

A POLÍTICA INDUSTRIAL NA COREIA DO SUL E NO BRASIL DURANTE O PARADIGMA TECNOLÓGICO DA MICROELETRÔNICA.

Hermano Caixeta Ibrahim¹

RESUMO: Uma vez que a atuação estatal via políticas econômicas é fundamental para o avanço tecnológico e produtivo de um país, o presente trabalho apresenta a trajetória da política industrial sul-coreana e brasileira ao longo do paradigma tecnológico da microeletrônica. O objetivo é explicar como o país oriental conseguiu as capacidades produtivas e tecnológicas ao longo de seis planos quinquenais de desenvolvimento econômico, em especial no setor de microeletrônica. No caso do Brasil, o artigo expõe o atraso da política industrial com a mudança de paradigma tecnológico e o consequente desmantelamento do setor no país. Os resultados apontam que a articulação institucional entre a política industrial e as empresas é fundamental para a criação de capacidades tecnológicas em um novo paradigma.

PALAVRAS-CHAVE: Paradigma tecnológico. Política Industrial. Microeletrônica. Desenvolvimento Econômico.

INDUSTRIAL POLICY IN SOUTH KOREA AND BRAZIL DURING THE MICROELECTRONIC TECHNOLOGICAL PARADIGM

ABSTRACT: *Since state action through economic policies is fundamental for the technological and productive advancement of a country, this paper presents the trajectory of South Korean and Brazilian industrial policy along the technological paradigm of microelectronics. The objective is to explain how the eastern country has achieved productive and technological capacities along six five-year economic development plans, especially in the*

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ufrgs), Porto Alegre – RS – Brasil. Doutor em Desenvolvimento Econômico. hermanocaixeta@gmail.com.

microelectronics sector. In the case of Brazil, the article exposes the delay of industrial policy with the change of technological paradigm and the consequent dismantling of the sector in the country. The results indicate that the institutional articulation between industrial policy and companies is fundamental for the creation of technological capacities in a new paradigm.

KEYWORDS: *Technological Paradigm. Industrial Policy. Microelectronics. Economic Development.*

Introdução

As escolas de pensamento econômico baseadas nos pressupostos microeconômicos defendem que os mecanismos institucionais devem promover a eficiência, especialmente no que tange acordos de cooperação, aprendizagem (tecnológica e organizacional) e de gastos de investimento em capital físico e humano. Nessa leitura, essas interações são mais suscetíveis de acontecer nos países que predominantemente promovem a eficiência do mercado e das forças competitivas. Entretanto, tanto o avanço da produtividade como o desenvolvimento econômico e tecnológico devem ser considerados dentro um contexto não somente econômico, mas também condicionados trajetória histórica e institucional.

A escola neoschumpeteriana de pensamento econômico é que mais se preocupou em estudar a trajetória tecnológica industrial, desenvolvendo para tanto, o conceito de paradigma tecnológico. O paradigma tecnológico pode ser considerado, segundo Dosi (1982), um “modelo” ou mesmo um “padrão” de respostas a um determinado problema técnico, o qual surge a partir da interação do conhecimento científico e das práticas produtivas. Nesse sentido, Freeman e Perez (1988) salientam a importância de se ter um ambiente econômico e institucional adequado para o surgimento de um novo paradigma tecnológico. Segundo Conceição (1996) o novo paradigma incita novas formas de organização das empresas, perfis de especialização da mão de obra, adequação dos produtos ao novo fator chave (*key factor*), orientação quanto às próximas inovações (incrementais e radicais), padrão de investimento nacional e internacional, infraestrutura necessária, tipo de empresário-inovador e, por fim, o padrão de consumo e distribuição de renda.

A mudança de paradigma tecnológico vem dar um novo norte para as atividades tecnológicas industriais abrindo uma janela de oportunidades de investimentos a partir de novas possibilidades de ganho e um “novo mundo” de via-

bilidades técnicas de aplicação em produtos e processos. Freeman e Perez (1988) definem quatro condições necessárias à tecnologia para que a mesma emplaque como um paradigma tecnológico: (i) redução de custo; (ii) crescimento rápido da oferta, (iii) potencial para uso; e (iv) incorporação em várias atividades econômicas. À medida que certa tecnologia abarque tais fatores econômicos, seria possível, segundo Freeman e Perez (1988), iniciar um processo de reestruturação tecnológica industrial em torno de um novo paradigma.

Por sua vez, o Institucionalismo contribui com uma análise sensível ao contexto social, econômico e político, ou seja, institucional de uma sociedade. Essa análise considera aspectos de várias ciências e apresenta uma multidisciplinaridade em sua abordagem, construindo explicações e fundamentações empíricas a partir dos acontecimentos e desdobramentos reais da economia e da sociedade. A obra de Thorstein Veblen (1898) intitulada “*Why is Economics not an Evolutionary Science?*” pode ser utilizada para estabelecer um marco inicial da escola institucionalista. De forma que, mesmo contando com mais de um século de existência, a teoria institucional nunca esteve nos holofotes do pensamento econômico, ao contrário dos marxistas, keynesianos, neoclássicos e schumpeterianos. A retomada das atenções a esta linha de pensamento vem se consolidando a partir dos neo-institucionalistas (SAMUELS, 1995; CONCEIÇÃO, 2012, 2009, 2008, 2002; HODGSON, 2003, 2002, 1993, 1988; NORTH, 2005, 1995, 1991, 1986; NELSON, 2002) e os institucionalistas empíricos² (CHANG, 1994, 2004, 2008; CHANGE, EVANS, 2000; GRAZZIOTIN; ÁVILA; HERRLEIN JR., 2015).

Dentro desse arcabouço teórico, a Política Industrial (PI) assume papel central na conformação das instituições, uma vez que objetiva promover indústrias específicas (e suas empresas) para alcançar os resultados, percebidos pelo Estado, como eficientes para a economia como um todo. Assim, as políticas industriais são consideradas frutos do desejo de uma sociedade, representada pelo Estado, de aprimorar o desenvolvimento industrial da nação. Nesse contexto, para Ferraz, de Paula e Kupfer (2002, p.543) é importante entender política industrial como um conjunto de regulações e incentivos promovido pela ação pública, que afetam a alocação intraindustrial de recursos, influenciando a estrutura produtiva, a conduta e o desempenho das empresas em um determinado estado nacional: “esvaziado de juízos de valores, o objetivo mais tradicional pretendido pela política industrial é a promoção da atividade produtiva, na direção

² O conceito de institucionalistas empíricos diferencia os autores que analisam a formação e papel histórico das instituições dos neo-institucionalistas e seu caráter conceitual e metodológico oriundo do antigo institucionalismo.

de estágios de desenvolvimento superiores aos preexistentes em um determinado espaço nacional”.

O debate sobre políticas econômicas e o papel da intervenção do Estado no desenvolvimento capitalista está no cerne na Ciência Econômica. Os pressupostos microeconômicos recriminam a distorção no mercado causada pela atuação estatal na promoção da atividade econômica, tal função seria exercida perfeitamente pelo mercado. A crítica básica a esse pensamento se origina empiricamente na importância que o Estado assume na promoção da industrialização e do avanço tecnológico ao longo da trajetória histórica capitalista. Sendo assim, a proposta desse trabalho é destacar o papel da política industrial na conformação das características do paradigma da microeletrônica no Brasil e na Coreia do Sul ao longo das décadas de 1970, 1980, 1990 e 2000.

O paradigma tecnológico da microeletrônica e o desenvolvimento econômico

A análise em torno especificamente da indústria de microeletrônica se justifica uma vez que foi essa a tecnologia chave durante o último paradigma. Segundo Perez (2004), além de se destacar pela capacidade de oferta aparentemente ilimitada frente às demandas crescentes, essa indústria utiliza como matéria prima o silício, abundante na natureza e com utilização relativa decrescente devido à evolução propiciada pela Lei de Moore³. O principal insumo do setor é a inteligência humana e a capacidade de projetar, integrar e produzir novos sistemas cada vez mais complexos e integrados, possibilitando crescimento e especialização dos processos produtivos. O potencial de uso universal advém do fato que não existem limites para a aplicação dos circuitos integrados (*chips*), seja por “atividades-meio”, seja incorporados aos produtos e serviços. Dessa forma, a indústria de microeletrônica é classificada como paradigma tecnológico a partir de sua inserção no sistema de inovações técnicas e organizacionais nas últimas décadas, permitindo reduzir custos, diferenciar produtos e conceber novas aplicações e avanços tecnológicos.

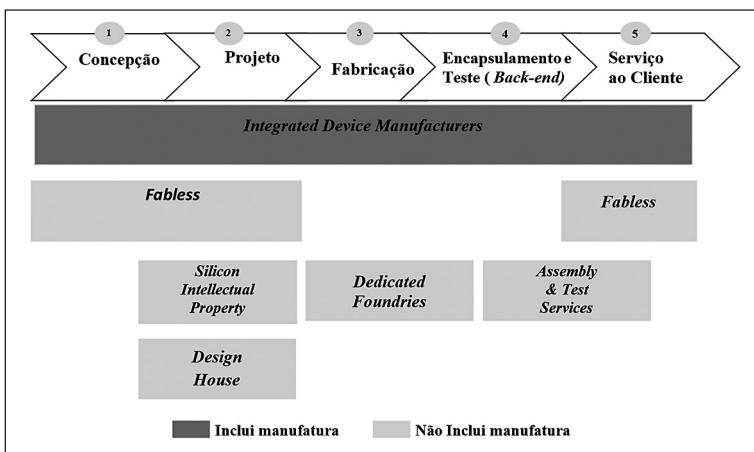
Durante sua trajetória, Perez (2004) identifica que alguns acontecimentos marcam fases distintas de desenvolvimento como um paradigma tecnológico. No caso da microeletrônica, sua trajetória nasce atrelada ao paradigma da metal-mecânica e seus limites tecnológicos no final dos anos de 1970, classificada

³ Lei de Moore foi estabelecida pelo cientista Gordon Earl Moore em 1965 que prevê a queda do custo por função (centavos por transistor ou *bit*) de um *chip* é em média 30% ao ano em que o poder de processamento dobra a cada 18 meses.

pela autora como a fase de irrompimento. Durante as décadas subsequentes, a indústria de microeletrônica viveu seu momento de frenesi com o crescimento vertiginoso das empresas de tecnologia da informação durante a década de 1980 e 1990. Por sua vez, as crises financeiras oriunda da bolha da internet e da quebra da bolsa americana NASDAQ servem como intervalo de acomodação dessa nova tecnologia. Na segunda metade dos anos 2000, o setor volta a se reafirmar como o fator chave na dinâmica industrial, atingindo a maturidade do paradigma a partir dos anos de 2010, quando inicia-se uma nova disputa entre uma série de novas tecnologias candidatas a novo paradigma industrial (nanotecnologia, biotecnologia).

O arranjo produtivo da indústria de microeletrônica pode ser dividido em cinco etapas da cadeia produtiva: concepção do produto, projeto, fabricação, encapsulamento e teste, e serviço ao cliente. De forma prática, a primeira etapa vem realizar a concepção de requisitos e desempenho do dispositivo determinando às funções em *hardware* e *software*, verificando as necessidades e funções do dispositivo. No segundo estágio, as *Design Houses* realizam o projeto e arquitetura em diálogo com a fase seguinte da fabricação, testes e validações. O processo fabricação materializa o projeto desenvolvido anteriormente e repassa a fase de encapsulamento que monta os dispositivos de acordo com o projeto realizado. Por fim a etapa de serviços ao cliente presta acessória e técnica e acompanhamento do funcionamento dos dispositivos.

Figura 1 – Etapas do Processo de Produção de CI e os atores da Indústria



Fonte: Gutierrez e Mendes (2009, p. 53).

Durante a consolidação do paradigma da microeletrônica, entre 1970 e 1980, foi observado um cenário de alta apropriabilidade a partir de patentes e segredos industriais, que garantiriam às primeiras indústrias desenvolvedoras de circuitos integrados dominância no fornecimento. No setor de processadores, as empresas INTEL e AMD mantiveram o domínio sobre todas as etapas produtivas, devido ao interesse de manter o comando sobre a tecnologia e seu desenvolvimento, guardando assim maior apropriabilidade. Com o amadurecimento do paradigma tecnológico ao longo da década de 1990 e 2000, nos demais segmentos observou-se o surgimento de empresas especializadas, viabilizando uma maior penetrabilidade da indústria via DH2 integradoras, *foundries* nível 1 e 2 e as encapsuladoras independentes.

À medida que a o paradigma da microeletrônica veio se consolidando na dinâmica industrial mundial seus produtos e serviços passam a estar cada vez mais presentes no cotidiano dos indivíduos. As novas capacidades de processamento dos circuitos integrados modificaram consideravelmente o comportamento das famílias e das empresas, à medida que impactaram na quantidade e na velocidade com o qual as informações são transmitidas. Dessa forma, perante a importância que o setor de microeletrônica assumiu na dinâmica industrial a partir de sua consolidação como paradigma tecnológico o presente trabalho irá avaliar a seguir as características da política industrial na Coreia do Sul e no Brasil responsável por promover, por um lado, o *catching-up* tecnológico coreano, e por outro, a estagnação da indústria brasileira.

Política industrial e o desenvolvimento da indústria de microeletrônica na Coreia do Sul

O desenvolvimento econômico que a Coreia do Sul alcançou ao longo da segunda metade do século XX permitiu consolidar o processo de *cathing up* industrial e tecnológico, em especial no último quartil do século, sobre a égide do paradigma tecnológico da microeletrônica. O resultado econômico obtido pelo país durante esse período é resultado de ações ativas do Estado desenvolvimentista sul-coreano, especificamente na indústria de microeletrônica, as quais devem ser entendidas sobre cenário político e econômico internacional próprio. No exato pós-guerra, a constante possibilidade de que os países europeus e asiáticos seguissem o mesmo caminho da revolução cubana e chinesa levaram os EUA a promover políticas internacionais para recuperar e desenvolver o capitalismo nessas regiões. No caso da Coreia do Sul, além da proximidade com a URSS sobre o contexto da guerra fria, Palma (2004) enfatiza a importância da

localização geográfica próxima ao Japão na transferência tecnológica e produtiva ao longo da década de 1950 e 1960. No ambiente interno, a Coreia do Sul havia eleito Syng-Man Rhee em 1948, responsável por conduzir o país durante a Guerra das Coreias e por promover uma reforma agrária durante os anos de 1950. Segundo Amsden (2001) a distribuição de renda atrelada a reforma agrária viabilizou politicamente e economicamente o fluxo de recursos financeiros e produtivos para a indústria nos anos seguintes. Nesse período, Coutinho (1999) destaca que além das reformas sociais (agrária e educacional) teve-se também subsídios à compra por parte dos grupos capitalistas nacionais das empresas estatais privatizadas e o apoio à industrialização no setor de bens de consumo não duráveis fomentado pelo crédito subsidiado e licenças de importação. Após 12 anos do governo Rhee, o primeiro ministro eleito Chang Myon governa de agosto de 1960 a maio de 1961, quando acontece o golpe militar no país, liderado por Chung-Hee Park.

Na leitura de Laplane, Ferreira e Borghi (2013), o golpe militar no país asiático serve de fronteira entre as reformas estruturais (educacional, terra e renda) e o início do estado desenvolvimentista. O governo militar na Coreia do Sul seria responsável por iniciar a construção do aparato institucional em torno do processo de industrialização do país. Vencidos os anos de reestruturação e legitimação política, o país se industrializou a partir do modelo de substituição de importação na indústria de bens de consumo não duráveis, bem como nas demais indústrias intensivas em trabalho. Para tanto, a partir da década de 1960, o Estado assume a coordenação econômica através dos Planos Quinquenais de Desenvolvimento Econômico e Social (PQDE). Os planos permitiriam ao governo manter uma forte intervenção no desenvolvimento dos conglomerados empresariais, chamados de *chaebol*⁴.

Dessa forma, nessa seção o trabalho destaca o papel da política industrial setorial no avanço da indústria de microeletrônica da Coreia do Sul. Para tanto, a seção foi subdividida em dois períodos, o primeiro trata do 1º ao 4º PQDE (1962 – 1982) e o segundo referente ao 5º e 6º PQDE (1982 – 1992). Uma vez que indústria de microeletrônica se consolida como paradigma tecnológico somente no final da década de 1970, o primeiro período (1962 a 1982) busca contextualizar o processo de industrialização sul-coreano no tocante ao setor

⁴ Coutinho (1999) descreve o *chaebol* como réplica do *zaibatsu* (conglomerados empresariais japoneses). Segundo o autor, o *chaebol* é caracterizado pela gestão centralizada em empresários audaciosos, controle familiar, e, principalmente, interessado em manter estreitas relações de cooperação com o governo. Esses conglomerados atuam na esfera financeira e produtiva e em diferentes setores gerando sinergia via investimentos cruzados, encadeamento produtivo e interação tecnológica.

estudado, já no segundo período (1982 – 1992) observa-se mais intensamente o papel da política industrial setorial.

Do 1º ao 4º PQDE (1962 – 1982)

Os primeiros anos de coordenação estatal podem ser classificados em quatro medidas desenvolvimentistas que reformaram o aparato institucional sul coreano, segundo Chang e Evans (2000): (i) criação do Conselho de Planejamento Econômico com autonomia para implementar os planos quinquenais e a nacionalização dos bancos; (ii) reforma do serviço social; (iii) promoção e a atuação empresarial em determinados setores; e (iv) criação de órgão públicos e semi-públicos como agência de comércio, intensificando a relação com o empresariado. Lee (2011) relembra que o governo além de elaborar as políticas econômicas, controlava também o capital interno, externo e o orçamento nacional. Nesse ínterim, o sistema financeiro foi nacionalizado, permitindo o controle estatal sobre a política creditícia de modo que os conglomerados industriais do país dependessem estruturalmente do papel do estado.

No primeiro PQDE, entre 1962 e 1966, a estratégia de industrialização por substituição de importação de bens de consumo promoveu os esforços industriais nas áreas de energia elétrica, fertilizantes, refinarias de petróleo, fibras sintéticas e cimento (MASIERO, 2000). Para Nicolas, Thomsen e Bang (2013), a relação entre o governo militar e os *chaebols* foi intensificada a partir de concessões monopolísticas. Dessa forma o governo garantia aos grupos empresariais além do direito de se envolver nesses setores, acesso a políticas creditícias subsidiadas, benefícios fiscais, licenças de importação e exportação. A prerrogativa aqui, segundo os autores, é que o governo assumiu o papel de capacitar o crescimento industrial via a iniciativa privada nacional, ao mesmo tempo em que a mesma se comprometia em alcançar determinados indicadores, sobre pena de perda dos respectivos benefícios. Dessa forma, o *chaebol* dependia das vontades e interesses do governo para o seu desenvolvimento, e o governo dependia da capacidade empresarial para alcançar determinados níveis de crescimento econômico.

O segundo PQDE, entre 1967–1971, segundo Dall’Acqua (1991) traria a clara preocupação com o saldo comercial e balança de pagamentos do país. Objetivando a diminuição das importações e crescimento das exportações, o país iniciou a fase de industrialização “voltada para fora” a partir de financiamentos maiores e mais baratos, benefícios fiscais e facilidade burocrática para as atividades industriais exportadoras. Com o segundo PQDE percebe-se, segundo o autor (DALL’ACQUA, 1991), um crescente suporte financeiro governamental

à indústria exportadora a partir da adoção do câmbio flexível, permitindo uma sutil desvalorização da taxa de câmbio real. Com a criação de instituições econômicas o governo conseguiu mobilizar a poupança interna e especialmente a externa, concedendo avais de empréstimo internacional aos grupos empresariais. Segundo Kim (1998), no 2º PQDE fica evidente a intensão do governo em incentivar determinados setores estratégicos a fim de garantir vantagens comparativas em seus respectivos mercados.

Durante o período do segundo plano, a econômica coreana cresceu 9%, puxada principalmente pela indústria leve. Entre os anos de 1967 e 1971 as exportações aumentariam mais de 200%, sendo 73% composto de exportação de produtos de baixo índice tecnológico, intensivos em mão de obra (AMSDEN, 1989). Dessa forma, aos poucos o governo começou seu processo de “seleção”, escolhendo as indústrias estratégicas e buscando constituir suas próprias vantagens comparativas a partir do comércio internacional. Apesar de essa prática ter sido mais dominante a partir de meados dos anos 1970, a Coreia do Sul já criara incentivos aos setores estratégicos desde o final dos anos 1960 (AMSDEN, 1989).

Em meio ao modelo de substituição de importações via investimento direto externo (IDE), as primeiras políticas “capacitantes” do governo, permitiriam a indústria de semicondutores iniciarem suas atividades na Coreia do Sul já em meados dos anos 1960 a partir de várias empresas de semicondutores multinacionais (Signetics, Fairchild, Motorola, Control Data, IDM e Toshiba). Essas empresas começaram a montar dispositivos discretos no país, a fim de se aproveitar dos baixos custos trabalhistas e os subsídios produtivos e comerciais. Nesse primeiro momento a atividade se resumia ao encapsulamento (*back-end*) de peças e componentes importados e montados em subsidiárias por trabalhadores pouco qualificados e então reexportados, segundo a orientação geral da indústria coreana. No entanto, durante esse período o governo percebeu que pouca ou quase nenhuma capacidade de design e engenharia fora transferido para o país, mantendo-o dependente tecnologicamente (MOWERY; STEINMUELLER, 1991).

Em 1969, o país atenta para a importância de se inserir na nova dinâmica tecnológica da indústria de microeletrônica e sanciona a Lei de Promoção de Eletrônicos, reconhecendo o setor de eletrônica como estratégico do ponto de vista das exportações e desenvolvimento industrial. O avanço coreano na dinâmica inovativa da indústria de microeletrônica foi conduzido, segundo Amsden (1989), pelos grandes conglomerados produtivos (*chaebols*) a partir de uma orientação governamental aos setores estratégicos. Dessa forma o governo sinalizava em qual atividade a indústria deveria concentrar os esforços em P&D,

facilitando ganhos e cumulatividade de conhecimento nos referidos setores. No caso específico da indústria de microeletrônica, o Estado criou institutos de pesquisa em eletrônica, Instituto Coreano de Eletrônica e Tecnologia (*Korean Institute of Electronics and Technology* - KIET); um na área de telecomunicações, Instituto Coreano de pesquisa em Eletrônica e Telecomunicações (*Korean Electronics and Telecommunications Research Institute* - KETRI); e outro na área de semicondutores e computadores, Instituto coreano de Ciência e Tecnologia avançadas (*Korean Advanced Institute of Science and Technology* - KAIST).

Estes institutos, segundo Mowery e Steinmueller (1991), inicialmente eram formados por cientistas e engenheiros graduados em universidades estrangeiras, os quais tinham pouca familiaridade tecnológica com os problemas da indústria coreana e estavam mais interessados na pesquisa básica para adoção de tecnologias estrangeiras. A partir da interação entre os institutos de pesquisa com os *chaebol* se modificou o foco das atividades de pesquisa. Antes voltada necessidades nacionais, a estratégia de P&D passou a se concentrar em atividades que poderiam apoiar a difusão e adoção de tecnologias internacionais por parte das empresas coreanas. Assim, com os ganhos de capacidade tecnológica das empresas coreanas facilitava-se a legitimação do financiamento público das pesquisas. Pack (2005) destaca a importância na relação universidade-empresa construída na Coreia do Sul. Segundo o autor, à medida que o desenvolvimento avançou para segmentos industriais de maior intensidade tecnológica, essa relação passou a ser mais intensa na indústria sul-coreana como um todo. Nesse período, juntamente com a criação dos centros (KIET, KETRI, KAIST), Eom e Lee (2009) relembram que na década de 1970, durante a transição da indústria leve para indústria pesada, o governo promoveu o P&D nacional a partir institutos públicos de pesquisa (IPPs), já que as capacidades existentes de P&D tanto da indústria como das universidades era insatisfatório.

Nos primeiros anos de coordenação industrial, o Estado agiu de modo a guiar e sinalizar os interesses estratégicos às multinacionais do setor a partir de incentivos e sanções. Perante as características da economia nacional, o governo desenvolveu instituições para capacitar os investimentos na indústria de microeletrônica, ao mesmo tempo em que restringira o setor ao mercado internacional a partir das políticas comerciais. A fim de superar a condição de dependência tecnológica externa, o governo garantiria o aparato instrucional necessário em torno das inovações industriais com a criação e adaptação dos institutos de pesquisa (KAIST, KIET e KETRI), os quais seriam responsáveis por parte da investigação tecnológica do país. Assim, além de garantir entrantes na indústria de vanguarda, a Política Industrial ao mesmo tempo em que delimitava o cam-

po de atuação e as responsabilidades, sinalizava às multinacionais e aos *chaebols* qual o setor estratégico do ponto de vista do desenvolvimento, constituindo um aparato institucional necessário para o avanço e propagação do conhecimento técnico. Dessa forma, o governo entendia a importância da participação do capital estrangeiro na instalação do novo setor industrial, condicionando estrategicamente sua atuação, compelindo-as a exportar quase a totalidade de sua produção, contribuir com a transferência tecnológica e formar capacidades produtivas no setor estratégico do ponto de vista da industrialização nacional. Ao mesmo tempo o governo também se preocupava em incitar a entrada dos *chaebols* via incentivos tributários, cambiais e acesso a P&D subsidiado com vias de superar a dependência tecnológica.

Ainda em 1975 seria então inaugurada pelo cientista coreano-americano Dr. Ki-Dong Kang, Ph.D na Ohio State University e ex-design em semicondutores na Motorola, a primeira indústria de semicondutores nacional, Coreia Semiconductor Company. No entanto, a empresa enfrentara problemas financeiros quase que imediatamente, sendo adquirida pela Samsung em seu primeiro ano de operações. O *chaebol* identificara a iniciativa como fonte de *know-how* em semicondutores para o seu crescente negócio de eletrônicos de consumo. Nesse processo, em 1983, os quatro maiores *chaebols* (Samsung, Hyundai, LG e Daewoo) já estariam presente no setor (KIM, 1998).

Do 5º e 6º PQDE (1982 – 1992)

Em 1982 inicia-se o quinto PQDE, nesse novo plano o governo manteve o foco nas exportações, porém agora com intenções de diversificar os destinos. Para tanto, o governo baixou as taxas de importação de bens intermediários e aumentou o crédito destinado às exportações de bens duráveis (navios e máquinas). Segundo Masiero (2000), observa-se também uma mudança setorial, à medida que a indústria química e pesada perdem privilégios as indústrias intensivas em tecnologias (máquinas de precisão, informação e eletrônicos) ganham mais espaço na política industrial.

Durante os anos 1980, Bell (1994) relembra que as instituições públicas e privadas continuaram a trabalhar no sentido de alcançar um consenso sobre a forma de desenvolver tecnologias para semicondutores, para tanto, as empresas nacionais formariam a “*Semiconductor Research Association*”. Segundo o autor, a associação garantiu o sucesso da fusão entre os institutos de pesquisa governamental com a nascente iniciativa exclusivamente privada em P&D. Nesse interim, a Samsung montou uma força-tarefa em 1982 para formular uma estratégia

de entrada no setor, nela os pesquisadores da empresa passariam seis meses trabalhando nos Estados Unidos, reunidos com especialistas, especialmente os cientistas e engenheiros que trabalhavam em empresas de semicondutores americanos ou de ensino em universidades americanas. Com isso o *chaebol* seria o primeiro a ter sucesso na fabricação de componentes da indústria de semicondutores com o desenvolvimento da memória 64K DRAM (*Dynamic Random Access Memories*).

Em 1983 a Samsung inaugurou uma instalação de P&D na Califórnia e contratou cinco doutores coreano-americanos em engenharia eletrônica pela Universidade de Stanford, Michigan, e Notre Dame, com experiência em design de semicondutores em algumas das empresas líderes dos EUA (IBM, Honeywell, Zilog, Intel e National Semiconductor). O intercâmbio foi fruto de um acordo mediado pelo governo em que as empresas coreanas enviariam seus engenheiros às fábricas dos fornecedores para treinamento e transferência tecnológica. Estes cientistas proporcionaram um elevado nível de capacidades e acesso aos avanços tecnológicos do Vale do Silício. Simultaneamente a Samsung organizou uma equipe na Coreia do Sul formada por dois cientistas coreano-americanos (ambos com experiência em desenvolvimento do 64K DRAM em empresas norte-americanas) e 300 engenheiros americanos. Dessa forma as intensas interações entre o grupo da Califórnia com a equipe da Samsung na Coreia do Sul, através da formação, da investigação conjunta e resolução conjunta de problemas, elevou significativamente a capacidade da empresa em absorver as tecnologias adquiridas dos fornecedores americanos (Micron Technology e Zytrex) (KIM, 1998).

Já no ano de 1987, segundo Mody (1989), 20% do total das vendas da Samsung eram provenientes da indústria de microeletrônica. Mesmo com essa percentagem, o autor salienta que não se percebe no mercado interno coreano um comportamento monopolista, já que o governo capacitara que outros *chaebols* estivessem presentes no mesmo setor estratégico. Dessa forma, ao mesmo tempo em que o governo incentivava e subsidiava o setor restringindo as importações, fomentava-se a concorrência interna entre as empresas. Segundo Kim (1998), depois de oito anos de experiência na montagem de chips LSI, a Samsung encontrou facilidade de dominar o processo de montagem, de modo que suas operações de produção alcançaram facilmente 92% de rendimento, próximo ao obtido pelos japoneses. Sua primeira fábrica de produção em massa foi projetada e sua construção supervisionada por uma empresa japonesa a qual construía a fábrica de semicondutores da Sharp no Japão. A Samsung foi capaz de comercializar chips de 64K DRAM no início em 1984, cerca de 40 meses após o americano e 18 meses após o japonês. Assim, a Coreia do Sul tornou-se

o terceiro país do mundo a produzir DRAM, diminuído significativamente o fosso tecnológico para com Estados Unidos e Japão.

A Hyundai mesmo com um relativo sucesso no segmento de design, não havia desenvolvido anteriormente experiência de produção em eletrônica, dificultando sua entrada no segmento produtiva da indústria de microeletrônica. Dessa forma a empresa optou por uma estratégia em duas etapas, primeiro, entrou em um acordo para montar 64K DRAM para a Texas Instruments, ganhando *know-how* na montagem e assistência técnica; e em seguida comprou projetos da Vitelic nos Estados Unidos. Dessa forma, em 1986, dois anos após a Samsung, a Hyundai se tornou a segunda multinacional coreana para produzir em massa 64K DRAM (KIM, 1998).

A Daewoo em 1985 investiu cerca de US \$ 13,4 milhões na compra de 51% da ZyMos Corporation. A empresa transplantava equipamentos de fabricação ZyMos para a Coréia, o que se mostraria ineficiente, de forma que a empresa optou por produzir chips de memória específicos para o setor de telecomunicações. Apesar de sua maior experiência em eletrônica, a LG apresentou-se bastante cautelosa, focada principalmente em chips de memória destinados aos eletrônicos de consumo. Para tanto a empresa adquiriu as instalações de P&D e de produção geridas pelo KIET do governo em 1985. Ela então licenciou designs dos chips da *Advanced Devices Micron* e Zilog dos EUA e entrou em uma *joint venture* com a AT & T, chamada e *Western Electric*. No entanto a LG ficaria atrás da Samsung e da Hyundai no lançamento 64K DRAM (KIM, 1998)

Os *chaebols* foram capazes de entrar na produção de microeletrônica de memória DRAM, segundo Mody (1989), devido a sua capacidade de negociar acordos de *joint venture* com as multinacionais estrangeiras e pela compra de licenças de tecnologia de empresas estrangeiras, superando os enormes custos de entrada no setor de capital intensivo. Dessa forma, além de permitir a entrada de IDE passíveis de apropriação tecnológica, o governo aumentara os incentivos fiscais e financeiros às atividades de P&D privadas, afastando-se gradualmente da atividade. Devido à expansão das atividades independentes de P&D em semicondutores as instalações de pesquisa de semicondutores da KIET foram vendidas para a LG em 1985. Nesse momento, novamente a parceria entre o governo e os *chaebols* garantiria que o conglomerado se concentrasse na dinâmica inovativa industrial, permitindo o governo diminuir os gastos públicos em P&D e consequentemente a sua importância no sistema nacional de inovação (DAHLMAN, 1989).

O caso da indústria de microeletrônica revela, segundo Choung, Hwang e Hwang (2014), como o setor privado foi capaz de aumentar sua capacidade tec-

nológica interna e medida que se observa a mudança do papel do setor público no desenvolvimento tecnológico. O papel do governo foi redefinido ao longo da década de 1980, do protagonismo do desenvolvimento tecnológico industrial para coordenador das atividades privadas de P&D. O governo objetivava realizar pesquisas pioneiras nas áreas estratégicas emergentes, para tanto as instituições públicas forneceram apoio financeiro em áreas específicas onde o setor privado necessitava de desenvolvimento tecnológico. As instituições governamentais, fora segundo o autor, um veículo para as empresas de semicondutores colaborarem e desenvolverem tecnologias chave. No projeto 4M DRAM, por exemplo, os esforços de P&D se concentraram a desenvolver tecnologias de processo diretamente relacionadas ao desenvolvimento de novos produtos, já nos projetos 16M e 64M DRAM, o design e a fabricação foram selecionados como a principal área de pesquisa colaborativa.

Objetivando melhor integração tecnológica entre as empresas, o KETRI convidou os pesquisadores dos três principais *chaebols* para trabalharem em conjunto nas instalações do laboratório. Porém as três empresas não se mostraram favoráveis ao trabalho conjunto, devido aos rendimentos esperados pelo pioneirismo. Com isso, enquanto a Samsung desenvolveu seu projeto de DRAM em estrutura de pilha, a Hyundai o fez em uma estrutura de trincheira, enquanto que a LG desenvolveu em estrutura híbrida. A Samsung conseguiria concluir o projeto do 4M DRAM em 1988, seis meses após o Japão, seguida pela LG após 6 meses, enquanto que a Hyundai não obteve sucesso em sua proposta de trincheira e teve que voltar a desenvolver em estrutura de pilha. O governo também designou o desenvolvimento das próximas gerações, a 64M e 256M DRAM, como projetos nacionais, mas, novamente, embora o consórcio fosse organizado e baseado no KETRI, as três empresas se recusaram a partilhar o seu conhecimento e o consórcio, basicamente, tornou-se um distribuidor de fundos. Em contraste com outros setores em que o Estado continuara a coordenar e sinalizar os investimentos tecnológicos, na indústria de microeletrônica, o sucesso tecnológico dos *chaebols* no mercado internacional possibilitou o afastamento da presença estatal (KIM, 1998).

Em 1987 a Coreia do Sul volta ao regime democrático pela eleição do presidente Roh Tae Woo. De 1988 a 1992, o país realizou abertura financeira e comercial e democratizou-se para viabilizar e entrada em organizações comerciais e participação nas políticas internacionais. No mesmo ano de 1987 tem-se o início do sexto PQDE, o qual, segundo Masiero (2000), manteve a mesma direção do quinto PQDE na questão setorial, enfatizando, no entanto, a competitividade internacional via liberalização do mercado. O caráter liberal estaria

presente em todo o plano, reduzindo a regulamentação estatal, liberalizando o mercado financeiro e as importações, cambio variável, redução gradual dos subsídios fiscais, privatizações e menor controle sobre o mercado monetário. Mesmo sendo um signatário do GATT, a Coreia do Sul usou as restrições voluntárias à exportação (VERs - *voluntary export restraints*) para proteger sua indústria de microeletrônica. Segundo Amsden (2001), sobre esse argumento o país proibiu importação de automóveis e eletrônicos do seu principal concorrente, o Japão, entre 1980 a 1999. Durante esse tempo a indústria nacional se desenvolveu tecnologicamente a ponto de acumular os conhecimentos e ativos necessários para concorrer de forma mais igualitária com a indústria japonesa.

Na década de 1990, a capacidade de P&D das universidades cresceria substancialmente. Segundo Eom e Lee (2009), nesse período novos centros vieram a apoiar a investigação das universidades e facilitar a interação universidade-empresa: Centro de Pesquisa científica (*Science research Center - SRCs*), centros de pesquisa regionais (*Regional Researches Centers - RRCs*) e o *Brain Korea 21* (BK21). Nos anos 2000, o governo coreano prorrogou as medidas para a segunda fase do projeto BK1, estabelecendo uma nova Universidade Regional de Inovação em Projeto de semicondutores (NURI) e a Universidade Hub de colaboração industrial (HUIC).

A indústria de semicondutores sul coreana é caracterizada por Choung, Hwang e Hwang (2014), com uma estrutura concentrada, com foco em produtos específicos, especialmente no mercado da DRAM. A tendência à concentração está relacionada às estratégias dos *chaebols*, os quais, historicamente concentraram-se na produção em massa de produtos padronizados voltados para o mercado mundial. A partir da entrada na indústria microeletrônica, os conglomerados conseguiram alcançar a liderança no segmento de DRAM. As exportações de microeletrônica das empresas coreanas aumentaram de US\$ 1 bilhão em 1985 para US\$ 3 bilhões em 1988 e US\$ 5 bilhões em 1990. O *market-share* dos *chaebols* coreanos no setor de DRAM passou de 15,7% em 1989 para 20% em 1993 e 29% em 1994.

A Política Industrial e indústria de microeletrônica brasileira: Instituições e tecnologia

A trajetória da indústria de microeletrônica no Brasil começa a partir da aprovação do decreto-lei que viabilizou a Zona Franca de Manaus. Concebida primeiramente como um porto franco durante a presidência de Juscelino Kubitschek, a Zona Franca de Manaus objetivava um desenvolvimento regional

da Amazônia a partir de incentivos à importação, exportação e fiscais. O setor de eletrônica foi um dos pioneiros em aproveitar os incentivos da região, juntamente com a nascente indústria de informática e de óptica. As empresas migravam suas plantas produtivas para a região para obter tais benefícios e, dessa forma, o governo acreditava que iria desenvolver-se na região uma dinâmica capitalista a partir do inventivo a produção industrial.

Essas primeiras atividades produtivas do setor surgem como uma opção de diversificação industrial com o intuito de contornar dificuldades de importação. Nesse processo, a parceria entre o Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA) e a Philco, no início da década de 1970, pode ser classificada como a melhor e mais duradoura experiência de produção e desenvolvimento de máquinas e componentes de microeletrônica no Brasil, segundo Ripper Filho (2004). Entretanto, ao contrário do que observado em outros países, a indústria de microeletrônica brasileira não se tornou o foco das atenções dos esforços tecnológicos industriais, mantendo-se à margem da atividade industrial. Enquanto isso, nos países avançados, as empresas do setor de microeletrônica passam a assumir cada vez mais o papel de motor tecnológico da indústria, despertando o interesse tanto do setor empresarial como governamental.

No Brasil, a criação do Ministério das Telecomunicações viabilizou o cenário político para que em 1972 fosse criada a Telebrás. Segundo Ripper Filho (2004), o governo utilizou da estatal como instrumento de política tecnológica e industrial setorial, inclusive para componentes. Assim, já a partir de 1973, a Telebrás assumiu o papel do principal incentivador da tecnologia de circuitos integrados. Fomentado pela Telebrás, a indústria de microeletrônica apresentou intensa relação tecnológica e institucional com a pesquisa acadêmica, propiciando acompanhamento da evolução tecnológica no setor de telecomunicações. Dessa forma, o sistema nacional de inovação do setor da microeletrônica passou a orbitar em torno da grande empresa estatal e dos laboratórios de pesquisa vinculados às universidades. A trajetória tecnológica da indústria de microeletrônica brasileira nasce atrelada ao arranjo institucional composto pelos centros de pesquisa e a Telebrás, ambos estatais. As parcerias firmadas entre a pesquisa acadêmica e a dinâmica de mercado da estatal garantiram um progresso técnico satisfatório durante as décadas de 1960 e 1970, majoritariamente no setor de telecomunicações. Fruto também de uma expansão para outros polos de pesquisa em outras universidades do país, entre elas a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), garantindo assim que o Brasil despontasse como um importante agente produtor de tecnologia em microeletrônica (RIPPER FILHO, 2004).

Durante o paradigma tecnológico anterior, o da metalomecânica, a política de atração de IDE via reserva e mercado permitiu certo desenvolvimento e industrialização da economia brasileira, porém, com a virada de paradigma tecnológico, o conjunto de políticas e incentivos industriais se mostrariam defasados. Todavia, as medidas propostas pela Lei de Informática (1982) usaram o mesmo receituário do paradigma anterior. Como resultado, o descompasso institucional do mecanismo de reserva de mercado na promoção do desenvolvimento industrial no paradigma tecnológico da microeletrônica reside no fato de que a indústria nacional não apresentava maturidade tecnológica suficiente na demanda por componentes microeletrônicos de forma a viabilizar investimentos em larga escala na produção de circuitos integrados. Ao mesmo tempo, as barreiras à importação funcionariam de maneira reversa no desenvolvimento tecnológico, uma vez que impossibilitaram à indústria nacional ter acesso aos avanços da microeletrônica internacional, dificultando assim, a penetrabilidade desse setor na indústria nacional e o avanço do paradigma (SALERNO, 2004).

As mudanças ocorridas no cenário econômico internacional e os respectivos desdobramentos sobre a economia brasileira fizeram com que o papel do estado no desenvolvimento fosse revisto e reestruturado ao longo da década de 1990. Nesse interim, a estatal que nucleava a trajetória do setor de microeletrônica no Brasil passa a sofrer uma série de mudanças, dentre as quais resultaram no abandono da maioria dos projetos de investimento em pesquisa e desenvolvimento. Esse impacto, segundo Ripper Filho (2004), é evidente na Telebrás que junto com as demais estatais tiveram os seus recursos financeiros de pesquisa e desenvolvimento minguados, passando a inviabilizar projetos de pesquisa em tecnologia, especialmente na microeletrônica. Dessa forma, todo o sistema nacional de inovação, que tinha na relação estatal e universidade seu principal motor, perde a base de sustentação.

Entre setembro de 1992 e dezembro de 1994, segundo Suzigan e Vilela (1997), foram adotadas algumas medidas de política industrial juntamente com uma política de liberalização comercial. A avaliação usual da política industrial deste período confirma o fato de que a liberalização do comércio avançou com sucesso, enquanto os ganhos com as políticas de competitividade foram modestos. A indústria e microeletrônica seguiu a cartilha imposta pelas reformas econômicas do início da década de 1990. Em busca de maior produtividade, as empresas recuavam em todos os projetos de pesquisa e desenvolvimento, juntamente com uma terceirização e a opção pela importação de componentes. Esse fato está ligado ao perfil das indústrias de microeletrônica no Brasil, que em sua maioria eram fruto da verticalização produtiva da indústria de bens de consumo

duráveis. No entendimento de Ferraz, Kupfer e Iooty (2003) as empresas de microeletrônica em um primeiro momento montaram plantas produtivas no país, porém recuaram em vários segmentos devido à facilidade e viabilidade das importações, além de manter os bens ofertados no mercado nacional à margem da fronteira tecnológico por causa da falta de demanda efetiva e por se tratar de um mercado secundário.

Durante a trajetória da indústria de microeletrônica no Brasil, percebe-se que a busca pela realocação da produção entre os grupos nacionais, durante a década de 1980, se mostraria uma tentativa frustrada de postergar um inevitável desmantelamento da produção. Os planos econômicos do final da década de 1980 e início de 1990 acelerariam tal processo. Melo, Rios e Gutierrez (2002, p.16) justificam o desmantelamento da indústria de microeletrônica brasileira: “As medidas de abertura comercial dos anos 90 podem ser responsabilizadas também pelo fechamento de quase todas as unidades de fabricação de componentes eletrônicos. Em particular, foram afetadas todas as três iniciativas de produção do ciclo completo de CIs eleitas pela SE.”.

Com a abertura comercial os setores de tecnologia, em especial o da microeletrônica, estavam condenados. As empresas nacionais ainda não haviam atingido um estágio de desenvolvimento tecnológico suficiente para a concorrência internacional. Ao inviabilizar qualquer tipo de produção nacional as empresas que ainda tentavam continuar no mercado, optaram pela importação da maioria dos componentes, antes desenvolvidos e produzidos em território nacional, tornando assim meras montadoras de produtos finais. Com o colapso do mercado de componentes em 1990, segundo Ripper Filho (2004) a SID e a Itaucom renegociaram seus acordos com o governo aceitando uma redução do prazo de incentivos em troca de não terem que implantar a etapa de *front end*. A AsGa decidiu cumprir todos os compromissos assumidos e implantou o ciclo completo, inclusive a fabricação de *chips*. Mesmo com compromissos menores a SID Microeletrônica não sobreviveram, a Itaucom reduziu consideravelmente seus planos se tornando basicamente uma montadora de memórias e a AsGa abandonou a microeletrônica, passando de fabricante a consumidora (e importadora) dos componentes que fabricava. Com exceção da Aegis, operando no nicho de componentes de potência, as outras empresas nacionais, ao longo do tempo, abandonaram o setor.

Ferraz, Souza e Kupfer (2010) salientam que a indústria intensiva em conhecimento se aproveitara do câmbio à medida que consegue importar bens e equipamentos dos países asiáticos, reduzindo custos e preservando a rentabilidade e produção, porém enfrentando perdas nas cadeias produtivas. Na micro-

eletrônica, Melo, Rios e Gutierrez (2002, p.16) a empresa que projetava bens de informática, a Vértice, assim como a estrutura de projetos de semicondutores da Itaucom, foram fechadas. Já a Sid Microeletrônica diminuiu a produção até encerrar suas atividades em outubro de 2000. A Asga, abandonou a produção de componentes optoeletrônicos, cuja tecnologia havia sido desenvolvida pelo CPqD. Quanto às fabricantes estrangeiras, que competiam com similares importados, transferiram quase todas as fábricas para outros países.

Apesar de um novo conjunto de diretrizes e programas para o desenvolvimento industrial, a partir do plano Real, a falta de apoio político dentro do governo e a predominância de objetivos macroeconômicos relacionados ao plano de estabilização tornariam o conjunto de medidas ineficaz. Os impactos do ambiente macroeconômico se atenuariam após a crise do México. Dessa forma, enquanto a indústria de microeletrônica consolidava-se como paradigma tecnológico durante a década de 1990, no Brasil, a mesma foi esquecida em meio aos esforços de estabilização econômica, aumentando assim o distanciamento com a trajetória tecnológica. Com o sucesso e os custos da estabilização, a situação da indústria de microeletrônica se arrastou por toda a década de 1990, voltando a ser politicamente discutida apenas no final do segundo mandato do presidente Fernando Henrique Cardoso.

A partir do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), um plano razoavelmente abrangente foi elaborado por um grupo de consultores e atores envolvidos no setor. O marco seguinte para a indústria da microeletrônica no Brasil foi a Política Nacional de Microeletrônica (PNM), oriunda dos estudos realizados pelo MCT, apresentada pelo governo federal já em Julho de 2002 e iniciada em 2003. Tal política visou incentivar três segmentos da microeletrônica: a) *Design Houses*, através do subprograma de projetos e circuitos integrados; b) *Foundries*, através do subprograma de fabricação de circuitos integrados; e c) *Back-end*, através do subprograma de encapsulamento e testes, garantindo desta forma o incentivo necessário para todas as fases da indústria de microeletrônica (GUTIERREZ; MENDES, 2009).

Nos anos que se seguiram, o então presidente Luís Inácio Lula da Silva lança em 2004 a Política industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE) juntamente com a Lei de Inovação Tecnológica (LIT). Segundo Almeida (2011) percebe-se uma preocupação com a dinâmica inovativa industrial brasileira na medida em que as ações vêm promover o desenvolvimento de uma autonomia tecnológica nacional capitaneada pelo governo. Em linhas gerais, segundo a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a PITCE seguiu três diretrizes: linhas de ações horizontais (inovação, inserção externa, moderniza-

ção, desenvolvimento tecnológico e institucional), setores estratégicos (*softwares*, semicondutores, bens de capital, medicamentos e fármacos) e atividades portadoras de futuro (biotecnologia, nanotecnologia e energias renováveis).

Entendendo, mesmo tardiamente, a importância do setor de semicondutores e suas características no desenvolvimento industrial nacional, a política promoveu uma consulta aos especialistas a fim de determinar de que modo seria possível a inserção da indústria brasileira no setor. Segundo Salerno (2004), os consultores entenderam que o segmento de componentes de aplicação específica se coloca como a melhor opção devido ao mercado menos oligopolizado, com maior projeção de crescimento e melhor penetrabilidade na indústria nacional, mesmo não sendo aquele de maior efeito sobre o déficit comercial brasileiro do setor. No que tange à construção da cadeia indústria da microeletrônica, o governo procurou incentivar o desenvolvimento de *Design Houses* através do programa CI-BRASIL, apoiou as empresas a contratarem DH2 (editais FINEP) a fim de propiciar a modernização da indústria nacional, sendo a prototipagem feita pelo CEITEC, além de estimular a instalação de *foundries* nível 2 responsáveis pela fabricação em grande escala de *chips* de aplicação específica (ASICs).

Com o mapa da política industrial setorial traçado, este fora dividido em dois blocos de investimento e ações: o primeiro, concentrado em capacitação local em design e prototipagem; e o segundo, focado na atração de unidades fabris. A partir do programa CI-BRASIL, o governo investiu cerca de R\$ 25 milhões na construção de cinco *Design Houses* (São Paulo, Recife, Porto Alegre, Campinas e Manaus). Editais do FINEP disponibilizaram R\$ 8 milhões para 14 projetos de design de *chips* destinados à indústria nacional. Para a segunda fase da cadeia, a prototipagem e testes, o governo investiu R\$ 155 milhões na construção do CEITEC, o qual permitiria a fabricação completa de circuitos integrados a partir do domínio de tecnologias já maduras. Por fim, o Programa de extensionismo tecnológico (PROPEX) do MCT/Finep e Abinee, desenvolvido pela Fundação Certi/LabElectron em Florianópolis, visava desenvolver projetos de inserção da microeletrônica em produtos sem eletrônica, bem como atualização tecnológica e inserção das soluções tecnológicas na produção industrial. A segunda frente de incentivos ao desenvolvimento do setor foi a atração de investimentos produtivos na fabricação nacional dos *chips* projetados e de protótipo também nacional. A fim de possibilitar tais investimentos, foi montada uma equipe de diálogo de forma a negociar ativamente com as principais empresas do setor no mundo. Fruto das ações da PITCE teve-se a instalação em Atibaia-SP de uma fábrica de encapsulamento e testes (SALERNO, 2004).

A falha no planejamento da PITCE, segundo Suzigan e Furtado (2010), reside na falta de articulação e coordenação entre as medidas e entidades executoras, na falta de escolha por ações horizontais e não políticas setoriais, menosprezo aos instrumentos fiscais e principalmente devido à falta de uma conjuntura econômica e política favorável ao desenvolvimento da indústria nacional. Do ponto de vista do desempenho industrial e sua contribuição para o crescimento e inserção da economia brasileira no mercado internacional, a PITCE se mostraria estéril devido às amaras da política macroeconômica (CANO; SILVA, 2010).

Mesmo após a estabilização econômica e as reformas do plano real, manteve-se o entendimento de que bastava que o governo mantivesse a saúde macroeconômica para que os investimentos na indústria fossem retomados. Dessa forma, a estabilidade dos preços gerais da economia pode ser considerada uma condição necessária ao desenvolvimento industrial, porém não é uma condição suficiente. No que tange especificamente à indústria de microeletrônica, Hollanda, Arruda e Vermulm (2006) salientam que o montante de investimento necessário vem caracterizar a dificuldade de entrada no setor produtivo da microeletrônica. A PITCE propiciava a entrada apenas no segmento de *Design Houses*, visto que os pacotes de benefícios previstos pelo setor são tímidos no tange ao montante, limitando as possibilidades de desenvolvimento da indústria no Brasil.

Em 2007 o governo federal sanciona a Lei N° 11.484, instituindo o Programa de Apoio ao Desenvolvimento tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS), o qual permitiu às empresas que investirem 5% do faturamento em investimentos de P&D através de subsídios fiscais nas atividades de concepção, desenvolvimento, projeto, difusão, processamento, encapsulamento e testes. A política industrial seria então atualizada em 2008 com a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) que em linhas gerais de objetivos seguira a política anterior, porém com o estabelecimento de metas numéricas a serem alcançadas no final do período planejado (2012). Com o intuito de corrigir a maior parte das deficiências de articulação notadas durante a PITCE, a PDP define funções e responsabilidades entre os atores de modo também a cobrar os resultados. Segundo Guerreiro (2012), o modelo de gestão praticado vem representar uma retomada na organização burocrata nacional e as respectivas capacidades de articulação entre as instituições e com o próprio setor privado, imprescindíveis no desenvolvimento de uma política industrial.

No que tange especificamente à indústria de microeletrônica, o PDP apresentou duas grandes metas: (i) implantar duas empresas de fabricação de circuitos integrados e (ii) elevar o número de *Design Houses* do programa CI-BRASIL de 7 para 15. Dessa forma, o programa vem então aperfeiçoar o PADIS, promover o

programa de treinamento de projetistas em parceria com o MCT, MEC, CAPES e CNPq e consolidar as *Design Houses*. No que tange ao mercado e ao incentivo à produção, o PDP planejou uma série de investimentos em infraestrutura e gastos governamentais: (i) ampliação do acesso à Internet para 25% dos domicílios brasileiros; (ii) garantir o acesso à banda larga para 100% das escolas públicas urbanas em 2010; (iii) dobrar a base instalada de computadores nos domicílios brasileiros; (iv) oferecer serviços de interatividade na TV Digital terrestre para área de cobertura de 30 milhões de domicílios. Por fim, foram determinadas também duas metas que tangem ao adensamento da cadeia produtiva: (i) redução da penetração das importações do complexo eletrônico para 30% e (ii) interromper a trajetória ascendente do déficit comercial do complexo eletrônico.

No intuito de criar condições para o desenvolvimento industrial, em 2011, foi lançado pelo governo federal o Plano Brasil Maior (PBM), cujo objetivo é aumentar a competitividade da indústria nacional a partir do incentivo à inovação tecnológica e agregação de valor, juntamente com o fomento da atividade industrial nacional, tornando-a competitiva no mercado interno e externo. Para tanto, o plano dispõe de duas dimensões: uma setorial e outra sistêmica. Na primeira dimensão a intenção do governo é promover incentivos às indústrias específicas, buscando desenvolver determinadas características fundamentais do setor. A dimensão sistêmica vem com as propostas de medidas abrangentes de natureza horizontal de modo a reduzir custos, aumentar a produtividade e fortalecer o sistema nacional de inovação.

Na dimensão setorial, foram determinadas cinco diretrizes: (i) fortalecimento das cadeias produtivas, (ii) ampliação e criação de novas competências tecnológicas, (iii) desenvolvimento das cadeias de suprimento em energias, (iv) diversificação das exportações (produto e mercado) e internacionalização corporativa, e (v) consolidação das competências na economia do conhecimento natural. A segunda diretriz do plano que tange ao setor de microeletrônica vem incentivar a ampliação e criação de novas competências tecnológicas e de negócios a partir de incentivo às empresas capazes de ingressar em setores mais dinâmicos e com grandes oportunidades tecnológicas, utilizando-se das compras governamentais para aumentar o nível de atividade econômica desse setor.

Atualmente, é possível analisar a composição das empresas do setor de microeletrônica no Brasil a partir dos dados e informações obtidas no programa CI-BRASIL. As principais empresas são em sua maioria *Design Houses*, variando entre DH2 e DH3 que atuam no projeto de *chips* destinados à aplicação específica, nesse setor percebe-se o papel do governo de forma mais intensa devido à ligação entre os laboratórios e as Universidades Federais. No segmento

produtivo (*fabless* e *foundries*) tem-se maior participação internacional, porém a fábrica de maior porte e maior encadearamento produtivo foi financiada com divisas governamentais, o CEITEC. Completando o perfil das empresas de microeletrônica presentes no Brasil, percebe-se uma concentração no segmento de DH justamente pelas menores barreiras às entradas e captação das vantagens geográficas. Uma alternativa para o avanço do setor no Brasil é apresentado por Gutierrez e Mendes (2009, p.174): “Outro caminho para a DH é o que a leva a ser uma *fabless*.” Tal trajetória é possível à medida que a atividade das DHs proporciona visibilidade no mercado consumidor, uma vez que os produtos saem com a marca da empresa. O volume de recursos necessários para a estruturação de uma *fabless*, entretanto, é bem maior, como comandar toda uma cadeia de fornecedores, incluindo a administração de estoques e a realização do projeto.

Por fim, os números agregados da indústria de microeletrônica brasileira, possibilitam caracterizar a atual situação do setor. O segmento de placas de circuito impresso montadas para informática apresentou um crescimento acelerado entre 2006 e 2008, chegando em R\$ 750 milhões. Os efeitos da crise internacional de 2009 diminuíram os números no ano seguinte, retomando ao patamar de meio bilhão nos demais anos. A rubrica CNAE 2610.2040, Cartões inteligentes – *smart cards* (cartões incorporando um circuito integrado eletrônico), apresentou um crescimento até 2008, mantendo desde então próximo aos R\$ 600 milhões. Esses segmentos são caracterizados por dispositivos de memória e processadores importados e encapsulados em território nacional, sendo a maioria das empresas atuantes no segmento de *back-end*. Os demais segmentos demonstram a inexpressividade da indústria nacional, de forma que suas produções não ultrapassam R\$ 100 milhões. Salvo a exceção da rubrica CNAE 2610.2050 - Circuitos integrados eletrônicos (processadores e controladores; memórias; circuitos lógicos, híbridos; do tipo chipset, etc.), a qual apresenta uma elevação a partir de 2010, fruto do início das atividades da segunda *foundry* brasileira, o CEITEC S.A Semicondutores. Os perfis das principais empresas brasileiras do setor estão principalmente localizados no segmento de *Design Houses*, o qual se configura pelo menor volume de investimento e conhecimento. A título de comparação, o valor bruto da produção industrial (VBPI) da indústria de microeletrônica na Coreia do Sul chega a aproximadamente US\$ 100 bilhões no ano de 2013. Desse total, cerca de US\$ 53 bilhões do total advém da atividade de fabricação de circuitos integrados eletrônicos, seguido pela fabricação de placas de circuito impresso e componentes eletrônicos e fabricação de placas de circuito impresso com 15% e 12% respectivamente. Tais atividades são enquadradas nos segmentos de *fabless* e *foundries*, porém com a participação das IDMs, Samsung e LG.

A consolidação do paradigma da microeletrônica na Coreia do Sul e no Brasil.

A partir da leitura a cerca do desenvolvimento econômico e industrial sul coreano, fica latente a importância do ambiente institucional criado na relação do governo com os conglomerados produtivos (*chaebols*). Essa construção institucional iniciou-se juntamente com o primeiro PQDE e se legitimou a partir de normas formais (leis, políticas, incentivos) como também informais (comprometimento a estratégia nacional, aspectos econômicos e sociais). A sintonia entre o ambiente institucional do governo para com o empresariado sul coreano garantiu o sucesso da política industrial (PI) no que tange desenvolvimento estratégico setorial, orientação às exportações e investimentos em P&D. Dessa forma, a PI contribuiu decisivamente para superação da condição de dependência tecnológica a partir da construção de um aparato instrucional em torno das inovações industriais com a criação dos institutos de pesquisa KAIST, KIET e KETRI no final da década de 1960 os quais capacitariam em parte o avanço tecnológico no paradigma tecnológico seguinte. A partir de subsídios fiscais, aduaneiros e fomento à inovação, o país viabilizou as atividades industriais dos *chaebols* ao mesmo tempo em que exigira níveis de exportação, ou seja, garantia os benefícios necessários exigindo determinados resultados produtivos e tecnológicos em contrapartida.

A interação entre empresas e governo readequaria o aparato institucional em torno da PI propiciando melhor atuação das empresas sul-coreanas no mercado internacional. A necessidade de exportar para garantir os benefícios do governo fez com que os *chaebols* tivessem o interesse de desenvolver a próprias tecnologias com vistas na concorrência internacional. Assim, a PI incentivou a evolução do setor de microeletrônica a partir da contratação de engenheiros de dupla nacionalidade, abertura de centros de pesquisa próximo aos concorrentes, incentivo ao avanço tecnológico doméstico e a transferência tecnológica em contratos. Concomitantemente ao apogeu do paradigma tecnológico da microeletrônica, o governo sul coreano, a partir do quinto PQDE, muda o foco do desenvolvimento da indústria pesada para a indústria de alta tecnologia, capacitando o desenvolvimento baseado na inovação tecnológica a partir da apropriação e internalização do desenvolvimento tecnológico. O sucesso da política industrial no que tange o processo de internalização da dinâmica inovativa é perceptível no caso da microeletrônica e em especial no caso da Samsung. Em 1985 o projeto do 256K DRAM desenvolvido pelo centro de pesquisa localizado no Vale do Silício supera o desempenho da memória desenvolvida pela

Micron Technology (EUA), de forma que na geração seguinte de memórias (1M DRAM), a Samsung consolidar-se-ia na vanguarda tecnológica no setor de memória quando o centro tecnológico sul-coreano apresenta o protótipo antes mesmo do centro americano.

A influência da PI sobre a tecnologia social do setor de microeletrônica resultaria na consolidação da indústria nacional no segmento de memórias. Uma vez que a PI impunha necessidade de exportação, os *chaebols* encontraram no segmento de memórias características que o elegeriam como o caminho de ingresso no paradigma. O avanço também esteve atrelado à exigência de desempenho nas exportações, de modo que as empresas importavam os componentes das economias centrais a fim de realizar a etapa de encapsulamento no país, aproveitando a qualidade e os custos da mão de obra para inserir-se competitivamente no mercado internacional. Uma vez que o segmento de memórias se caracteriza pelo alto nível de padronização e escala, as empresas sul coreanas, competitivas no mercado global, garantiram demanda suficiente para viabilizar a especialização no setor de fabricação de memórias (DRAM).

Os dados retirados da UNCTAD a cerca da indústria de microeletrônica sul coreana vêm confirmar a força do paradigma tecnológico no país. A primeira característica que vem chamar a atenção é o montante do valor bruto da produção industrial no setor, chegando a US\$ 100 bilhões em 2013. As fabricações de circuitos integrados eletrônicos, predominantemente memórias, representam mais que a metade da produção nacional. Os números do comércio exterior confirmam a inserção sul-coreana no paradigma, apresentando resultado da balança comercial positivo em US\$ 32 bilhões, sendo que US\$ 90 bilhões exportados e US\$ 57 bilhões importados.

No caso do Brasil, durante o paradigma da metalomecânica, a política de atração de IDE via reserva e mercado foi capaz de promover certa industrialização da nossa economia. Porém, a virada de paradigma tecnológico no final da década de 1970 impactou no aparato institucional e conseqüentemente na eficácia das políticas desenvolvimentistas, especialmente da política industrial. As políticas de reserva de mercado, incentivo às exportações e barreiras à importação tentaram incentivar as empresas nacionais e multinacionais a instalarem plantas produtivas completas de circuitos integrados. No entanto, a trajetória industrial caminhou na direção oposta, observou-se a segmentação produtiva e uma maior integração desses segmentos com os demais setores industriais via liberalização das barreiras comerciais. A dinâmica de inovações da indústria de microeletrônica no Brasil ficou resumida na relação empresa estatal e universidades e nas poucas empresas que se beneficiaram das políticas

protecionistas. Dessa forma, a PI não estimulou o paradigma tecnológico da microeletrônica, visto que o sistema setorial de inovação não esteve sujeito à concorrência e não apresentava relação com a trajetória tecnológica internacional. Uma vez que o sistema setorial de inovação concentrava-se em torno de instituições governamentais (empresas e universidades), o modelo de rotina de busca para novas soluções não foi desafiado e não precisou acompanhar a trajetória tecnológica do paradigma. Sendo assim, no caso da indústria de microeletrônica, a PI não induziu o avanço tecnológico de fronteira e sua aplicabilidade em outros setores.

Enquanto se consolidava o paradigma da microeletrônica, os sucessivos fracassos dos planos de estabilização no final década de 80 e primeiros anos da década de 90 viriam a comprometer qualquer tipo de investimento tanto em P&D como em modernização industrial. Aquelas economias as quais apresentaram melhor alinhamento da sua PI às novas características do paradigma conseguiriam inserir-se na dinâmica industrial, como a Coreia do Sul. No caso do Brasil, enquanto ao paradigma tecnológico se consolidava o país enfrentava desequilíbrio macroeconômico e os respectivos planos de estabilização, minando mais uma vez a entrada no novo paradigma.

Dessa forma, a indústria de microeletrônica não encontrou no Brasil um aparato institucional e econômico capaz de engendrar no novo paradigma. Nos anos 2000, com a retomada da PI, a política setorial do Programa Nacional de Microeletrônica, foi uma tentativa mesmo que tardia de desenvolver o setor no Brasil. O programa trouxe a compreensão de que a indústria já se encontra segmentada e em fase de maturação do paradigma, dificultando a entrada de economias retardatárias. Sendo assim ao fomentar a entrada de empresas no segmento de menor densidade tecnológica, as *Design Houses*, o programa se mostrou alinhado aos interesses privados à medida que se observou o crescimento das *Design Houses* nos últimos anos no Brasil. Já nos demais segmentos, devido à necessidade de cumulatividade de conhecimento e de capital, o mesmo programa foi inócuo. Após essas fases, nota-se que as posições no referido paradigma já estão determinadas e a possibilidade de entrada de novas economias se dá em segmentos periféricos ou naqueles de menor barreira à entrada (DHs e *back-end*). Sendo assim, as políticas industriais (PITCE, PDP e PBM) e as políticas setoriais (PNM, PADIS) vêm mostrando mais resultados no segmento de *Design Houses* e no segmento de *back-end* (localizados principalmente na ZFM), configurando assim boa parte do cenário da microeletrônica nacional.

Como resultado, as empresas brasileiras do setor de microeletrônica estão principalmente localizadas no segmento de *Design Houses*, o qual se configura

pelo menor volume de investimento e conhecimento. A ZFM completa boa parte da participação brasileira nos demais setores, com empresas concentradas no segmento *back-end* e encapsulamento (montagem) de componentes importados. A importância da ZFM é observada na fabricação de cartões inteligentes (encapsulamento) em que respondem por 23% do valor da produção industrial. Por fim os dados de comércio exterior confirmam o déficit estrutural na balança comercial do setor, US\$ 12 bilhões em 2013, sendo o leste asiático como a principal origem das importações. Outro setor no qual o Brasil apresenta uma recente inserção é o setor de testes e encapsulamento. Entretanto, tal segmento se encontra no final da cadeia produtiva e não requer altos níveis tecnológicos. Essas indústrias buscam aproveitar benefícios alfandegários, como da Zona Franca de Manaus, para ter acesso ao mercado interno. O Brasil se insere nas duas pontas da cadeia produtiva da microeletrônica: a primeira devido às baixas barreiras à entrada e na última atrelada aos ganhos tributários ao se montar, em território nacional, *chips* produzidos em outros países.

A dificuldade de se inserir no novo paradigma nos segmentos de maior valor agregado se justifica uma vez que a janela de oportunidade aberta pelo paradigma na década de 1980 se fechou na década seguinte. Os países que conseguiram incentivar sua indústria, já o fizeram há 20 anos, permitindo que suas empresas participassem da trajetória tecnológica do paradigma e se inserissem em determinados segmentos da cadeia produtiva. Hoje, percebe-se que o Brasil insere-se como consumidor dos componentes da indústria de microeletrônica, tanto no que tange à importação de bens de consumo duráveis e máquinas e equipamentos como também à necessidade de importação dos componentes de maior coeficiente tecnológicos atrelados à microeletrônica. A margem de atuação do arranjo produtivo e tecnológico da indústria de microeletrônica brasileira é confirmada a partir da entrevista concedida ao IEDI (Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial) por Sicsú (2015) vice-presidente de Novos Negócios da Samsung América Latina:

IEDI: O que sobrou, então, para o Brasil?

Benjamin Sicsú: Sobrou a integração e a montagem final. Acontece o mesmo em quase todos os outros países. Alguns países, obviamente, se apropriam de partes da cadeia de valor pela execução do desenvolvimento, como os EUA e a Europa. Sobram para o Brasil, também, os serviços associados, como assistência técnica. Por que o Brasil não participa das outras etapas de produção? Porque o desenvolvimento é fruto de um ele-

vado nível educacional, o que ainda não temos. E porque o mundo, nessa lógica, reservou para 4 ou 5 países a manufatura dos componentes.

O paradigma tecnológico da microeletrônica vem apresentando sinais de fadiga como motor da dinâmica tecnológica industrial. Os caminhos da inovação tecnológica são tortuosos e em certa escala imprevisíveis, porém algumas tecnologias e setores têm tomado destaque nos avanços tecnológicos, como a nanotecnologia e a biotecnologia. A relação de suas respectivas trajetórias tecnológicas com o ambiente institucional serão responsáveis pela consolidação do próximo paradigma. Dessa forma, as economias as quais apresentarem o aparato institucional e PI mais adequadas, ou ainda, aquelas que demonstrarem melhor capacidade de adaptação do seu tecido institucional em torno do novo paradigma, estarão mais próximos de se beneficiarem da dinâmica industrial sob o próximo paradigma.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. O Novo Estado Desenvolvimentista e o Governo Lula. **Revista Economia & Tecnologia**, Curitiba, v.7, n. esp., p.69-89, 2011.
- AMSDEN, A. **The Rise of the Rest: Challenges to the West from Late Industrializing Economies**. New York: Oxford University Press, 2001.
- AMSDEN, A. **Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization**. Oxford: Oxford University Press, 1989.
- BELL, M. Approaches to Science and Technology Policy in the 1990s: Old Models and New Experiences. In: UNITED NATIONS ECONOMIC AND SOCIAL COMMISSION FOR WESTERN ASIA. **Proceedings of the Workshop on the Integration of Science and Technology**. New York: UN, 1994. p. 235-255.
- CANO, W.; SILVA, A. U. G. Política Industrial do Governo Lula. *In*: MAGALHÃES, J. P. de A. **Os anos Lula: contribuições para um balanço crítico 2003-2010**. Rio de Janeiro: Gramond, 2010. p. 181-208.
- CHANG, H-J. **The East Asian development experience: the miracle, the crisis and the future**. Penang, TWN; New York: Zed Books, 2008.
- CHANG, H-J. **Globalisation, economic development and the role of the State**. Penang, TWN; New York: Zed Books, 2004.

CHANG, H-J. **The political economy of industrial policy**. London: MacMillan Press, 1994.

CHANG, H-J.; EVANS, P. **The role of institutions in economic change**. Venice, 2000. Paper prepared for the meeting of the “Other Canon” group Venice, Italy, January 13-14.

CHOUNG, J.; HWANG, H.; HWANG, H-R. **Co-evolution of technology and institution in the developing countries**: Techno-Economics Department, Eletronics and Telecommunications Reserch Institute. Taejon, 2014.

CONCEIÇÃO, O. A. C. Há compatibilidade entre a ‘tecnologia social’ de Nelson e a ‘causalidade vebleniana’ de Hodgson?. **Revista de Economia Política**, São Paulo, v. 32, p. 109-127, 2012.

CONCEIÇÃO, O. A. C. Tecnologia Social e Instituições: uma relação conceitual simbiótica. **Economia & Tecnologia**, Curitiba, v. 16, p. 99-108, 2009.

CONCEIÇÃO, O. A. C. A Dimensão Institucional do Processo de Crescimento Econômico: inovações e mudanças institucionais, rotinas e tecnologia social. **Economia e Sociedade**, Campinas. v. 17, p. 85-105, 2008.

CONCEIÇÃO, O. A. C. O conceito de instituição nas modernas abordagens institucionalistas. **Revista de Economia Contemporânea**, Rio de Janeiro, v. 6, n.2, p. 119-146, 2002.

CONCEIÇÃO, O. A. C. Novas tecnologias, novo paradigma tecnológico ou nova regulação: a procura do novo. **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, 1996.

COUTINHO, L. Coreia do Sul e Brasil: paralelos, sucessos e desastres. In: FIORI, J. (org.). **Estados e moedas no desenvolvimento das nações**. Rio de Janeiro: Petrópolis: Vozes, 1999. p. 351-378.

DAHLMAN, C. **Electronics Development Strategy**: The Role of Government. Washington, DC: The World Bank, 1989. Unpublished.

DALLACQUA, F. Crescimento e estabilização na Coréia do Sul, 1950-86. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 45, p. 103-125, jan./mar. 1991.

DOSI, G. Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation. **Journal of Economic Literature**, Pittsburgh, PA, v.26, n.3, p.1120-1171, 1988.

DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, Gothenburg, v.11, n.3, p.147-162, Jun. 1982.

EOM, B.Y.; LEE, K. Modes of knowledge transfer form PROs and firm performance: the case of Korea. **Seoul Journal of Economics**, Seul, v. 22, n. 4, p. 500-528, 2009.

FERRAZ, J. C.; DE PAULA, G.; KUPFER, D. Política Industrial. *In*: KUPFER, D.; HASENCLEVER, L. **Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2002. p.545-565.

FERRAZ, J.C.; KUPFER, D.; IOOTY, M. Made in Brazil: Industrial Competitiveness 10 Years after Economic Liberalisation. *In*: HAMAGUCHI, N. (org.). **A Study on the Impact of Economic Liberalization in Brazil: 1995-2002**. Rio de Janeiro, 2003. (Latin America Studies Series, n. 4). Cap. 2.

FERRAZ, J. C.; SOUZA, F.; KUPFER, D. Trayectorias para el Desarrollo Brasileño. **Boletín Informativo Techint**, Buenos Aires, v. 333, p. 39-54, 2010.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. Structural crises of adjustmet: business cycles and investment behaviour. *In*: DOSI, G. *et al.* **Technical change and economic theory**. Londres: Pinter Publishers, 1988. p.38-66.

GRAZZIOTIN, H.; ÁVILA, R.; HERRLEIN JR., R. A Economia Política Institucionalista e o desenvolvimento. *In*: DATHEIN, R. (org.). **Desenvolvimentismo: o conceito, as bases teóricas as políticas**. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 2015. p.113-156.

GUERREIRO, I. **Formulação e avaliação de política industrial e o caso da PDP**. 2012. Tese (Doutorado em Economia) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

GUTIERREZ, R.; MENDES, L. Complexo eletrônico: o projeto em microeletrônica no Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n.30, p.157-209, 2009.

HODGSON, G. John R. Commons and the Foundations of Institutional Economics. **Journal of Economic Issues**, London, v.37, n.3, p.547-576, 2003.

HODGSON, G. The Evolution of Institutions: An Agenda for Future Theoretical Research. **Constitutional Political Economy**, Amsterdam, v.13, p.111–127, 2002.

HODGSON, G. **Economics and Evolution: Bringing Life Back Into Economics**. Cambridge UK: Ann Arbor, MI: Polity Press; University of Michigan Press, 1993.

HODGSON, G. **Economics and Institutions: A Manifest for a Modern Institutional Economics**. Cambridge: Philadelphia: Polity Press; University of Pennsylvania Press, 1988.

HOLLANDA, F.; ARRUDA, M.; VERMULM, R. **Inovação Tecnológica no Brasil: A Indústria em Busca da Competitividade Global**. São Paulo: ANPEI, 2006.

KIM, S. R. The Korean System of Innovation and the Semiconductor Industry: A Governance Perspective. **Industrial and Corporate Change**, Oxford, v.7, n.2, p.275–309, Jun. 1998.

LAPLANE, M.; FERREIRA, A.; BORGHI, R. Padrões de crescimento, investimento e processos inovadores: o caso da Coreia do Sul. *In*: BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Padrões de desenvolvimento econômico (1950–2008): América Latina, Ásia e Rússia**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013. 2v. p.491-556.

LEE, P. **Investimentos coreanos no mundo: IDE e internacionalização das empresas sul-coreana**. 2011. 132 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

MASIERO, G. As lições da Coreia do Sul. **RAE Executivo**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 16-21, 2000.

MELO, P.; RIOS, E.; GUTIERREZ, R. Componentes Eletrônicos: Perspectivas para o Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 11, p.47-70, mar. 2002.

MODY, A. Institutions and Dynamic Comparative Advantage: Electronics Industry in South Korea and Taiwan. **World Bank Industry and Energy Department Working Paper**, Washington, DC, n.9, p. 11, 1989.

MOWERY, D.; STEINMUELLER, W. Participation of developing nations in the global integrated circuit industry: The Experience of the U.S., Japan, and the NIE'S. **The Economics of Technology**, Boston, n.9, 1991.

NELSON, R. Bringing institutions into evolutionary growth theory. **Journal of Evolutionary Economics**, Jena, v. 12, p.17-28, 2002.

NICOLAS, F.; THOMSEN, S.; BANG, M. Lessons from Investment Policy Reform in Korea. **OECD Working Papers on International Investment**, Paris, n. 2, 2013.

NORTH, D. **Finance and technical change: A long-term view**. *In*: HANUSCH, H.; PYKA, A. (ed.). **The Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics**. Cheltenham: Edward Elgar, 2005. p. 775-799.

NORTH, D. Some Fundamental Puzzles in Economic History/Development. *In*: ARTHUR, W. B.; DURLAUF, S. N.; LANE, D. A. (ed.). **The Economy as an Evolving Complex System II**. Boston: Addison-Wesley, 1995. p.223-237.

NORTH, D. Institutions. **Journal of Economic Perspectives**, Pittsburgh, PA, v.5, p.97-112, 1991.

NORTH, D. The New Institutional Economics. **Journal of Institutional and Theoretical Economics**, n.142, p.230-237, 1986.

PACK, H. A pesquisa e o desenvolvimento no processo de desenvolvimento industrial. *In*: KIM, L.; NELSON, R. R. **Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente**. Campinas: Ed. da Unicamp, 2005. p. 413-448.

PALMA, G. Gansos voadores e patos vulneráveis: a diferença da liderança do Japão e dos Estados Unidos, no desenvolvimento do Sudeste asiático e da América Latina. *In*: FIORI, J. L. (org.). **O Poder americano**. Petrópolis: Vozes. 2004. p. 393-454.

PEREZ, C. **Revoluciones tecnológicas y capital financiero**: la dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza. México: Siglo XXI, 2004.

RIPPER FILHO, J. E. História da Microeletrônica no Brasil. *In*: BRASIL. **O futuro da indústria de semicondutores**: a perspectiva do Brasil. Brasília. 2004. (Série Política Industrial, 3). p.35-75.

SALERNO, M. S. A política industrial, tecnológica e de comércio exterior do governo federal. **Parcerias Estratégicas**, Brasília, v. 19, n.19, p. 13-35, 2004.

SAMUELS, W. The present state of institutional economics. **Cambridge Journal of Economics**, v.19, p.569-590, 1995.

SICSÚ, B. Passado, Presente e Futuro da Indústria Eletroeletrônica no Brasil. **Carta IEDI**, n. 661, 2015. Entrevista concedida a IEDI.

SUZIGAN, W.; FURTADO, J. Instituições e Políticas Industriais e Tecnológicas: Reflexões a Partir da Experiência Brasileira. **Estudos econômicos**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 7-41, jan./mar. 2010.

SUZIGAN, W.; VILLELA, A. V. **Industrial Policy in Brazil**. Campinas: Ed. da Unicamp; Fapesp, 1997.

VEBLEN, T. Why is economics not an evolutionary science?. **Quartely Journal of Economics**, Oxford, v.12, n.3, p. 373-397, 1898.

Recebido em: 20 de novembro de 2019.

Aprovado em: 28 de janeiro de 2020.