacional, e necessidade de alinhamento institucional-político mais do que uma clusterização geográfica das iniciativas nesse momento podem ser objeto de estudos sequentes.

Uma vez que possivelmente as políticas do setor serão reformadas, abre-se iminente espaço para discussão acerca de quais as estratégias e mecanismos o Brasil pode adotar para melhorar sua indústria tecnológica. O que parece causar temor, pode ser a oportunidade para concretizar aprimoramentos esperados. Novos estudos podem se aprofundar como outros países reagiram a questionamentos e sanções no comércio internacional em confronto com os interesses nacionais na indústria eletrônica.

6 Agradecimentos

Ao Professor e coautor, Dr. Cristiano Richter, pelos apontamentos, críticas e indicações de rumos. A bolsa de IC foi inspiração para esse trabalho.

Por fim e não menos importante, agradeço a todos os entrevistados. Foi surpreendente a gentileza e prestatividade com que fui atendido nas entrevistas, encaminhamento de material para estudo e disponibilidade para dúvidas. Em se tratando de nomes de alto gabarito nacional do setor, fico honrado em ter podido entrevistá-los. Seus exemplos de apoio aos mais novos e de genuíno compromisso com o desenvolvimento do Brasil me acompanharão ao longo da vida.

Referências

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. Balança Comercial, Estatísticas e Avaliação Setorial, 2012 - 2017,

ABISEMI – Associação Brasileira da Indústria de Semicondutores, Relatório 2017.

ALMEIDA, Mansueto. Desafios da real política industrial brasileira do século XXI. 2009.

ALTENBURG, Tilman. Industrial policy in developing countries: overview and lessons from seven country cases. 2011.

ARAÚJO, André Amaral et al. Programa Nacional de Microeletrônica–Contribuições para a formulação de um Plano Estruturado de Ações. Brasília, MCT, 2002.

BAMPI, Sergio et al. Tendências tecnológicas e oportunidades para a indústria de componentes semicondutores no Brasil. O futuro da indústria de semicondutores: a perspectiva do Brasil: coletânea de artigos. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Instituto Euvaldo Lodi/Núcleo Central, Brasília, p. 101-175, 2004.

BAMPI, Sergio et al. Sistema Produtivo: Indústria Eletrônica. Projeto PIB: perspectivas do investimento no Brasil. - BNDES, UFRJ-FJB, 2009.

BCB - Banco Central do Brasil. Exportação brasileira 2015 - FOB - Por fator agregado. Indicadores econômicos consolidados.

BYUNG, M. B. 1994. Growth and recent development of the Korean semiconductor industry. *Asian Studies*, 34(8): 706–720.

CAMPANARIO, Milton Abreu; DA SILVA, Marcello Muniz; COSTA, Tiago Ribeiro. Política Industrial de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria Brasileira de Semicondutores. *Revista de Ciências da Administração*, v. 11, n. 24, p. 69, 2009.

CHANG, H. J. (1994), *The Political Economy of Industrial Policy*. Macmillan Basingstoke:London/New York.

COUTINHO, Luciano. A terceira revolução industrial e tecnológica. As grandes tendências das mudanças. *Economia e sociedade*, v. 1, n. 1, p. 69-87, 1992.

DE CARVALHO, Pollyana. Uma perspectiva para a indústria de semicondutores no Brasil: o desenvolvimento das "design houses". 2006.

DICKEN, P. 2008. Global shift: Mapping the changing contours of the world economy. *Scottish Geographical Journal*.

DENZIN, Norman K.; LINCOLN, Y. *Qualitative research*. Thousand Oaks ua, p. 413-427, 2000.

FERRAZ, João Carlos; PAULA, Germano Mendes de; KUPFER, David. Política industrial. *Economia industrial*. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

FERRAZ, Max Benjoi. Retomando o debate: a nova política industrial do governo Lula. *Planejamento e Políticas Públicas*, v. 1, n. 32, 2009.

FMI, Indicadores de PIB anuais - 2015.

GEREFFI, G. 2005. The global economy: Organization, governance, and development. In N. J. Smelser & R. Swedberg (Eds), *The handbook of economic sociology*: 162-182. Princeton, NJ: Princeton University Press.

GERSCHENKRON, Alexander. *Economic backwardness in historical perspective: a book of essays*. Cambridge, MA: Belknap Press of Harvard University Press, 1962.

GHEMAWAT, P. 2011. World 3.0: Global prosperity and how to achieve it. Boston, MA:Harvard Business Review Press.

GUTIERREZ, Regina Maria Vinhais; LEAL, Cláudio Figueiredo Coelho. Estratégias para uma indústria de circuitos integrados no Brasil. BNDES setorial, Rio de Janeiro, n. 19, p. 3-22, 2004.

HAUSER, Ghissia et al. A indústria eletrônica no Brasil e na China: um estudo comparativo e a análise das políticas públicas de estímulo a capacidade tecnológica do setor. Journal of Technology Management & Innovation, v. 2, n. 3, 2007.

IC INSIGHTS – Strategic Reviews Database, 2016/2017.

INTARAKUMNERD, Patarapong; CHAIRATANA, Pun-Arj; CHAIYANAJIT, Preeda. Global production networks and host-site industrial upgrading: The case of the semiconductor industry in Thailand. Asia Pacific Business Review, v. 22, n. 2, p. 289-306, 2016.

JAMES, H. 2009. The creation and destruction of value: The globalization cycle. Boston, MA:the President and Fellows of Harvard College.

KENNEY, Martin; BREZNITZ, Dan; MURPHREE, Michael. Coming back home after the sun rises: Returnee entrepreneurs and growth of high tech industries. Research Policy, v. 42, n. 2, p. 391-407, 2013.

KIM, Karl E. Korean Development into the 21st Century: Economic, Political, and Spatial Transformation. Korean Studies, v. 15, n. 1, p. 127-128, 1991.

KIM, S. Ran. The Korean system of innovation and the semiconductor industry: A governance perspective1. Industrial and Corporate Change, v. 7, n. 2, p. 275-309, 1998.

KRONMEYER FILHO, O. R.; FACHINELLO, T.; KLIEMANN NETO, F. J. O mapeamento da cadeia eletrônica no RS: um estudo inicial. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), XXIV, Florianópolis, p. 3648-3655, 2004.

LALL, S. (1992) Technological Capabilities and Industrialization. World Development, v. 20, n. 2, p. 165-186.

MCTIC - RELATÓRIO INCENTIVOS DO PROGRAMA PADIS - Triênio 2013-2015, 2017.

MDIC - Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços - 2017.

MOTTA, Alexandre Guilherme; MAIA, Jackson Max Furtunato. O programa CI-Brasil como política pública de PD&I e de formação e fixação de recursos humanos. Parcerias Estratégicas, v. 19, n. 39, p. 131-142, 2015.

NOGUEIRA, Jorge Madeira; DE MEDEIROS, Marcelino A. Asano; DE AQUINO PEIXE, Bernardo S. Propriedade Industrial, Inovação e Adaptação Tecnológica. oportunidades e desafios para a indústria brasileira. O futuro da indústria: oportunidades e desafios: a reflexão da universidade, p. 179, 2001.

OLIVEIRA, Sabrina Rossi de; BALESTRIN, Alsones. University-industry cooperation: a study of the UNISINOS-HT Micron project for developing absorptive capacity in the area of semiconductors. *Gestão & Produção*, n. AHEAD, p. 0-0, 2015.

OMC - DS497: Brazil — Certain Measures Concerning Taxation and Charges, Report, 2017.

PALMA, José Gabriel. Was Brazil's recent growth acceleration the world's most overrated boom?. 2012.

PORTER, M. E. 1985. *The competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. New York, NY: Free Press.

PORTER, M. E. 1998. Clusters and the new economics of competition. Boston, MA: Harvard Business Review.

PORTER, M. E. 2000. Location, competition, and economic development: Local clusters in a global economy. *Economic Development Quarterly*, 14(1): 15–34.

PORTES, Alexandre San Martim et al. *Política Industrial No Século Xxi: Os Casos Do Brasil E Da Coreia Do Sul*. 2015.

PRIMI, Annalisa; PERES NÚÑEZ, Wilson. Theory and practice of industrial policy: evidence from the Latin American experience. *eclac*, 2009.

RICHTER, Cristiano. The interplay of local cluster development and global inter-cluster brain circulation: a governance perspective in emergent economies. 2016.

RIPPER FILHO, José Ellis. *História da microeletrônica no Brasil. O futuro da indústria de semicondutores: a perspectiva do Brasil: coletânea de artigos*. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Instituto Euvaldo Lodi/Núcleo Central, Brasília, p. 19-31, 2004.

RODRIK, Dani. Growth after the Crisis. *Globalization and Growth*, v. 125, p. 126, 2009.

SCHUMPETER, Joseph A. *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Profits, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle (1912/1934)*. Transaction Publishers.–1982.–January, v. 1, p. 244, 1982.

SIA – Semiconductor Industry Association – Estatísticas, 2016/2017.

SIA – Semiconductor Industry Association. *Beyond Borders Report: The Global Semiconductor Value Chain*, 2016.

SQUEFF, Tatiana de Almeida Freitas Rodrigues Cardoso: *As Intervenções Do Estado Na Economia Em Tempos De Crise: o aumento do IPI à luz do Direito do comércio internacional*. EDITORA CRV, 2016.

SUZIGAN, Wilson et al. *Política industrial e desenvolvimento*. Revista de economia política, 2006.

TEIXEIRA, Ingrid et al. *Microeletrônica: qual é a ambição do Brasil?*. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 41, 2015. UNIDO - STATISTICS. Country profile, 2014.

YEUNG, Henry Wai-chung; COE, Neil. Toward a dynamic theory of global production networks. *Economic Geography*, v. 91, n. 1, p. 29-58, 2015.

YIN, Robert K. *Case study research: Design and methods*. Sage publications, 2013.

YOON, Bang-Song L. Reverse brain drain in South Korea: State-led model. *Studies in Comparative International Development (SCID)*, v. 27, n. 1, p. 4-26, 1992.

ANEXO

Anexo 01: Quadro 5 - Comparativo das políticas industriais do Brasil e da Coreia do Sul até a década de 80. Fonte: adaptado de Portes, 2015.

Brasil	Coreia do Sul
Governo Vargas – Nacionalização econômica; criação de infraestrutura industrial (indústria de base e energia); desenvolvimento da produção de bens de consumo não-duráveis; fundação do BNDE.	1º plano quinquenal – Investimentos em indústria manufatureira leve; busca por independência e autonomia.
Governo JK – Plano de metas; internacionalização do desenvolvimento com a entrada de IED; fomento da indústria automobilística; química e siderúrgica.	2º plano quinquenal – Aprofundamento no processo de substituição de importações; início do viés exportador de desenvolvimento; início do perfil seletivo da política industrial.
Governo Militar – Modernização da economia; crescimento elevado (milagre econômico); produção de insumos.	3º plano quinquenal – Investimentos nas indústrias pesada, química e eletrônica; grande avanço exportador; desenvolvimento e consolidação dos <i>chaebols</i> .

APÊNDICES

Apêndice A: Quadro 6 – Questionário semiestruturado. Elaborado pelo autor.

Questionário Semiestruturado
1. Qual é a importância da indústria de semicondutores para o desenvolvimento econômico e social do Brasil?

2. Quais as iniciativas na indústria de semicondutores no Brasil no seu conhecimento? Quais seriam as etapas produtivas realizadas (projeto, fabricação, encapsulamento e teste)?
3. Em sua opinião, quais as principais ações e políticas do governo para o setor de inovação?
4. Como o PADIS vem contribuindo para promoção da indústria de semicondutores no cenário brasileiro? Este programa fomenta a inovação na indústria de forma adequada?
5. Das políticas mapeadas, quais foram seus principais impactos positivos e fragilidades (breve relato)?
6. Quais são as dificuldades encontradas para implantação de políticas de inovação no Brasil? Em especial, as dificuldades enfrentadas pelo PADIS?
7. Como você avalia essas políticas de incentivo no sentido de contemplar uma estratégia de inserção na cadeia global de semicondutores e a conexão por meio de multinacionais? E o foco na demanda interna versus demanda externa?
8. Quais seriam as suas sugestões de melhoria dos instrumentos utilizados pelo governo? Em especial, do PADIS?
9. Qual sua opinião sobre os questionamentos na OMC frente as políticas setoriais brasileiras e os impactos para essa indústria?*
10. Quais os caminhos possíveis no cenário futuro desses questionamentos?*

*Questões adicionadas a partir da segunda entrevista, após evidências que revelaram a importância desse assunto.