

Hermano Caixeta Ibrahim

**A INDÚSTRIA MICROELETRÔNICA NO BRASIL E NA
COREIA DO SUL: estudo sobre padrão de desenvolvimento**

Dissertação submetida ao Programa de
Pós-Graduação em Economia da
Universidade Federal de Santa Catarina
para a obtenção do Grau de Mestre em
Economia.

Orientador: Silvio Antonio Ferraz Cario

Florianópolis
2015

Este trabalho é dedicado àqueles que
vislumbram a soberania industrial e
tecnológica brasileira

AGRADECIMENTOS

A opção pelo mestrado se fez natural com o término da graduação, uma vez que entendia a necessidade de me manter na construção do conhecimento, aprimorando-o e elevando a minha capacidade de análise. A mudança geográfica de Minas Gerais para Santa Catarina e o nível de exigência do curso de mestrado se colocaram como as primeiras barreiras nessa nova jornada. Passados os primeiros meses de curso, foi possível perceber o ganho profissional e pessoal que essa experiência me propiciou a partir de novas exigências, disciplinas, conceitos, pessoas, lugares, etc. Ao longo desses dois anos acumulei conhecimento e experiências profissionais e pessoais as quais compõem estruturalmente a pessoa que venho me tornando. Assim como o desenvolvimento econômico ou o desenvolvimento pessoal não se dá de forma natural, necessita-se definir objetivos, delimitar estratégias e empreender ações ativas. Os últimos dois anos não foram fáceis, mas os desafios e experiências neles inseridos foram fundamentais na minha formação como economista e como ser humano.

Gostaria de agradecer primeiramente à oportunidade e responsabilidade conferida a mim pelo governo federal por meio do financiamento do sistema público de educação superior, em especial à pós-graduação e o fomento financeiro concedido aos alunos. Espero retribuir à sociedade brasileira os gastos em minha formação a partir do avanço acadêmico na investigação do desenvolvimento econômico. Em seguida agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal da Santa Catarina e seus membros, responsáveis por prover as condições necessárias ao meu e desenvolvimento pessoal.

De forma especial, gostaria de agradecer ao meu mentor, professor Silvio Cario, pela incontestável e imensurável contribuição para com minha formação. Obrigado por me guiar durante quase dois anos, ao longo de disciplinas, orientações e pesquisas; bem como pelos ensinamentos e filosofias de vida, as quais levarei comigo. Agradeço também a minha mãe, Dagmar Pereira Caixeta, pelo tradicional e incondicional apoio às minhas decisões; ao meu pai, Oswaldo Alves Ibrahim, pela parceria e incentivos; e por fim, meus colegas do PPGECO pela amizade e a ajuda recíprocos ao longo desse período e aos demais amigos pelo incentivo e reconhecimento.

RESUMO

O paradigma tecnológico da microeletrônica nasce na segunda metade da década de 1970 conferindo maior versatilidade, automação e independência às máquinas do paradigma tecnológico da metal-mecânica. Em meio à mudança no padrão de desenvolvimento tecnológico industrial se observa uma mudança no arranjo institucional internacional durante a década de 1980 responsável pelos distintos desenvolvimentos do Brasil e da Coreia do Sul. Sendo assim, o presente trabalho vem dissertar sobre as distintas trajetórias de desenvolvimento econômico do Brasil e da Coreia do Sul ao longo do paradigma tecnológico da microeletrônica a partir da análise neo-schumpeteriana e institucional. Para tanto, o trabalho analisa de forma comparativa os arranjos institucionais e os esforços de desenvolvimento tecnológicos empreendidos por ambos os países na indústria de microeletrônica. Primeiramente, no campo teórico, o trabalho se preocupa em abordar e discutir a escola neo-schumpeteriana e institucional no tocante aos principais conceitos, objetos de análise e a relação com o desenvolvimento econômico. Os respectivos conceitos corroboram com o entendimento a cerca da importância da relação do ambiente institucional com o paradigma tecnológico vigente e o impacto dessa interação sobre ao desenvolvimento econômico. Em seguida, o trabalho volta-se para o estudo da indústria microeletrônica, sua estrutura e padrão de concorrência a partir do resgate da sua trajetória tecnológica, evolução da cadeia produtiva, principais empresas e países, comércio exterior, etc. Logo após, o trabalho analisa o comportamento da economia brasileira durante o paradigma tecnológico da microeletrônica resgatando as principais características do ambiente institucional brasileiro e sua incapacidade de promover o desenvolvimento tecnológico e industrial no novo paradigma. O grau de maturidade da industrialização brasileira e sua dependência externa financeira e tecnológica, o fracasso na condução do II PND, a crise da dívida externa e seus desdobramentos sobre a economia, o processo de estabilização financeira da década de 1990 e a sobreposição da condução da política macroeconômica sobre a política industrial durante o paradigma da microeletrônica, impedira a continuação do processo *catching up* tecnológico brasileiro no paradigma subsequente. Em contraponto, a análise do desenvolvimento da economia sul coreana vem justificar o sucesso do esforço do desenvolvimento tecnológico, confirmado pela trajetória da indústria sul coreana de microeletrônica, bem como seus

resultados expostos na série de dados a cerca da indústria. A construção da estratégia de industrialização voltada para o mercado externo a partir de meados da década de 1960, os seguidos PQDEs e suas políticas setoriais de desenvolvimento industrial e tecnológico juntamente com o contexto político econômico do período, permitira à Coreia do Sul manter seu processo de *catchig up* tecnológico ao longo do paradigma da microeletrônica, inserindo-se no segmento de memórias (DRAM). A partir dos estudos sobre ambos os padrões de desenvolvimento o trabalho vem qualificar e explicar como a estrutura e ações institucionais juntamente com os esforços de desenvolvimento tecnológico contribuíram para desiguais processos constitutivos e desenvolvimento da indústria de microeletrônica no Brasil e na Coreia do Sul.

Palavras-chave: Inovação; Instituições; Trajetória tecnológica; Paradigma tecnológico Desenvolvimento; Indústria de microeletrônica; Brasil; Coreia do Sul.

ABSTRACT

The technological paradigm of microelectronics born in the second half of the 1970s providing greater versatility, automation and independence for the machines technological paradigm of metal mechanics. During the change in the pattern of industrial technological development observed a change in the international institutional arrangement during the 1980s responsible for different developments in Brazil and South Korea. Thus, the present work lecture about the different economic development trajectories Brazil and South Korea along the technological paradigm of microelectronics from the neo-Schumpeterian and institutional analysis. Therefore this paper analyzes comparatively the institutional arrangements and technological development efforts undertaken by both countries in the microelectronics industry. First, the theoretical framework, the work is concerned to address and discuss the neo-Schumpeterian and institutional school on the key concepts, analysis of objects and the relationship with economic development. Their concepts corroborate the understanding about the importance of the institutional environment compared with the current technological paradigm and the impact of this interaction on economic development. Then, the work turns to the study of the microelectronics industry, its structure and competition pattern, from the redemption of its technological trajectory, evolution of the production chain, leading companies and countries, foreign trade, etc. Then the paper analyzes the behavior of the Brazilian economy during the technological paradigm of microelectronics rescuing the main characteristics of the Brazilian institutional environment and its inability to promote technological and industrial development on the new paradigm. The degree of maturity of Brazilian industrialization and the financial and technological external dependency, failure in conducting the II PND, the crisis of external debt and its consequences on the economy, the financial stabilization process of the 1990s and the conduction overlap of macroeconomic policy on industrial policy for the paradigm of microelectronics, prevented the continuation of technological catching up process on the subsequent paradigm. In contrast, analysis of the South Korean economy development comes to justify the success of the effort of technological development, confirmed by the trajectory of the South Korean industry of microelectronics and their results shown in the series of data about the industry. The construction of the industrialization strategy promoted by the external

market from the mid-1960s, followed PQDEs and its sectoral policies of industrial and technological development along with economic political context of the period, allowed South Korea to keep its process of technological catching up along the microelectronics paradigm, inserting in its dynamics in the memory segment (DRAM) .From studies of both standards development work comes qualify and explain how the structure and institutional actions with the efforts of technological development contributed to unequal constitutive processes and development of the microelectronics industry in Brazil and South Korea.

Keywords: Innovation; Institutions; Technological trajectory; Technological development paradigm; Microelectronics industry; Brazil; South Korea

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1 - Espiral do Conhecimento. | 51 |
| Figura 2 - Etapas do Processo de Produção de CI e os atores da Indústria..... | 90 |
| Figura 3 - Relações produtivas entre os segmentos da indústria de microeletrônica. | 99 |
| Figura 4 - Importação mundial de microeletrônica em 2013..... | 110 |
| Figura 5 - Exportação mundial de microeletrônica em 2013..... | 111 |
| Figura 6 - Linha do Tempo da Indústria Nacional de Microeletrônica..... | 174 |
| Figura 7 - Origens das importações brasileiras do setor de microeletrônica em 2013..... | 187 |
| Figura 8 – Destino das exportações do setor de microeletrônica brasileira em 2013. | 188 |
| Figura 9 – Linha do Tempo da Indústria Nacional de Microeletrônica da Coreia do Sul..... | 240 |
| Figura 10 - Origem das importações de microeletrônica da Coreia do Sul em 2013..... | 247 |
| Figura 11 - Destino das exportações de microeletrônica da Coreia do Sul em 2013..... | 247 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|-----|
| Quadro 1 - Questão de pesquisa e seus desdobramentos quanto às variáveis de análise, pressupostos e questões a serem respondidas..... | 30 |
| Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens do Conhecimento Tácito e Explícito | 50 |
| Quadro 3 - Estratégias Tecnológicas em Vários Regimes Tecnológicos. | 59 |
| Quadro 4 - Pressupostos analíticos com incidência complementar..... | 82 |
| Quadro 5 - Segmentação dos empreendimentos na cadeia produtiva de CIs. | 92 |
| Quadro 6 - Participação das principais foundries, 2001 e 2008. | 105 |
| Quadro 7 - Produtores Mundiais de Microeletrônica de 2012 a 2015..... | 111 |
| Quadro 8 - Segmentação produtiva, disposição geográfica e principais empresas da indústria de microeletrônica em 2013. | 120 |
| Quadro 9- Desempenho econômico brasileiro entre 1950 a 2012, em %..... | 133 |
| Quadro 10 - Economia brasileira X Paradigma tecnológico: principais características | 150 |
| Quadro 11 - Marcos de desenvolvimento tecnológico ocorridos no LME. | 153 |
| Quadro 12 – Principais empresas atuantes no mercado brasileiro até 2011. | 175 |
| Quadro 13 – 10 maiores empresas instaladas na ZFM em 2010 | 178 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 14 - Governos e principais acontecimentos do desenvolvimento Sul-Coreano entre 1948 e 2003..... | 201 |
| Quadro 15 - Desempenho econômico sul coreano no período de 1950 a 2012, em % - | 220 |
| Quadro 16 - Trajetória da política de inovação em C&T sul-coreana..... | 221 |
| Quadro 17 - Economia sul coreana X Paradigma tecnológico: principais características..... | 225 |
| Quadro 18 - Parceria firmadas entre empresas coreanas e o resto do mundo, 1989 a 1996..... | 238 |
| Quadro 19 - Economia e indústria de microeletrônica brasileira e sul coreana X Paradigma tecnológico: principais características..... | 263 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----|
| Tabela 1 - 20 maiores empresas de semicondutores do mundo, segundo valor das vendas do primeiro semestre de 2013.... | 101 |
| Tabela 2 - Evolução do faturamento mundial de semicondutores por tipo de CI de 1995 a 2000 (US\$ Bilhões). | 103 |
| Tabela 3 - 15 Maiores empresas de semicondutores sem fábricas de CI (Fables) em 2001..... | 106 |
| Tabela 4 - Principais produtos da Zona Franca de Manaus no ano de 2010. | 179 |
| Tabela 5 - Número de estabelecimentos, empregados e tamanho médio das empresas do setor de microeletrônica do Brasil em 2007, 2010 e 2013..... | 181 |
| Tabela 6 - Empresas que implementaram inovações no setor de fabricação de componentes eletrônicos entre 2005 a 2011 ... | 181 |
| Tabela 7 - Participação percentual das exportações e importações de microeletrônica frente a balança comercial de 1997 a 2011 | 186 |
| Tabela 8 - Padrões e estratégias de desenvolvimento na Coreia do Sul, 1953 em diante..... | 205 |
| Tabela 9 - Principais Atividades dos cinco maiores conglomerados coreanos em 1981 | 211 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|--|-----|
| Gráfico 1 - Venda mundial de semicondutores entre 2000 e 2008 (US\$ Bilhões)..... | 103 |
| Gráfico 2 - Evolução das exportações da indústria mundial de microeletrônica entre 1995 e 2013..... | 108 |
| Gráfico 3 - Evolução das importações da indústria mundial de microeletrônica entre 1995 e 2013..... | 109 |
| Gráfico 4 - Evolução do valor produção industrial brasileira de Microeletrônica de 2005 a 2012..... | 183 |
| Gráfico 5 - Evolução da produtividade da indústria de microeletrônica entre 2007 e 2011(R\$)..... | 184 |
| Gráfico 6 - Saldo comercial brasileira na indústria de microeletrônica entre os anos de 1995 a 2013. | 185 |
| Gráfico 7 - Valor bruto da produção Industrial (VBPI) da indústria de microeletrônica coreana entre 2000 e 2013 (US\$ Bilhões). | 242 |
| Gráfico 8 – Número de estabelecimentos da indústria de microeletrônica coreana entre 2000 e 2013..... | 243 |
| Gráfico 9 – Número de trabalhadores da indústria de microeletrônica coreana entre 2005 e 2013 (exceto 2010). .. | 244 |
| Gráfico 10 - Produtividade da indústria de microeletrônica coreana entre 2000 e 2013 (exceto 2010) em US\$ MIL. | 245 |
| Gráfico 11 - Balança comercial do setor de microeletrônica da Coreia do Sul entre 1995 a 2013. | 246 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|---|
| II PND | Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento |
| ABDI | Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial |
| ASIC | <i>Application Specific Integrated Circuits</i> |
| BNDES | Bando Nacional do Desenvolvimento Social |
| CAPRE | Comissão de Atividades de Processamento Eletrônico |
| CI | Circuito Integrado |
| CNAE | Classificação Nacional de Atividades Econômicas |
| CNDI | Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial |
| COBRAS | Computadores e Sistemas Brasileiros S/A |
| CPA | Comissão de Política Aduaneira |
| DH | <i>Design Houses</i> |
| DSP | <i>Digital Signal Processor</i> |
| ELPD | <i>Electrically prorammmable Logic Devices</i> |
| FIESP | Federação das Indústrias de São Paulo |
| FINEP | Financiadora de Estudos e Projetos |
| FMC | Células Flexíveis de Manufatura |
| FMI | Fundo Monetário Internacional |
| FMM | Módulos Flexíveis de Manufatura |
| FMS | Sistemas Flexíveis de Manufatura |
| FPGA | <i>Gate-Arrays</i> programáveis pelo usuário |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IDE | Investimento Direto Externo |
| IDM | <i>Integrated Device Manufacturer</i> |
| IEDI | Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial |
| IP | <i>Intelectual Property</i> |
| IPI | Imposto sobre Produtos Industrializados |
| ITA | Instituto Tecnológico de Aeronáutica |
| KAIST | <i>Korean Advanced Institute of Science and Technology</i> |
| KDB | <i>Korean Development Bank</i> |
| KETRI | <i>Korean Electronics and Telecommunications Research Institute</i> |
| KIET | <i>Korean Institute of Electronics and Technology</i> |
| KOSIS | <i>Korean Statistical Information Service</i> |
| LED | Laboratório de Eletrônica e Dispositivos |
| LIT | Lei de Inovação Tecnológica |
| LME | Laboratório de Microeletrônica |
| MCT | Ministério de Ciência e Tecnologia |
| MIDC | Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comercio |

| | |
|-------|---|
| | Exterior |
| NCM | Nomenclatura Comum ao Mercosul |
| P&D | Pesquisa e Desenvolvimento |
| PADIS | Programa de Apoio ao Desenvolvimento tecnológico da Indústria de Semicondutores |
| PAEG | Plano de Ação Econômica do Governo |
| PBM | Plano Brasil Maior |
| PDP | Política de Desenvolvimento Produtivo |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|------------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 23 |
| 1.1 | PROBLEMA DE PESQUISA | 23 |
| 1.2 | OBJETIVOS | 25 |
| 1.2.1 | Objetivo Geral | 25 |
| 1.2.2 | Objetivos específicos | 25 |
| 1.3 | HIPÓTESE | 26 |
| 1.4 | JUSTIFICATIVA | 26 |
| 1.5 | MÉTODO DE PESQUISA | 27 |
| 1.6 | ESTRUTURA DO TRABALHO | 29 |
| 2 | TRATAMENTO TEÓRICO ANALÍTICO: ABORDAGENS SCHUMPETERIANA E INSTITUCIONALISTA | 32 |
| 2.1 | INTRODUÇÃO | 32 |
| 2.2 | TEORIA SCHUMPETERIANA E A DINÂMICA DO PROCESSO DE INOVAÇÃO | 32 |
| 2.2.1 | Paradigmas e trajetórias tecnológicas | 38 |
| 2.2.2 | Rotina, Busca e Seleção | 43 |
| 2.2.3 | Conhecimento e Aprendizagem | 48 |
| 2.2.4 | Regimes tecnológicos, padrões e sistemas de inovação | 54 |
| 2.3 | A CORRENTE INSTITUCIONALISTA | 61 |
| 2.3.1 | Economia institucional: objeto, metodologia e conceitos. | 64 |
| 2.3.2 | Institucionalismo e o desenvolvimento econômico | 72 |
| 2.4 | NEO-SCHUMPETERIANOS E INSTITUCIONALISTAS: COMPLEMENTARIDADE TEÓRICA | 78 |
| 3 | A INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA: ESTRUTURA DA INDÚSTRIA E O PADRÃO DE CONCORRÊNCIA | 84 |
| 3.1 | INTRODUÇÃO | 84 |
| 3.2 | CARACTERÍSTICAS E TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DA INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA | 85 |
| 3.3 | DADOS DA INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA | 100 |
| 3.4 | INDÚSTRIA MICROELETRÔNICA: AVALIAÇÃO TEÓRICA E ANALÍTICA | 112 |
| 4 | A INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA NO BRASIL | 121 |
| 4.1 | INTRODUÇÃO | 121 |
| 4.2 | A ECONOMIA BRASILEIRA DURANTE A MUDANÇA DE PARADIGMA TECNOLÓGICO | 122 |
| 4.3 | A INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA NO BRASIL | 151 |

| | | |
|------------|---|------------|
| 4.4 | DADOS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE MICROELETRÔNICA | 175 |
| 4.5 | INDÚSTRIA MICROELETRÔNICA BRASILEIRA: AVALIAÇÃO TEÓRICA E ANALÍTICA | 188 |
| 5 | A INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA NA COREIA DO SUL | 197 |
| 5.1 | INTRODUÇÃO | 197 |
| 5.2 | A ECONOMIA SUL-COREANA E A MUDANÇA DE PARADIGMA TECNOLÓGICO | 198 |
| 5.3 | A INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA NA COREIA DO SUL | 227 |
| 5.4 | DADOS DA INDÚSTRIA SUL COREANA DE MICROELETRÔNICA. | 241 |
| 5.5 | INDÚSTRIA MICROELETRÔNICA SUL COREANA: AVALIAÇÃO TEÓRICA E ANALÍTICA | 248 |
| 6 | A GUIA DA CONCLUSÃO | 255 |
| | REFERÊNCIAS | 267 |

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O desenvolvimento econômico é um dos grandes objetivos da ciência econômica, a qual se propõe a estudar e entender determinadas estruturas e tenta conduzi-la em direção à melhoria da qualidade de vida da população a partir da economia. Cada um dos países guarda distintas trajetórias de desenvolvimento econômico ao longo da história, as quais foram construídas a partir das decisões do seu povo e submetidas ao contexto internacional. Neste contexto, o desenvolvimento econômico e a industrialização guardam intensa intimidade quando analisamos os países os quais alcançaram os maiores níveis de desempenho nos últimos dois séculos. A indústria e o processo de industrialização de um país vêm assumir o centro da discussão do desenvolvimento econômico. A industrialização e a própria indústria guardam peculiaridades as quais necessitam de uma investigação profunda e concisa para que se possa promovê-la.

Ao se dedicar em analisar o Brasil pode-se notar que o país enfrenta ainda sérios empecilhos ao seu desenvolvimento econômico e no avanço de sua estrutura industrial de modo que, em contraponto, percebe-se que alguns países recentemente conseguiram superar o atraso industrial propiciando à sua população ganhos na qualidade de vida. Um desses países que tem se constituído no paradigma referencial é a Coreia do Sul. Nos últimos sessenta anos o país conseguiu promover constantemente sua industrialização, consolidando-se como um dos países mais desenvolvidos e industrializados. Sendo este um grande caso de sucesso no desenvolvimento econômico, o qual contou com forte contribuição de sua estrutura industrial.

Ambos os países precisaram enfrentar as dificuldades da industrialização tardia e iniciaram suas respectivas industrializações a partir da estratégia e substituição de importação. No entanto, a construção e a relação do ambiente institucional com a estrutura tecnológica industrial conduziram nos últimos anos à trajetórias distintas no que tange à inserção industrial. Os contrastes nos níveis de desenvolvimento econômico e industrial entre o Brasil e a Coreia do Sul são frutos dos diferentes comportamentos das respectivas economias ao longo do paradigma tecnológico da microeletrônica. Sendo assim, incita-se a entender quais as características e de que modo cada um dos

países vieram a se comportar ao longo das últimas décadas, justificando a realidade atual.

Classificado como uma economia de industrialização tardia, o Brasil veio ao longo da segunda metade do século XX empreendendo esforços na tentativa de realizar o *catching up* tecnológico industrial. O modelo de industrialização baseado na substituição de importações a partir dos incentivos aos investimentos diretos externos permitira à economia brasileira experimentar altos níveis de desenvolvimento econômico e tecnológico. Dessa forma, o Brasil apresentara entrosamento entre seu ambiente institucional e o respectivo paradigma propiciando o relativo *catching up* tecnológico até o final da década de 1970. No entanto, nas décadas seguintes ao chamado “milagre brasileiro” a estratégia de industrialização passa a mostrar sinais de fadiga assim como o próprio paradigma, incitando a mudança tecnológica e institucional ocorrida durante a década de 1980. Porém, o longo período de crise econômica e a primazia dos esforços voltados à estabilização impossibilitaram uma reestruturação produtiva virtuosa. Concomitantemente, a eclosão de um novo paradigma tecnológico acompanhada pelas mudanças institucionais da década impactaria decisivamente no processo de industrialização nacional, de modo a impedir o egresso brasileiro no novo paradigma. Frente a essa nova realidade, nota-se que o Brasil vem enfrentando dificuldades estruturais na promoção do desenvolvimento na égide do paradigma tecnológico da microeletrônica.

A trajetória de desenvolvimento econômico da Coreia do Sul nos últimos anos vem contrapor o comportamento e desdobramentos sobre a economia brasileira. Também considerado um país de industrialização tardia, a Coreia do Sul, assim como o Brasil, iniciara sua industrialização a partir do modelo de substituição de importação. No entanto, durante seu desenvolvimento o país elegeu a industrialização como propulsora do desenvolvimento a partir de vários planos quinquenais de desenvolvimento. Tais planos sucederam ao longo do tempo procurando diminuir a dependência produtiva e tecnológica e ser orientando para o mercado externo. A década de 1980 e os consequentes acontecimentos no ambiente institucional e tecnológico internacional, também impactariam a Coreia do Sul. No entanto, o país mostrou-se capaz de manter seu processo de industrialização durante a mudança do paradigma tecnológico fordista para o paradigma da microeletrônica, consolidando o seu *catching up* tecnológico definitivo a partir do egresso e participação ativa no paradigma atual.

Nos dias atuais a Coreia do Sul figura como uma das principais referências produtivas neste segmento, enquanto o Brasil e sua estrutura produtiva encontram-se distantes das condições necessárias ao desenvolvimento do setor. Dessa forma, faz-se necessário entender e qualificar a relação do ambiente institucionais dessas economias com suas distintas trajetórias tecnológicas industriais, elucidando quais fatores levaram e permitiram o egresso da estrutura indústria sul coreana no paradigma tecnológico da microeletrônica e quais condicionantes impediram o avanço da indústria brasileira no respectivo paradigma. Incitado por essa discrepância no que tange à inserção no paradigma da microeletrônica e seu impacto no desenvolvimento da nação, apresenta-se a seguinte questão:

Até que ponto os arcabouços institucionais e os esforços de desenvolvimento tecnológico são responsáveis pelos desempenhos econômicos distintos da indústria da microeletrônica no Brasil e na Coreia do Sul?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar de forma comparativa os arranjos institucionais e os esforços de desenvolvimento tecnológico empreendidos pelo Brasil e pela Coreia do Sul na indústria microeletrônica.

1.2.2 Objetivos específicos

- Apresentar as principais referências e corroborar com a aproximação entre as teorias neo-schumpeteriana e institucional para o entendimento do processo de desenvolvimento
- Caracterizar as estruturas produtivas, tecnológicas e o padrão de concorrência da indústria de microeletrônica
- Analisar a constituição e as trajetórias de expansão da indústria de microeletrônica à luz do desenvolvimento da economia brasileira e sul coreana.

1.3 HIPÓTESE

Supõe-se que a estrutura e ações institucionais, juntamente com os esforços de desenvolvimento tecnológico, contribuíram para desiguais processos constitutivos e desenvolvimento da indústria de microeletrônica no Brasil e na Coreia do Sul.

1.4 JUSTIFICATIVA

Mesmo entendendo que cada país guarda características próprias da sua população e assim configuram distintos comportamentos, o presente trabalho vem utilizar a comparação entre dois países entendendo que os estudos comparados propiciam apontamentos de caminhos virtuosos e problemáticos responsáveis pelas distintas trajetórias. A partir do levantamento e análise do padrão de desenvolvimento, o trabalho evidencia quais as características pertencentes a cada uma das economias e de que forma as mesmas foram responsáveis pelos distintos resultados, tomando como base a mudança de paradigma tecnológico industrial comum a ambas as economias. Para tanto, toma-se como referência a indústria microeletrônica, referência principal do atual paradigma tecno-produtivo mundial.

Além deste aspecto, justifica-se este estudo pelo complemento que possibilita a outros trabalhos já realizados. Avança a partir do entendimento do desenvolvimento econômico explicitados pelos trabalhos de Arend (2012) e Laplane (1992), analisando o desenvolvimento econômico à luz da mudança do paradigma tecnológico. Assim como complementa os estudos realizados por Canuto (1999), Coutinho (1995) e Masieiro (2002) sobre a Coreia do Sul. A indústria escolhida, bem como sua evolução, é tratada nos trabalhos de Bromberg (2008), de Carvalho (2006) e Magoga (2013), os quais estudaram a indústria de microeletrônica no Brasil, juntamente com os trabalhos de Choung, Hwang e Hwang (2014) e Kim e Westney (1999) que tratam, dentre outros aspectos, da indústria de microeletrônica sul coreana.

Além disso, considera-se uma contribuição até então inexistente de analisar a indústria microeletrônica sobre a base teórica institucionalista e neo-schumpeteriana. Tais bases teóricas se complementam na explicação dos fenômenos econômicos. Assim sendo, as regras, normas, hábitos, cultura, padrão, entre outros aspectos

institucionais somam-se aos procedimentos de busca, rotina, seleção, trajetória, paradigma tecnológico e sistemas inovativos presentes no tratamento schumpeteriano.

1.5 MÉTODO DE PESQUISA

Para identificar, entender e relacionar as diferenças características institucionais e inovativas dos respectivos países pode-se classificar esse trabalho como uma pesquisa explicativa uma vez que, segundo Gil (2008), a fim de se explicar determinado fenômeno devemos identificar e destacar quais são os fatores determinantes, aprofundando em tais características na tentativa de explicação. A questão do desenvolvimento econômico e das influências do ambiente institucional e inovativo estão no cerne da pesquisa. Para tanto, recorre-se ao estudo de dois países específicos - Brasil e Coreia do Sul - para contribuir no entendimento a respeito da constituição e desenvolvimento da indústria de microeletrônica. No tocante aos seus objetivos a pesquisa tem caráter descritivo a partir do método histórico dedutivo, uma vez que esse método explica o conteúdo das premissas partindo da análise geral em direção ao particular, chegando a uma conclusão a partir de uma cadeia de raciocínio decrescente.

Com foco no primeiro objetivo específico, o trabalho resgata uma série de autores os quais tratam da corrente neo-schumpeteriana e institucionalista respectivamente. No tocante à primeira escola, os escritos de Schumpeter (1982) e Possas (1987) se fazem presentes nos primeiros conceitos de inovação, desenvolvimento e tecnologia. A discussão e definição dos termos paradigma e trajetória tecnológica é feita a partir principalmente dos trabalhos de Dosi (1988), Perez (2004), Arend (2009) e Conceição (2006). Os conceitos e Rotina, Busca e Seleção ficam a cargo dos trabalhos de Nelson e Winter (2006; 1982). Para discutir a respeito do conhecimento e da aprendizagem, utilizam-se as contribuições de Malberba (1992) Lundavall (2006) e Nonaka e Takeuchi (1997). Regimes tecnológicos e padrões e sistemas setoriais de inovação seguem os ensinamentos apontados por Breschi e Malerba (2001), Malerba e Orsenigo (1997), Edquist (2005) e Pavitt (1984). No que tange à segunda corrente utilizada no trabalho, os escritos iniciais de Veblen (1989), bem como as contribuições de North (1991) e Samuel (1995) ajudam a entender o objeto de estudo da escola institucional. As contribuições recentes de Conceição (2012; 2010; 2008; 2000), Hodgson (2002) e Rutherford (1998) vêm ajudar a elucidar a

metodologia de análise institucional. Por fim, Zysman (1994), North (2005) e Nelson (2002) vêm trazer a relação das instituições com o desenvolvimento econômico.

Para o segundo objetivo específico, o trabalho resgata os estudos a respeito da indústria de microeletrônica desenvolvidos por Tigre (2005), Bampi et al (2004) e Gutierrez e Mendes (2009), bem como os dados levantados junto à UNCTADstat (2015), IBGE(2015) e WSTS (2013). Dessa forma a pesquisa levanta uma série de variáveis e características da indústria de microeletrônica: trajetória tecnológica, evolução da cadeia produtiva, principais empresas e produtos, distribuição geográfica, principais econômicas, comércio exterior, etc.

Para o último objetivo específico utiliza-se para a economia brasileira os trabalhos de Carneiro (2002), Suzigan (1992) e Arend e Fonseca (2009) levantando uma série de dados e comportamentos sobre a industrialização e desenvolvimento econômico brasileiro: políticas industriais, programas de governo, trajetória tecnológica industrial, variáveis macroeconômicas, dentre outras. De forma semelhante, para a economia sul coreana utiliza-se principalmente os escritos de Dall'Acqua (1991), Coutinho (1999) e Amsden (1991), trazendo o panorama a respeito da economia da Coreia do Sul no que tange: políticas econômicas, trajetória de desenvolvimento, variáveis macroeconômicas, estratégias de industrialização, etc.

O quadro 01 apresenta a metodologia e os passos os quais a pesquisa seguiu à fim de construir o conhecimento e as linhas de raciocínio de forma mais abrangente. Para cada objetivo específico foram relacionados objetos de análise, os quais vêm contribuir na explicação. Para tanto, apresenta-se um conjunto de variáveis contributivas juntamente com pressupostos intermediários. Tendo as variáveis e os pressupostos, levantou-se uma série de questões relacionadas aos pressupostos e levando em consideração as variáveis. Para a resposta de tais questões utilizam-se, além da base teórica, as fontes de dados levantadas na última coluna do quadro a seguir. Dessa forma, a partir da resposta de uma série de perguntas específicas para determinados pressupostos de cada objeto de análise, o trabalho constrói metodologicamente uma linha de raciocínio e ponderações sobre a investigação.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Além da presente introdução o trabalho apresenta mais 5 capítulos. O segundo capítulo resgata o tratamento teórico neoschumpeteriano e institucional e suas aproximações. O terceiro capítulo disserta sobre a estrutura e padrão de concorrência da indústria de microeletrônica. O quarto capítulo vem analisar o comportamento da economia brasileira e sua relação com a trajetória tecnológica da indústria de microeletrônica no Brasil e seus respectivos números. Da mesma forma, no capítulo cinco, investiga-se o desenvolvimento da economia sul coreana e seu vínculo com a trajetória tecnológica e desempenho da indústria de microeletrônica no país. Por fim, o capítulo seis vem trazer a guisa da conclusão.

Quadro 1 - Questão de pesquisa e seus desdobramentos quanto às variáveis de análise, pressupostos e questões a serem respondidas.

| Critério | Variáveis de análise | Pressuposto | Questões a serem respondidas | Fonte dos dados |
|---|---|--|---|---|
| Instituições e Inovação | <ul style="list-style-type: none"> - Processo de inovação - Paradigmas tecnológicos - Trajetórias tecnológicas - Rotina, Busca e Seleção - Instituições - Hábitos, costumes, leis | As instituições influenciam e são influenciadas pelo paradigma tecnológico e sua trajetória | <ul style="list-style-type: none"> - Qual o percurso do processo de inovação ? - De onde vem o processo inovativo? - Qual as influências do ambiente institucional no processo de inovação? - As instituições podem atuar de forma a incentivar ou conter a inovação? - Qual o papel do governo na relação entre o ambiente institucional e o processo de inovação? | <ul style="list-style-type: none"> - Livros; - Artigos; - Revisão bibliográfica |
| A indústria de microeletrônica | <ul style="list-style-type: none"> - Origem da indústria; - Desenvolvimento da indústria no cenário mundial; - Principais países; - Principais empresas; - Arranjo produtivo; - Historia do setor de microeletrônica no mundo - Caracterização do setor de microeletrônica | A importância do desenvolvimento da indústria de microeletrônica no desenvolvimento econômico dos países nos últimos anos. | <ul style="list-style-type: none"> - Qual a origem da indústria de microeletrônica? - Quais os comportamentos dessa tecnologia dentro do desenvolvimento industrial mundial? - Quais são os principais países do setor de microeletrônica? - Quais são as maiores e mais importantes empresas do setor de microeletrônica? - Como se comporta o arranjo produtivo do setor? - Qual a trajetória tecnológica da indústria de microeletrônica ? | <ul style="list-style-type: none"> - Estudos setoriais do BNDES - Livros; - Artigos; - IPEA - IBGE - UNCTAD |
| Instituições e inovação industrial no Brasil e na Coreia do Sul | <ul style="list-style-type: none"> - Desenvolvimento econômico brasileiro e sul coreano - Industrialização brasileira, sul coreana e | Os distintos comportamentos do aparato institucional dos países ao longo | <ul style="list-style-type: none"> - Como se deu o processo de industrialização do Brasil e da Coreia do Sul? - Qual a relação da indústria brasileira e sul coreana com os avanços tecnológicos - Como o ambiente institucional brasileiro sul | <ul style="list-style-type: none"> - Livros; - Artigos; - Revisão bibliográfica - UNCTAD; |

| | | | | |
|--|---|---|---|--|
| | <p>suas características do paradigma tecnológico da microeletrônica justificam os respectivos desempenhos no referido paradigma.</p> <p>-Evolução tecnológica industrial brasileira e sul coreana</p> <p>-Ambiente institucional brasileiro e sul coreano</p> <p>-A indústria de microeletrônica no Brasil e na Coreia do Sul</p> | <p>coreano influenciou no processo de inovação tecnológica doméstica?</p> <p>- Qual foi o comportamento da indústria brasileira e sul coreana no momento de mudança de paradigma tecnológico?</p> | <p>-WSTS</p> <p>-KOSIS</p> <p>- IBGE</p> | |
| <p>Contrastes entre Brasil e Coreia do Sul no desenvolvimento industrial</p> | <p>-Inserção na indústria mundial</p> <p>-Nível tecnológico</p> <p>- Contrastes institucionais</p> <p>-Desenvolvimento econômico</p> | <p>O arcabouço institucional brasileiro e sul coreano apresentaram diferentes relações com o paradigma tecnológico da microeletrônica</p> | <p>- Quais as instituições e sua influencia no avanço tecnológico foram essenciais no desenvolvimento ou não da indústria de microeletrônica?</p> <p>- Qual a importância da estar na vanguarda tecnológica industrial para o desenvolvimento econômico</p> <p>- Segundo suas características, como cada um dos países se insere no mercado internacional?</p> <p>- Como a evolução institucional e tecnológica capacita o país ao desenvolvimento?</p> | <p>- IBGE;</p> <p>-IPEADATA;</p> <p>- OECD;</p> <p>- The Bank of Korea;</p> <p>- Statistic Korea</p> <p>- UNCTAD</p> |

Fonte: Elaborado pelo autor, 2014.

2 TRATAMENTO TEÓRICO ANALÍTICO: ABORDAGENS SCHUMPETERIANA E INSTITUCIONALISTA

2.1 INTRODUÇÃO

Considerando que as duas economias em questão, Brasil e Coreia do Sul, iniciaram na mesma época seus respectivos processos de industrialização e com o passar dos anos apresentam diferenças consideráveis na atividade industrial, a proposta do trabalho é de analisar a partir da tecnologia industrial como se deu o descolamento entre ambos desenvolvimentos. Para tanto, utilizaremos a leitura neoschumpeteriana que trata sobre os caminhos dos avanços tecnológicos e seus impactos no desenvolvimento dos países. Ainda, ao observar que cada um desses caminhos foi determinado durante o seu processo e conduzido por suas respectivas sociedades e suas interações, faz-se necessário invocar os institucionalistas a fim de contextualizar os cenários e a realidade de cada país, as quais foram determinantes em suas respectivas trajetórias tecnológicas industriais.

Portanto, o presente capítulo será dividido em mais três seções, além desta introdução. Na segunda seção, o trabalho dissertará a respeito da corrente do pensamento schumpeteriano no tocante aos conceitos, da evolução do pensamento e do objetivo metodológico. Na seção seguinte, o trabalho resgata a escola institucionalista quanto ao objeto de estudo, a metodologia, os principais conceitos e a relação dessa análise com o desenvolvimento econômico. Por fim, na última seção do capítulo, o trabalho apresenta o debate sobre a aproximação existente entre as duas correntes previamente trabalhadas.

2.2 TEORIA SCHUMPETERIANA E A DINÂMICA DO PROCESSO DE INOVAÇÃO

A percepção de desenvolvimento como sinônimo de mudança e avanço tecnológico se origina nas escritas de Schumpeter (1982). Em sua principal obra, o autor caracteriza o movimento de avanço da economia como sendo fruto de inovações, uma vez que as mesmas são responsáveis por capacitar a economia a operar em melhores níveis de produtividade. Para compreender de que modo o autor chega à conclusão sobre a relação de avanço tecnológico e desenvolvimento

capitalista, é necessário realizar um breve resgate de alguns conceitos e raciocínios empreendidos em seus primeiros trabalhos.

O autor descreve o fluxo circular da renda como sendo um estado estacionário de investimentos e produção, partindo de um cenário neoclássico proposto, o qual se considera a mobilidade perfeita de bens, insumos e competição, juntamente, com um equilíbrio na oferta e na demanda.. Nesse ambiente todas as variáveis estão basicamente equilibradas, ou seja, a taxa de lucros do capitalista são próximas devido à mobilidade perfeita de capitais, e os contrastes de produtividade são inexistentes, já que há domínio pleno das tecnologias em conjunto com simetria de informações. Assim, os investimentos são feitos apenas de maneira substitutiva, já que qualquer diferença de investimento e rendimentos se equilibra corretamente junto ao mercado perfeito. Segundo Possas (1987, p.170), “a atividade econômica retratada pelo sistema [fluxo circular] não apresenta mudanças importantes, quantitativas ou qualitativas, convertendo-se em mera prática rotineira”, ou seja, o funcionamento da economia em certo equilíbrio estático quanto ao desenvolvimento.

O conceito de equilíbrio estático está baseado na ideia de que cada processo de produção é capaz de gerar os produtos e os serviços para que se consumam no período seguinte e para a realização do mesmo processo de igual forma no próximo momento. Assim, as únicas mudanças possíveis estariam no nível de poupança e de crescimento populacional. Dessa forma, tem-se que na situação do fluxo circular da renda, segundo Schumpeter (1982, p. 77): “O sistema de valores que descrevemos corresponde a uma posição de equilíbrio econômico cujas partes constituintes não podem ser alteradas (se todos permanecem os mesmos) sem que o indivíduo tenha a sensação de estar pior do que antes”. Para que a economia se desloque do estado estacionário no fluxo circular da renda é, necessário então, novo produto, nova matéria-prima ou nova organização produtiva, ocasionando assim no que Schumpeter (1982, p. 85) chama de “[...] uma mudança espontânea e descontínua nos canais do fluxo, perturbação do equilíbrio, que altera e desloca para sempre o estado de equilíbrio previamente existente”.

O empresário schumpeteriano é o agente catalisador das mudanças econômicas, ele, que segundo o autor, deve levantar-se perante o comodismo do fluxo circular, enfrentando barreiras sociais, psicológicas e econômicas em busca da evolução tecnológica. Essa evolução está em entender que o empresário não compete com os demais produtores via preço, uma vez que levariam os dois a uma

corrida na perda de rendimentos (SCHUMPETER, 1982). A concorrência para Schumpeter (1982) é mais eficiente quando feita a partir de diferenciação de novas mercadorias, processos e tecnologias. Ele chega a comparar a eficiência da concorrência por diferenciação frente à concorrência via preço como “um bombardeiro para abrir uma porta”. Essa inovação pode seguir, segundo o autor, quatro principais características ou uma combinação das mesmas, sendo elas: introdução de um novo bem; introdução de um novo método de produção; abertura de um novo mercado; conquista de uma frente de oferta de matérias-primas ou de bens semifaturados; e o estabelecimento de uma nova organização qualquer da indústria.

Dentro da dinâmica do movimento de inovação, o empresário schumpeteriano demanda então crédito, uma vez que todos os recursos estão aplicados dentro do fluxo circular de renda. Segundo Schumpeter (1982), a partir do momento que se faz necessário à moeda para que possa funcionar a economia, a mesma tem a capacidade de se multiplicar acima do montante das mercadorias produzidas, originando assim, o processo de criação de moeda e possibilitando o nascimento do crédito, o qual só é considerado legítimo no caso de ser destinado ao empresário schumpeteriano.

Apresentado, então, a figura do empresário schumpeteriano e sua ânsia por inovação e rendimentos acima dos obtidos no fluxo circular da renda, é importante entender, segundo a visão do autor, como se comporta o desenvolvimento da economia capitalista. Nessa linha de pensamento, os empresários schumpeterianos dão cabo ao seu processo de inovação e obtêm altos rendimentos, se desdobrando em altos níveis de salário e crescimento econômico. A partir desse movimento, esse empresário é seguido pelos demais, os quais por já conhecerem parte do processo de inovação, arcam com menor risco, porém obtêm menores rendimentos, caracterizando assim a fase de crescimento da economia. Nesse processo, alguns capitalistas seguirão o caminho da inovação tecnológica, enquanto que outros se perderão pelo caminho, de forma que a economia conviverá com uma depressão no seu nível econômico. Contudo, com o passar do tempo e a difusão tecnológica, os riscos passam a ser nulos, e o que era inovação passa a fazer parte do *modus operandi* da economia, e a mesma volta a operar no fluxo circular da renda, porém em um nível de atividade econômica superior ao observado antes da inovação tecnológica.

Essa noção de movimento da economia é elucidada com o comportamento de uma onda primária e secundária. A primeira é

originada a partir da introdução de um novo arranjo produtivo ocasionando a saída do fluxo circular de renda. Já em seguida, os efeitos da onda secundária estão presentes nos efeitos cumulativos oriundos da inovação inicial que se difundem pelos demais setores instigando-os ao avanço tecnológico. Nesse momento, percebe-se uma refração da onda primária, uma vez que novas inovações surgem a partir da tecnologia empreendida pelo primeiro empresário. A inovação tecnológica é responsável por retirar o sistema econômico do fluxo circular de renda, causar um desequilíbrio benigno à economia antes de retomar ao estado de equilíbrio, porém em um patamar mais elevado, caracterizando assim, o desenvolvimento.

A partir do momento em que se legitima o processo de inovação e temos o desenvolvimento schumpeteriano, a economia passa a sofrer, então, com as chamadas ondas secundárias. O segundo movimento, de acordo com Possas (1987), se origina nos efeitos cumulativos oriundos da primeira inovação e dos arcabouços especulativos que se desenvolveram juntamente com ela. Essa nova onda se comporta como uma reação em cadeia que aponta nas mais diversas atividades, sendo impulsionada pelo sucesso da inovação primária e toda a carga de conhecimento e possibilidades abertas a partir da legitimação de uma nova tecnologia. Nesse interim podem surgir outras inovações complementares de acordo com a característica peculiar de cada atividade.

Schumpeter (1984) descreve detalhadamente o caminho e os movimentos necessários para que os recursos oriundos do fluxo circular de renda sejam capazes de gerar mais valor e imprimir um novo ritmo de desenvolvimento econômico. Partindo do fluxo circular de renda, sabe-se que todo o capital disponível está empregado nos reinvestimentos tradicionais para manter o fluxo de produção e consumo. No entanto, como tratado anteriormente, a moeda guarda a peculiaridade de prover um montante de mercadoria maior do que o que ela mesma representa. Dessa forma, o empresário schumpeteriano, dotado de todas as suas características peculiares, se dirige ao sistema financeiro para nele conseguir retirar parte dos recursos necessários à sua inovação. O capitalista financeiro, acreditando na proposta de inovação do empresário schumpeteriano, disponibiliza o montante necessário para o investimento, retirando assim moeda da economia, mesmo sabendo que ela é capaz de se multiplicar. Essa retirada gera um processo deflacionário na economia, o qual será revertido ao cabo da implementação da inovação. Dotado de tais valores, o empresário se

dirige ao mercado e adquire bens e serviços necessários para sua inovação e a aplica. A partir do sucesso da inovação e um ganho de produtividade, o empresário dotado de mais moeda paga os juros ao capitalista financeiro, aumentando assim a quantidade de moeda. Os juros no contexto da obra de Schumpeter, como explicado por Possas (1987), é o resultado do lucro do empresário oriundo do sucesso da inovação sendo o “prêmio ao poder de compra do presente sobre o futuro”. Nesse momento, Possas (1987) coloca que, depois de completado o movimento de inovação e difusão da tecnologia, os ganhos ficam permanentemente no novo estado estacionário da economia.

Observa-se que a contribuição acadêmica de Schumpeter vem colocar no centro da análise econômica capitalista as transformações tecnológicas devido ao seu caráter único de capacitar a saída do fluxo circular da renda. Para Laplane e Sarti (1997) a inovação schumpeteriana se trata de uma mudança descontínua que perturba o equilíbrio do fluxo circular. Nesse caminho, Cario e Pereira (2002) entendendo a importância de melhor se captar o movimento de descontinuidade nas relações econômicas capitalistas atuais, destacam a vertente denominada Neo-Schumpeteriana e suas contribuições nesse tema.

Como a própria economia trata-se de uma ciência e do seu inerente caráter mutante, os conceitos e teorias apresentadas por Schumpeter evoluíram durante os anos, devido à ampla massa de autores e suas contribuições. Segundo Possas (1987) têm-se na atualidade três interpretações expoentes do pensamento schumpeteriano: os estruturalistas, os evolucionistas e os sistêmicos. As três escolas comungam na mesma fonte dos trabalhos de Schumpeter, ou seja, dedicam seu foco ao processo de inovação. O que as diferenciam é a explicação de origem e conjunturas, as quais justificam o surgimento das inovações. Fruto dessa evolução do pensamento schumpeteriano os chamados Neo-Schumpeterianos evoluíram dos escritos iniciais de forma particular, essa vertente enxerga a inovação de forma endógena ao sistema econômico capitalista. Os autores conseguem manter vivo o debate em torno do desenvolvimento visto a partir dos desequilíbrios, bem como estudam de que forma essas transformações acontecem no que diz respeito ao ambiente econômico e institucional.

Dentro da perspectiva neo-schumpeteriana, Dosi (1988) discute as oportunidades, os incentivos e os padrões intersetoriais da inovação. Primeiramente, as oportunidades de inovação, segundo o autor, devem

ser consideradas variáveis quanto à necessidade de estudos científicos e sua viabilização no mercado, podendo ser diretamente desenvolvidas dentro da empresa, salvaguardando que as oportunidades de inovação variam bastante entre os setores. As duas forças motrizes responsáveis pelo desenvolvimento tecnológico segundo Dosi (1988) são: a indução do mercado (*Demand-Pull*) ou o empurrão da tecnologia (*Technology-Push*). A respeito dessas duas fontes da evolução tecnológica, vale apresentar a evolução do debate pelo próprio autor em suas obras seguintes.

O autor coloca a existência de duas visões a cerca da incitação do desenvolvimento tecnológico, uma pelo lado do mercado e outra pelo lado da ciência. Parte-se da primeira, a chamada *Demand-pull*, nela os empresários schumpeterianos, em seu tato para o avanço tecnológico, perceberiam na demanda dos seus consumidores o anseio por determinadas modificações no produto, impondo assim à ciência o avanço tecnológico necessário ao atendimento de determinada questão. Ou seja, o empresário identifica a trajetória necessária a ser traçada pela ciência no desenvolvimento tecnológico a partir das demandas do mercado. Essa identificação, por parte do empresário schumpeteriano das necessidades de inovação, é transmitida pelo mercado a partir de mudanças nos custos (aumento de preço, dificuldade de angariar matérias primas, logísticas), nos preços (salários, energia), na demanda de mercado (interesse por determinados produtos) e nas oportunidades de lucro. Assim, o empresário notando comportamentos atípicos na demanda, procura e identifica a oportunidade a qual carece de avanço tecnológico para que seja efetivada.

A segunda visão traz a ciência e a evoluções tecnológicas, unilateralmente, determinadoras das inovações, um processo cumulativo no qual as empresas dotadas de um conjunto de conhecimentos técnicos são capazes de imprimir revoluções tecnológicas nos produtos e meios de produção, sendo assim a inovação dada de forma exógena e independente. O conhecimento técnico que dará frutos sobre a forma de inovação, no entanto, não é, necessariamente, intrínseca à empresa, a mesma pode optar por além de desenvolver no seu interior, ter colaborações de outras empresas ou até mesmo de conhecimentos públicos. Sendo assim, a tecnologia vigente, mesmo não sendo a mais apta, condiciona as pesquisas e os avanços tecnológicos em direção a uma outra recente inovação, caracterizando assim, o termo *technology-push*.

Apresentada as duas principais fontes de inovação para os autores neo-schumpeterianos, pode-se perceber que, mesmo ambas sendo plausíveis de explicar, em parte, a razão pela qual o empresário schumpeteriano surge, nota-se também que não são individualmente suficientes. A primeira (*demanda-pull*), por seu caráter passivo e reativo das tecnologias no que tange o mercado, não capacita a explicar as diferentes inovações e suas descontinuidades, desmerecendo, ainda, a complexidade e o papel da incerteza no surgimento da inovação. A segunda abordagem traz a ciência acima do mercado, colocando como um caminho natural o desenvolvimento de uma tecnologia pelas empresas e sua aceitação pela atividade econômica.

Não se pode justificar o desenvolvimento tecnológico apenas por uma determinada vertente (demanda ou tecnologia), essa articulação pode levar ao erro de acreditar que tanto as inovações impostas serão plenamente aceitas pelo mercado como a demanda tem capacidade de determinar a correta solução tecnológica. Porém, condensando as duas vertentes em suas contribuições, percebe-se que as pressões pelo lado da demanda e o caminho tecnológico exercido pela ciência impactaram e impactarão no processo de evolução tecnológica. Dosi (2006) identifica duas mudanças cabíveis no processo de evolução, definindo-as como: "as mudanças exógenas se relacionam à emergência de novos paradigmas tecnológicos, enquanto a mudança endógena refere-se ao progresso técnico ao longo das trajetórias definidas por esses paradigmas". Na leitura dos neo-schumpeterianos, percebe-se, então, a discriminação das evoluções tecnológicas complementares e principais do motor de desenvolvimento capitalista.

2.2.1 Paradigmas e trajetórias tecnológicas

O paradigma tecnológico pode ser considerado, segundo Dosi (1982), como sendo 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. Tal paradigma, segundo o autor, se trata de uma heurística seletiva, a qual definirá os futuros caminhos a serem seguidos na evolução tecnológica industrial. Trajetórias tecnológicas inseridas em determinado paradigma irão implementar o aprimoramento técnico necessário, caracterizando assim a chamada onda principal e a secundária do pensamento de Schumpeter.

Segundo Dosi (1988) os indivíduos objetivando o lucro irão alocar recursos na busca e desenvolvimento de novas técnicas de

produção e produtos caso acreditem em uma nova tecnologia ainda não explorada. Nesse mesmo trabalho, Dosi (1988) atrela o movimento de progresso tecnológico ao desenvolvimento concomitante de infraestrutura específica, economias de escala, tecnologias complementares e normas técnicas particulares. Arend (2009) aborda que a construção de um novo paradigma é fruto da constituição para um determinado aprimoramento tecnológico, o qual se traça um caminho de desafios e oportunidades a ser aprimorado, procurando romper a fronteira tecnológica, iniciando assim um novo processo de busca e seleção. Outro modo de definir o conceito de paradigma tecnológico que vai de encontro com os anteriores, é o apresentado por Tavares, Kretezer e Medeiros (2005) quando colocam como sendo um grupo de procedimentos que guiaram as novas explorações tecnológicas as quais capacitaram a busca por novos objetivos possíveis.

Um paradigma tecnológico vem, então, dar um novo norte para as atividades tecnológicas industriais, à medida que apresenta novas oportunidades de ganho e um “novo mundo” de possibilidades de aplicação. Porém, Freeman e Perez (1988) salientam a importância de se ter um ambiente econômico adequado para o surgimento de um novo paradigma tecnológico. Os autores levam a questão da incapacidade de que um paradigma nasce, paralelamente, a um movimento de expansão de outro paradigma, mas salientam que o novo convive sim com o antigo, mas em sua fase madura. Assim, os autores colocam três condições necessárias à tecnologia para que a mesma emplaque como um paradigma tecnológico: redução de custo; crescimento rápido da oferta, potencial para uso; e incorporação em várias atividades econômicas. À medida que certa tecnologia abarque esses três fatores econômicos, seriam possíveis, segundo Freeman e Perez (1988), iniciar um processo de reestruturação tecnológica industrial.

Vale trazer a contribuição dos movimentos dos paradigmas tecnológicos no que tange ao desenvolvimento industrial. Nesse sentido, Arend (2009) apresenta o modelo de Perez (2004) no qual as revoluções tecnológicas carregam dois períodos distintos: a instalação que é dividida entre “irrupção” e “frenesi”; e o desprendimento, que é subdividido em “sinergia” e “maturidade”. A primeira fase é explicada por Arend (2009) como sendo o momento de instalação do novo paradigma tecnológico frente às demais possibilidades de avanço, frutos do esgotamento de rendimentos provenientes do paradigma anterior. Assim, durante essa primeira fase se verifica uma coexistência de ambos os paradigmas. Segundo Arend (2009), é importante destacar que Perez

(2004) traz uma grande contribuição ao identificar os recursos ociosos provenientes do paradigma anterior e sua cruzada por novas e mais rentáveis tecnologias, caracterizando assim a interação entre o capital financeiro e o surgimento dos paradigmas tecnológicos.

A segunda etapa de “frenesi” traz a consolidação do paradigma e os altos rendimentos obtidos pelo capital financeiro nos investimentos produtivos tecnológicos, aumentando, dessa forma, a oferta de capital e o surgimento de novos empresários schumpeterianos retardatários. Nesse movimento, é importante destacar um período de alta volatilidade financeira devido à chamada bolha tecnológica, levando a uma crise financeira. A partir de ações governamentais estabilizadoras no mercado financeiro, se observa um apaziguamento dos ânimos e a retomada do foco na esfera produtiva. Por fim, o setor produtivo industrial inicia uma fase de retornos estáveis, consolidando o momento de bonança e incitando novos movimentos de avanço tecnológico.

Na leitura de Conceição (1996), a respeito do que o mesmo chama de “nova constelação”, é apresentado que a mudança de paradigma traz consigo toda uma reformulação em vários níveis econômicos. Essa reestruturação perpassa as formas de organização das empresas, os perfis de especialização da mão de obra, a adequação dos produtos ao novo fator chave (*key factor*), a orientação quanto às próximas inovações (incrementais e radicais), o padrão de investimento nacional e internacional, a infraestrutura necessária, o tipo de empresário-inovador, e o padrão de consumo e distribuição de renda.

Uma nova tecnologia que cumpra com as séries de pré-requisitos e venha a se consolidar como um paradigma tecnológico surge quase que, concomitantemente, a uma vastidão de problemas e oportunidades a serem explorados. Esse fato se deve a reestruturação produtiva que a nova tecnologia imprime no sistema e a chance de aproveitar as mais diversas possibilidades por parte do empresário schumpeteriano. Fruto desse conjunto de possibilidades e de forma a consolidar o paradigma tecnológico eclode a trajetória tecnológica, esse novo conjunto de inovações vai de encontro à compatibilidade da nova tecnologia com os antigos modos e processos econômicos. Assim, Dosi (2006) coloca que o paradigma científico determina o campo de possibilidades, procedimentos e problemas em um conjunto de inovações, paralelas no desenvolvimento. Para o autor enquanto que, a ciência consolida certa tecnologia junto ao mercado como paradigma tecnológico, o progresso técnico é responsável por definir a trajetória tecnológica.

A trajetória tecnológica, segundo Dosi (2006), seria um padrão de atividade de resolução de problemas do novo paradigma tecnológico. Nelson e Winter (2006) também colocam que as trajetórias tecnológicas são oriundas de um padrão de progresso de solução incremental de oportunidades que surgiram a partir de um paradigma tecnológico. Dessa forma, a partir da consolidação de um novo paradigma, a sua própria dinâmica gera incentivos necessários para o direcionamento de recursos em prol da superação de problemas rotineiros, criando assim as trajetórias tecnológicas.

Dosi (1988) salienta, ainda, que os avanços nas trajetórias tecnológicas é fruto de conhecimentos internalizados, formais e tácitos dentro da empresa e no conjunto de rotinas. Assim, o autor salienta a importância de uma trajetória tecnológica abarcar também o ambiente econômico e social condizente com o novo paradigma tecnológico. A respeito da trajetória tecnológica, Nelson e Winter (2005) abordam que, com a definição de um determinado paradigma tecnológico, as empresas irão procurar internamente se adequar a essa nova tecnologia a partir de inovações periféricas, objetivando superar entraves no ambiente produtivo.

À medida que um paradigma tecnológico abre uma vasta gama de oportunidades a serem tratadas pelos avanços nas trajetórias tecnológicas, as mesmas são também limitadas pela natureza do próprio paradigma, existindo uma série de características dessas trajetórias que são definidas por tais paradigmas (DOSI, 2006). O conjunto de tecnologias, excluído por uma trajetória, determinará a quão poderosa ela é, assim quanto menos genéricas, maior será a exclusão de outras atividades, sendo que, quanto mais forte for a trajetória, mais difícil será a sua migração para uma trajetória alternativa. As trajetórias tecnológicas são fruto de uma variável gama de conhecimentos, habilidades, técnicas e experiências, sendo que a presença ou ausência de certas propriedades podem estimular ou minar o desenvolvimento da trajetória. A fronteira tecnológica é alcançada por sua trajetória e definida pelo mais alto nível, dada às dimensões tecnológicas e econômicas. O domínio de uma trajetória e o seu caráter cumulativo pode se comportar como um determinante na capacitação de uma economia e no progresso tecnológico das novas oportunidades geradas a partir do novo paradigma.

Perez (2004) coloca a importância de um paradigma como forma de difusão tecnológica, a partir do entendendo que o mesmo é perecível e age de forma a capacitar certas economias ao desenvolvimento

tecnológico industrial. Segundo a autora, um paradigma gera condições suficientes para que o novo modelo seja seguido pelos demais agentes, estimulando-os a promover em conjunto novas melhorias e avanços. Essa nova onda de avanços tecnológicos retira, as empresas do comodismo tecnológico oriundo do paradigma anterior, uma vez que incita a concorrência e a corrida pela capacitação (PEREZ, 2004). O próprio caráter competitivo na nova tecnologia confirma a sua perenidade, independentemente do seu poder revolucionário, as inovações adicionais cessaram junto com os rendimentos oriundos da mesma, estacionando a atividade econômica no novo paradigma.

Para entender a profundidade engendrada pelo nascimento de um novo paradigma e a trajetória tecnológica, o que Dosi (1988) chama de “padrão” de solução de problemas econômicos e tecnológicos existentes, parte-se do avanço das ciências naturais em conjunto com determinadas regras que buscam capacitar à aquisição e manutenção do novo conhecimento. Assim, pode-se perceber a importância do momento de transição do paradigma metal-mecânico para o da microeletrônica, uma vez que a reestruturação gerada nesse movimento condicionou alguns países a decolarem em seu desenvolvimento, enquanto que outros patinaram em suas atividades econômicas. O Próprio autor propõe que níveis de mudança no desempenho econômico podem ser percebidos pelo avanço das “fronteiras tecnológicas”, do processo de aprendizagem, difusão, seleção e competitividade; e maiores parcelas do mercado internacional para os países ou empresas bem sucedidos.

A partir das contribuições desses autores, pode-se perceber que uma determinada trajetória tecnológica emerge do meio produtivo e na busca por maiores rendimentos. À medida que uma empresa ou grupo industrial em específico detém um bom relacionamento com a tecnologia atual e mantém uma procura por novas oportunidades de rendimentos, a cristalização de um novo processo tecnológico é possível. Esse novo caminho necessita de uma série de fatores para que se possa legitimar como o novo norte do desenvolvimento industrial. Dessa forma, um paradigma tecnológico industrial é materializado sobre uma nova tecnologia, a qual emergiu da relação dos ambientes científicos, mercadológicos e sociais da empresa.

A respeito dos dois paradigmas estudados nesse trabalho, o novo paradigma, emergente com o esgotamento do modelo fordista, traz uma série de características específicas. Elas são abordadas por Conceição (1996) como atributos do chamado fator chave (*key factor*), a sua

importância se origina nas particularidades fundamentais para o respectivo paradigma. No caso da microeletrônica, o *chip* apresenta os atributos necessários de custo, disponibilidade, uso ou incorporação a produtos. A partir do *chip*, como *key factor*, essa indústria apresenta cinco ramos industriais: dispositivos discretos, componentes eletrônicos como diodos, transistores; os circuitos integrados (CIs) atuando em placas de silício; microprocessadores, conjunto de CIs integrados; dispositivos optoeletrônicos, embarcados principalmente em automóveis e eletrônica de consumo; e memórias sobre princípios eletromagnéticos (DOSI, 1988).

Determinadas tecnologias nascem durante o domínio de um determinado paradigma tecnológico e angariam espaço no cenário industrial à medida que apresentam sucesso na satisfação de determinadas demandas. Por isso, o trabalho se propõe a analisar de que maneira surgem essas novas tecnologias e quais as condições para que as mesmas sejam desenvolvidas. Os neo-schumpeterianos vêm explicar como acontece o processo de mensuração e construção de uma nova tecnologia no ambiente interno da empresa e o relacionamento com o ambiente externo.

2.2.2 Rotina, Busca e Seleção

A dinâmica do processo inovativo é intensa como o próprio sistema capitalista industrial. A empresa que se mantém inovando e próxima aos paradigmas tecnológicos, apresenta uma série de políticas, comportamentos e perfis os quais capacitam a indústria a se manter em tal dinâmica, ao mesmo tempo em que contribui com o movimento. O trabalho procura explicar em seguida, como se constrói o processo inovativo: Quais são as fases? Como essa mudança surge? De onde ela vem?

Os autores Nelson e Winter (2006) apresentam três conceitos de suma importância para o entendimento do processo inovativo e as mudanças estruturais ocasionadas na economia: os de rotina, busca e seleção e a suas respectivas interações. Tais abordagens contribuem no entendimento de como as inovações técnicas são encontradas e selecionadas, dada a infinidade de variáveis econômicas e sociais que estão submetidas.

As inovações ocorrem ao longo do tempo dentro de um processo dinâmico fomentado pelas ações das empresas, nesse sentido, as heranças carregadas pelas empresas, que fazem parte da dinâmica

inovativa acumulada, definem o comportamento dos avanços tecnológicos. À medida que a própria dinâmica inovativa é comandada pelos comportamentos das empresas, juntamente, com as interações com as demais esferas da sociedade, temos que o processo de inovação pode ser considerado como oriundo da genética empresarial, o qual o gene específico que proporciona a evolução estaria sobre o conceito de rotina.

Rotina é definida como um conjunto de processos e técnicas organizacionais da firma, na qual tem origem os produtos e os serviços. Nelson e Winter (1982) trazem a definição para o termo como sendo o conjunto de decisões e ações que uma determinada empresa realiza automaticamente dentro de uma gama finita de possibilidades, é uma atividade repetitiva, nascida basicamente da mobilização e das competências individuais.

A série de comportamentos e políticas dentro de uma empresa determinará seu comportamento doravante rotinas, representando então, seus genes, os quais são capazes de paulatinamente modificar e criar condições para o salto tecnológico e de comportamento. Cohen et al. (1996) coloca que rotina é a capacidade possível de um determinado comportamento aprendido, em um contexto anterior e repetido, de dar respostas a certas pressões seletivas. Fazem parte de uma herança do passado, já que os comportamentos anteriores enraizaram o caminho de forma a condicionar os comportamentos futuros. Para o autor, as rotinas apresentam duas características fundamentais: dependem do contexto o qual estão inseridas - variando sua eficiência de acordo com o mesmo - e são invariantes em relação às mudanças.

Resgatando então o perfil do empresário schumpeteriano e o ambiente de rendimentos minimamente estável, Nelson e Winter (2006) trazem a contribuição do entendimento de como o ambiente interno de uma firma leva à consolidação de um novo paradigma a partir da rotina. Para os autores, os agentes inseridos nessa empresa variam entre rotinas repetidas e contínuas, com adequações de novas condutas de forma a manipular o ambiente. Os autores subdividem tal conceito em três diferentes classes, segundo as suas características operacionais e a quantidade de variáveis inseridas nesse processo. O primeiro grupo diz respeito às rotinas cotidianas nas condições de trabalho atual; o segundo, com a inserção de algumas variáveis no processo operacional tradicional e, por último, os que modificam os processos operacionais ao longo do tempo.

Para Nelson e Winter (2006) o comportamento da empresa, segundo as variáveis organizacionais externas e internas, é guiado pelas

suas rotinas, as quais consistem na mais importante forma de conhecimento operacional específico estocado pela empresa, caracterizando assim a própria empresa. Para os autores as rotinas apresentam uma série de formas: (i) rotina como memória da organização; (ii) rotina como tregua; (iii) rotina como meta (controle, copia e imitação); (iv) rotinas e habilidades (comparações); (v) rotina ótima e rotinas de otimização; (vi) rotinas heurística e inovação; (vii) rotinas como genes.

Dosi e Teece (1992) colocam que rotina é o comportamento, sendo, portanto, de difícil captura e decodificação. Devido ao seu caráter tácito, a mesma é dificilmente articulada ou modificada. Essa dificuldade é o que justifica para Nelson e Winter (2006) a conclusão de que as rotinas de atividades de uma empresa são as mais importantes formas de conhecimento operacional.

Através da articulação desses conceitos para o termo rotina, pode-se então explicar o surgimento das inovações no interior de uma empresa. A partir das várias rotinas e sub-rotinas, o intenso e repetitivo trabalho, levam os atores da produção a melhor alocar os recursos e iniciar novos manuseios das atividades. Viabiliza, então, o surgimento de uma nova tecnologia necessária para determinada tarefa ou atividade, propiciando maiores ganhos à empresa decorrentes da nova e maior eficiência. Dessa mesma forma, Dosi (2008) vem salientar a necessidade da existência desse ambiente propício ao surgimento de uma inovação, uma vez que a mesma não surge ao acaso ou em situações não instigantes ao domínio da tecnologia atual e alçada a possíveis aprimoramentos.

Em meio à rotina da empresa, tem-se o padrão de comportamento tanto para as atividades costumeiras, como pela busca por novas opções e inovações. A necessidade, a mudança e a adequação da rotina fazem com que a própria empresa apresente padrões de prospecção de novos hábitos e comportamentos que a capacitem seguir a trajetória tecnológica. Nelson e Winter (1982, p.18) complementam que: "Há uma caracterização do conjunto de modificações de rotina ou de novas rotinas que podem ser encontrados através de pesquisas"¹.

O meio pelo qual os autores propõem a capacidade de se modificar a rotina da empresa e assim configurar uma possível inovação é dado a partir da busca e de sua intensa relação com a própria rotina, capacitando e legitimando o processo de rotinização da busca.

¹ Tradução livre do autor do original: "There will be a characterization of a

Internalizado o processo de busca dentro das rotinas da empresa, o seu próprio caráter interno discriminará dos respectivos processos de buscas inovativas das demais. A política de busca dependerá da probabilidade de se encontrar novas rotinas e condutas, e podem modificar as rotinas que, ao mesmo tempo, são condicionadas por elas.

A busca como um processo interno e, ocasionalmente, parte da rotina da empresa faz com que cada uma tenha seu respectivo processo de busca condicionado a determinados fatores internos e externos (NELSON; WINTER, 2006). No que tange a questão interna, pode-se mencionar como a base de conhecimento científico e tecnológico, o desempenho vivenciado na busca por inovações, a coerência e diversidade dos produtos, e a capacidade organizacional, pessoal e administrativa. Os fatores externos abarcam questões como o ambiente econômico, o paradigma científico e tecnológico vigente, as fontes externas e informação e os comportamentos dos concorrentes.

Partindo, então, da ideia de movimento e de processo dinâmico de inovação, utiliza-se do conceito de rotina proposto por Nelson e Winter (2006), no qual a nova tecnologia se origina da tentativa e erro, da busca e seleção de melhores opções ao avanço produtivo dentro da tecnologia atual. Os mesmos autores (na obra de 1982) colocam que existe uma procura na direção mais capacitada à presente realidade a partir do processo de interação da busca com seleção. É preciso considerar que as conjunturas e caminhos anteriores importam, ou seja, influenciam determinantemente sobre as novas trajetórias tecnológicas, as quais surgem no seio das rotinas internas da empresa e realizam as mudanças cabíveis para a consolidação da mesma.

A partir do conhecimento interno de cada empresa juntamente com o nível de solução de problemas, que essa base de conhecimento é capaz de propiciar, o processo de seleção elegerá a rotina mais adequada ao ambiente interno e externo de cada empresa. Para Nelson (2006) as empresas que apresentam bons desempenhos no processo inovativo podem ser entendidas a partir da hierarquia de rotinas organizacionais praticadas, que elevam o nível de habilidades com os quais cada uma é coordenada. A esquematização hierárquica das rotinas, inclusive, aumenta o processo de busca e seleção, capacitando a mudanças internas em direção à superação de rotinas adversas e à criação de novas, estimulantes à organização em ambos os ambientes.

Uma vez aceita a questão de que as rotinas, os processos de busca, os ativos e as competências são os genes, a seleção se comporta como os mecanismos que coordenam tais cromossomos, ocasionando as

mutações. Dessa maneira, o processo de seleção, juntamente com o mercado, as instituições e as organizações, vêm selecionar os processos inovativos a serem adotados. A partir do processo de concorrência, determinadas técnicas organizacionais ou gerenciais ao aumentar a eficiência do processo produtivo, elevam também a eficiência seletiva. Para Nelson e Winter (2006) o ambiente de seleção segue os seguintes pontos: (i) a natureza dos benefícios e dos custos considerados pelas organizações que irão decidir adotar ou não uma nova inovação; (ii) a maneira pela qual os consumidores ou as preferências e as normas reguladoras influenciam o que é lucrativo; (iii) a relação entre o lucro e a expansão ou a contração de organizações; e (iv) a natureza dos mecanismos pelos quais uma organização toma conhecimento das inovações bem-sucedidas de outras organizações, e dos fatores que facilitam ou não a imitação.

No texto de Dosi (1988), tem-se que o surgimento de um novo paradigma está entrelaçado com um conjunto de problemas a serem solucionados, lançando mão do conhecimento científico das tarefas e da tecnologia dos materiais. Nesse sentido, ambas serão selecionadas tanto pelas ciências naturais como também por regras específicas sobre a aquisição e difusão entre os competidores, conforme propõe Dosi (2006, p.381): “dado um fluxo de novas inovações, o ambiente de seleção assim especificado determina a maneira pela qual a utilização relativa de diferentes tecnologias se modifica através do tempo”. A seleção feita pelo mercado direciona os investimentos em novas inovações realizados pelas empresas ao longo do tempo.

O processo de selecionar as variações das rotinas das empresas pode ocorrer tanto antes como depois de sua implementação (NELSON; WINTER, 2006). A primeira advém de quando as firmas antecipam a seleção, que por ventura ocorrerá no ambiente seletivo, na maioria das vezes, o mercado. A seleção pós é feita a partir de processos ou produtos elaborados com base em determinado conjunto de heurística, previamente outorgados pelos mercados ou ambientes econômicos não mercantis.

Em seguida, trataremos de outros dois conceitos de suma importância no ambiente neo-schumpeteriano, conhecimento e aprendizagem. Esses conceitos ajudam a explicar como que determinados processos e tecnologias são desenvolvidos, fixados e difundidos. Tais características ajudam a qualificar tecnologias específicas, segundo o modo pelo qual são traduzidas, e qual o modelo alguns setores da indústria seguem. Assim sendo, a microeletrônica,

como um paradigma tecnológico, deve ser entendida também a partir desses conceitos, para melhor elucidar o leitor da trajetória que a tecnologia desenvolveu até se consolidar como fator chave da tecnologia industrial.

2.2.3 Conhecimento e Aprendizagem

Com as mudanças ocorridas no ambiente econômico e social mundial dos últimos anos, no que diz respeito à globalização financeira e produtiva, cadeias globais de valor e avanços nas logísticas e nas tecnologias de informação, a questão da aprendizagem e do conhecimento se tornaram cada vez mais objeto de cobiça e poder das economias e empresas, como coloca Lundvall (2006, p.01): "O conhecimento é o recurso mais importante e aprender o processo mais importante"².

O autor (2006) ainda afirma que, baseados em conhecimentos acumulados e também em outras formas de conhecimentos, o aprendizado promove a exploração de oportunidades tecnológicas as quais aperfeiçoam os mecanismos de buscas por habilidades necessárias para desenvolver novos produtos e processos. Temos então, segundo sua proposta, quatro formas principais de conhecimento: (i) conhecimentos universais; (ii) conhecimentos específicos; (iii) conhecimentos públicos; e (iv) conhecimentos privados. O primeiro modo de conhecimento, os universais, são amplamente divulgados e facilmente absorvidos e difundidos pelas empresas, sendo possível de ser codificado dentro das rotinas. Os conhecimentos específicos têm relação com a questão histórica da empresa, o mesmo vem das experiências particulares e acumuladas ao longo da sua existência. Já os conhecimentos públicos, de mais fácil acesso e codificados, são oriundos de institutos, pesquisas e universidades. Por último, os conhecimentos privados ou tácitos são frequentemente protegidos por patentes, segredos ou outros instrumentos contra apropriação.

O conhecimento se apresenta de várias maneiras, para Lundvall (2006) trata-se de quatro formas de conhecimento: saber qual (*know-what*); saber por que (*know-why*); saber como (*know-how*); e saber quem (*know-who*). A primeira forma de conhecimento, denominado em

² Tradução livre do autor do original: "knowledge is the most important resource and learning the most important process" (LUNDVALL, 2006, p.01)

inglês *know-what*, trata a respeito do conhecimento dos fatos, ou também chamado de informação, o qual é facilidade convertido em dados, requerendo assim uma boa capacidade de transmissão e estocagem das referidas informações. A respeito das leis da natureza, do funcionamento da mente humana e da sociedade, são os denominados *know-why*, neles reside a capacidade de modificar os insumos a fim de criar novas tecnologias na área da ciência básica. O terceiro conhecimento, *know-how*, é a habilidade de se fazer algo à medida que a informação torna-se mais complexa e abundante, garantindo o ganho de importância dessa habilidade e sendo capaz de dar sentido a determinadas oportunidades de tecnologias emergentes. A última forma de conhecimento é o denominado *know-who*, sendo mais social e tange a questão de saber quem, sabe fazer o quê. De forma que ter contatos e relações com determinados grupos de especialistas capacita o desenvolvimento de novas tecnologias.

Dosi (1988) vem definir o termo como sendo a exploração de oportunidades tecnológicas, as quais são responsáveis pelo aperfeiçoamento dos mecanismos de busca, pois refinam suas habilidades ao desenvolver ou manufaturar novos produtos, graças à cumulatividade de conhecimentos de diversas fontes. Para o autor existem quatro principais maneiras de aprendizagem empresarial: (i) conhecimentos universais amplamente divulgados; (ii) conhecimentos específicos acumulados pelas experiências da empresa; (iii) conhecimento públicos de universidades e institutos de pesquisa de acesso geral; ou (iv) conhecimentos privados tácitos, internos à empresa e protegidos por patentes, segredos ou instrumentos destinados a apropriação das inovações

É possível discriminar cada forma de conhecimento (tácito ou explícito) segundo a sua característica de codificação e seus mecanismos de transferência. O conhecimento explícito tem origem no conhecimento humano e pode ser codificado em forma de documentos, escritos, programas ou também passado verbalmente no qual sua possibilidade e facilidade de codificação se colocam como fundamentais. Na outra direção, o conhecimento tácito é intuitivo, não articulável e mais difícil de ser codificado e passado adiante. Nesse seguimento, vale ressaltar o que já foi elucidado por Lam (1998, p.6) e resgatando Polanyi (1966): “Sabemos mais do que podemos dizer”³. O conhecimento dessa maneira

³ Tradução livre do autor do original: “we know more than we can tell” (POLANYI, 1966).

não pode ser explicado, escrito ou programado, é perceptível apenas com a prática. Sanchez (2000, p.21) lista e descreve, felizmente, as vantagens e desvantagens entre o conhecimento tácito e o explícito, apresentadas no quadro 02, em seguida:

Quadro 2 - Vantagens e Desvantagens do Conhecimento Tácito e Explícito

| Conhecimento Tácito | Conhecimento Explícito |
|---|--|
| Vantagens | |
| <p>Relativamente fácil e sem custos</p> <p>Empresas podem responder bem ao reconhecimento do conhecimento</p> <p>É possível criar interesse no processo de gerenciamento do conhecimento</p> <p>O conhecimento guardado na forma tácita pode ser mais difícil de copiar pelos outros competidores</p> | <p>Conhecimento articulado pode ser transferido instantaneamente</p> <p>Conhecimento codificado pode ser disseminado para pessoas que podem utilizar formas específicas de conhecimento</p> <p>Conhecimento explícito pode ser discutido e debatido</p> <p>Utilizar conhecimento explícito facilita descobrir falhas no conhecimento da organização</p> |
| Desvantagens | |
| <p>Indivíduos podem não ter o conhecimento que acham que possuem</p> <p>Conhecimento dos indivíduos necessita de atualizações frequentes</p> <p>Habilidade para transferir o conhecimento e a velocidade de disseminação em uma empresa</p> <p>Organizações podem perder conhecimento chave se pessoas chave deixarem a firma</p> | <p>Tempo considerável é requerido para as pessoas adquirirem o conhecimento articulado</p> <p>Relação Empresa-Empregado pode ter que ser redefinida para motivar a articulação do conhecimento</p> <p>Comissão de Experts é necessária para avaliar o conhecimento explícito da empresa</p> <p>Aplicação de conhecimento explícito pode ser assegurado pela adoção das melhores práticas</p> |

Fonte: SANCHEZ, 2000, p.21.

Continuando a discriminação entre conhecimento tácito e explícito, Nonaka e Takeuchi (1997) trazem que o conhecimento tácito pode ser baseado na experiência. Ele é aprendido por meio do convívio, vindo do aprendizado *learnig by doing*, tendo assim sua manutenção pelo convívio e prática. Já o conhecimento explícito tem relação com a dedução lógica e podem ser adquiridos a partir de estudos formais e codificados, possibilitando assim o arquivamento. Os mesmos autores

(1997, p.21-22) apresentam que “A variedade de experiência, o compromisso individual e envolvimento no contexto são fatores críticos para determinar a geração e acúmulo de conhecimento tácito”⁴. Por fim, também colocam que, mesmo sendo possível a discriminação do conhecimento tácito e explícito, é preciso entender que os dois são mutuamente constituídos, e um novo conhecimento é gerado a partir de uma interação e combinação de ambos. Lam (1998) salienta que o conhecimento tácito é inerente a atividade humana e, da mesma forma, sua transmissão é comprometida uma vez que parte da vivência das situações e do confronto com determinado grupo de informações repetidamente.

É preciso entender, ainda, que o conhecimento é fruto de uma interação social. A partir desse conceito, Nonaka e Takeuchi (1997) propõem um modelo de interação e conversão dos conhecimentos tácitos em explícitos, e também o movimento contrário, apresentados na figura 01.

Figura 1 - Espiral do Conhecimento.



Fonte: Nonaka e Takeuchi 1997, p. 17.

⁴ Tradução livre do autor original: “The variety of experience and the individual’s commitment and involvement in the context are critical factors in determining the generation and accumulation of tacit knowledge” (NONAKA; TAKEUCHI 1997, p. 15)

Começando pela socialização, tem-se a transferência de conhecimento entre os agentes pelo compartilhamento de experiências, observação, prática e imitação. No quadrante seguinte, quando o conhecimento tácito passa para o conhecimento explícito é chamado de externalização, a interação, diálogo e reflexão entre os agentes juntamente com a dedução ou indução, codificam determinado conhecimento. A combinação se utiliza de sistematização do conhecimento, e parte da codificação ser passível de arquivamento. Por último, a internalização vem retornar ao ponto de início em que, o conhecimento agora explícito, vem se tornar novamente tácito por meio da incorporação de experiências vividas e arquivadas na base de conhecimento e transferidas ao indivíduo.

Com o conceito de conhecimento apresentado, percebe-se que a relação dos indivíduos com o conjunto de informações que os mesmo carregam, tem a capacidade de formar novos conhecimentos. É preciso entender, ainda, que existe diferença entre formas de conhecimento devido à sua capacidade e aos modos de transição de um indivíduo para o outro. Nesse interim de transmissão de conhecimentos, tem-se o conceito de aprendizagem e suas relações com a capacidade de se internalizar determinadas informações e, assim, ser capaz de engendrar novas inovações tecnológicas como respostas a tais situações.

O aprendizado apresenta além do caráter cumulativo a questão da apropriabilidade, dependendo do grau de aprendizagem dos membros individuais e das formas de conhecimento. Ele pode ser classificado como formal, quando é majoritariamente codificado e oriundo de atividades de P&D, ou informal, quando o conhecimento está disseminado pela empresa e não é livremente apropriável, apresentando baixo conteúdo codificado e baixa possibilidade de transferência formal.

A questão da aprendizagem na economia sempre esteve presente, primeiramente devido aos incontestáveis esporos e, também, por conta da efetivação, que o fazer e o repetir trazem aos ganhos de produção. Para Dosi, Teece e Winter (1992) é totalmente na aprendizagem, oriunda da repetição e experimentação, que é permitido determinados processos apresentarem ganhos em tempo ou qualidade. O aprendizado e seu caráter cumulativo vão de encontro com o entendimento da cumulatividade tecnológica e a importância do próprio conhecimento no desenvolver de novas tecnologias. Para os autores é necessário que se tenha conhecimento das tecnologias atuais e conhecer o mercado,

possibilitando empreender o desenvolvimento de novo produtos e processos.

À medida que o processo inovativo industrial vem se tornando cada vez mais intenso, a capacidade de perceber possibilidades de mudança vem das relações internas de aprendizagem da empresa e também da relação da mesma com o mercado. Johnson e Lundvall (2005) colocam que a capacidade dos indivíduos de aprender (e esquecer) determina atualmente o desempenho econômico. De outra forma, a aprendizagem para Malerba (1992) vem das mais diversas maneiras, mas para as empresas em especial, não apenas do aprender a fazer, mas do desenvolvimento de modos para atenuar essa sua capacidade.

Lundvall e Johnson (2005), os autores que mais tratam a respeito da aprendizagem e conhecimento no ambiente inovativo, salientam que o modo como o qual a dinâmica econômica capitalista vem se desenvolvendo nos últimos 30 anos, veio consolidar a imprescindibilidade do aprendizado no sucesso dos indivíduos, empresas e países. O surgimento do novo paradigma econômico nos últimos anos para Lundvall (2006, p.03) vem reafirmar a principal fonte de se obter vantagens competitivas que está na capacidade de aprendizagem das empresas, complementando com suas palavras:⁵. Os novos tempos e as mudanças imprimidas pelo novo paradigma foram vastos e em diversos níveis. Agora, o uso intenso de um determinado conhecimento sai de cena para a velocidade de obsolescência do mesmo, assim como Lundvall (2006b, p.08) coloca: "A velocidade acima da taxa de mudança que nos coloca em uma economia de aprendizagem, onde a capacidade de aprender torna-se mais importante do que determinados conjuntos de capacidades específicas."

No entendimento de Dosi, Teece e Winter (1992), a questão da aprendizagem tem grande relevância, uma vez que os autores colocam que o aprendizado pode gerar inclusive vantagens competitivas, contrastando assim diferentes níveis de aprendizado em diferentes empresas. Essa diferença estaria no setor de recursos humanos e também no sistema organizacional de cada empresa, o qual pode ser melhor adaptado à aprendizagem.

⁵ Tradução livre do autor do original: "the speed up in the rate of change that brings us into a learning economy where the capability to learn becomes more important than given sets of specific capabilities" (LUNDVALL, 2006, p.03).

Malerba (1992) traz que a relação entre os agentes econômicos assessorados por um aparato institucional a partir da aprendizagem geram novos produtos, técnicas e organizações, ou seja, avanços em geral. A aprendizagem é colocada como sendo a fonte primária de relação entre os agentes e onde se origina os ganhos de inovação. O autor apresenta uma proposta de divisão entre dois tipos de aprendizagem, uma pela comunicação e outra pela experiência. A primeira, considerada mais formal, é transmitida de forma ativa por ambos os lados, tendo os seguintes termos: aprender fazendo (*learning by doing*); aprender usando (*learning by using*); aprender pela interação (*learning by interacting*); aprender a partir da pesquisa (*learning by searching*); aprender dos avanços da ciência e tecnologia (*learning from advances in science and technology*); e aprender a partir da relação produtiva com outras indústrias (*learning from inter-industry spillovers*) (MALERBA, 1992). A segunda forma de aprendizagem é dada de forma passiva, na qual os agentes incorporam o conhecimento pelo simples fato de estarem inseridos no sistema produtivo, são elas: aprender por fazer; aprender por estudar; e aprender pela falha.

Para uma empresa que pretende ter vantagens competitivas ou até mesmo se manter no mercado, a capacidade de aprendizagem é colocada como um ponto chave pelos autores aqui tratados, podendo ser oriunda de diversos ambientes. Fica clara a necessidade de a empresa apresentar capacidade e sensibilidade para captar e efetivar os conhecimentos gerados a partir dessas situações. Pode-se perceber que tanto o ambiente interno da empresa e sua preocupação com a capacidade de aprendizagem, como também o ambiente externo das relações com concorrentes, fornecedores e consumidores, se colocam com grande importância para a absorção de conhecimento.

2.2.4 Regimes tecnológicos, padrões e sistemas de inovação

Continuando o processo de inovação, seus respectivos desdobramentos nos agentes econômicos e a promoção do desenvolvimento, o trabalho irá tratar agora a respeito dos regimes tecnológicos e seus condicionantes. Esse conceito ajuda a explicar como que determinado padrão de tecnologia engendra-se pela economia e como as empresas participantes estão condicionadas a uma série de características do ambiente econômico.

Primeiramente, apresenta-se a definição de Nelson e Winter (2006) sobre os regimes tecnológicos, colocando-os como sendo as fronteiras de aptidões possíveis dentro da nova tecnologia de se produzir, sendo limitados por questões do ambiente econômico, de problemas físicos e biológicos, dentre outros. Assim, o regime tecnológico está conectado à capacidade das empresas de aproveitar a nova tecnologia e promover inovações a partir de investimentos na busca por novas soluções tecnológicas.

A respeito dessas novas inovações oriundas do interior da empresa no novo paradigma tecnológico, Breschi e Malerba (2001) apontam a existência de duas fontes principais de aproveitamento dessa oportunidade, uma externa e outra internas, sendo que o conhecimento científico está presente em ambas, gerando novas frente de conhecimento e novas bases tecnológicas. A primeira advém de conhecimentos científicos gerados dentro dos laboratórios das universidades, oriundos da relação com outras empresas, fornecedores, clientes e o próprio mercado. A fonte externa de aproveitamento de oportunidades está ligada ao conhecimento tácito e explícito, gerados durante a trajetória tecnológica.

O processo de inovação pode ser considerado um procedimento de concorrência entre as empresas, à medida que as mesmas buscam aprimoramento tecnológico, manutenção ou ampliação de seu poder de mercado. Nesse contexto, o regime tecnológico se encaixa como a peça fundamental para entender a dinâmica do processo de inovação. Segundo Malerba e Orsenigo (1993 p. 12) o regime tecnológico pode ser definido em três propriedades tecnológicas fundamentais e suas combinações; "Condições de oportunidade e apropriabilidade; grau de cumulatividade do conhecimento tecnológico; e as características da base de conhecimento relevante."⁶ De forma bem próxima, Breschi et al. (2000) coloca que os regime tecnológicos são ambientes caracterizados através de quatro variáveis e sua miscigenação: oportunidade tecnológica; apropriabilidade das inovações; cumulatividade dos avanços técnicos; e propriedades da base de conhecimento da empresa. Assim, as diferentes características e intensidades de cada um dos quatro

⁶ Tradução livre do autor do original: "opportunity and appropriability conditions; degrees of cumulativeness of technological knowledge; and characteristics of the relevant knowledge base" (MALERBA; ORSENIGO, 1993, p.12)

fatores, definiriam as distinções nos padrões de desenvolvimento tecnológico e a capacidade inovativa dos agentes econômicos.

A partir desses dois conceitos e características apontadas pelos dois grupos de autores, percebe-se uma proximidade das propostas de caracterização dos regimes tecnológicos, sendo possível utilizar a divisão proposta por Malerba e Orsenigo (1997), concomitantemente, aos pontos e qualificações realizadas por Breschi et al. (2001). No primeiro ponto trataremos de oportunidade e apropriabilidade; no segundo, cumulatividade; e por fim, base de conhecimento.

De maneira geral, pode-se entender que as oportunidades tecnológicas estão diretamente ligadas à tecnologia disponível e à capacidade de investimento da empresa em busca de novas inovações. Quando as empresas têm mais capacidade de alocar recursos em pesquisa, estudos e desenvolvimento científico, elas aumentam sua capacidade de inovar e sua probabilidade de emplacar uma inovação. Para descrever melhor como essas condições podem capacitar determinada empresa no processo inovativo, ao mesmo tempo em que a qualifica para determinado tipo de inovação, Malerba e Orsenigo (1997) subdividem em quatro fatores: nível, variedade, penetrabilidade e fontes.

O primeiro fator determinante sobre as oportunidades e as apropriabilidades é o nível em que as mesmas se encontram, quando tem-se altas oportunidades de inovações tecnológicas, os empresários têm mais incentivos a investir devido à alta probabilidade de obter retorno do capital investido. Malerba e Orsenigo (1993, p.48) ainda colocam que: "Altas oportunidades representam um poderoso incentivo para a realização de actividades inovadoras e denotam um ambiente econômico que não é funcionalmente limitado pela escassez. A ciência é, certamente, uma importante fonte de oportunidades."⁷.

A penetrabilidade, de acordo com Orsenigo (1995), está ligada ao quanto o conhecimento tecnológico, angariado anteriormente pelo agente econômico, gera condições de diversificação através de novos produtos ou processos. Tem-se, então, a falta de penetrabilidade em uma dada tecnologia, principalmente a qual apresenta uma alta cumulatividade. Normalmente verificada em mercados altamente

⁷ Tradução livre do autor do original: "high opportunities represent a powerful incentive to the undertaking of innovative activities and denote an economic environment which is not functionally constrained by scarcity. Science is certainly a major source of opportunities." (MALERBA; ORSENIGO, 1993, p. 48)

especializados, o conhecimento previamente dominado pela empresa terá uma pequena aplicabilidade em novos produtos e processos. Se tiver o contrário, uma forte penetrabilidade, os conhecimentos prévios serão apropriadamente aplicados aos novos produtos e processos. Segundo o autor, na maioria dos regimes tecnológicos o que se percebe é um grande volume de oportunidades penetrantes ou de baixa cumulatividade.

A variedade de soluções tecnológicas também representam um condicionante que pode estimular ou não os agentes econômicos, à medida que uma grande variedade de soluções permitirá uma empresa ter acesso a várias oportunidades. O comportamento é percebido antes de eclodir e definir um novo paradigma tecnológico, já que apresenta várias oportunidades de avanços e soluções para a tecnologia. No momento seguinte, quando há um paradigma definido, nota-se uma queda nas oportunidades de inovação devido à trajetória tecnológica imposta.

Dosi (1988) define a apropriabilidade como sendo as propriedades do conhecimento tecnológico e os instrumentos técnicos em um dado ambiente econômico que permite a criação e o domínio sobre uma inovação, dificultando a imitação e permitindo ao empresário schumpeteriano os ganhos oriundos do processo inovativo. O mesmo procurará proteger sua inovação de imitações para que possa, mesmo que por um período curto de tempo, gozar de rendimentos de um monopolista. Visando tais retornos, os empresários fomentarão estímulos para promover um cenário com altas condições de apropriabilidade, ou seja, quanto maior as condições econômicas e institucionais de se manter o domínio sobre uma inovação, maior será o incentivo aos empresários para efetuar investimentos em novos produtos e processos.

Percebe-se que a apropriabilidade está relacionada com a capacidade de proteção da inovação no que tange à exclusividade, dessa forma a existência de meios para proteger tal exclusividade são desejáveis pelo empresário que deseja inovar e garantir retornos com isso. As condições de apropriabilidade variam de setor para setor, sendo que, ao apresentar uma alta apropriabilidade, o empresário se sente seguro perante seus investimentos em inovação. Já no caso de uma baixa apropriabilidade, a propriedade temporal da inovação não é respeitada, geralmente verificado em ambientes de conhecimento difundido. As condições de apropriabilidade estão ligadas a aparatos institucionais como patentes, segredo industriais, leis; e também fatores

econômicos, custo da imitação, curva de aprendizagem e barreiras naturais.

O empresário schumpeteriano que foi capaz de desenvolver uma nova tecnologia e inovou com um produto ou processo estará mais qualificado a manter o nível de desenvolvimento tecnológico do que aquele o qual não tem conhecimento acumulado no processo tecnológico atual. Para Malerba e Orsenigo (1997) existem três fontes de cumulatividade: (1) processo de aprendizagem e dinâmica dos retornos crescentes do nível tecnológico, os quais constroem a pesquisa atual, ao mesmo tempo, que geram novos problemas e novos conhecimentos; (2) as fontes organizacionais, nas quais a cumulatividade é originada por capacidades tecnológicas específicas de cada firma, sendo melhoradas gradualmente ao longo do tempo; e (3) sucesso – geração – sucesso: finalmente, a noção de cumulatividade pode ser relacionada à noção schumpeteriana de que os retornos de mercado podem estar ligados aos investimentos de P&D, performance e lucratividade tecnológica, de forma que as firmas que obtiveram resultados positivos no processo inovativo possuam maiores chances de inovar novamente.

A cumulatividade do conhecimento tecnológico pode ser entendida de forma geral como sendo a relação do conhecimento tecnológico adquirido, em um primeiro momento, pelos agentes econômicos a condicionar estar mais preparada para os conhecimentos das tecnologias futuras. Segundo Breschi et al. (2000), em ambientes que o processo inovativo se dá de maneira contínua e com retornos decrescentes, têm-se altos níveis de cumulatividade. As empresas que dominam um maior conhecimento tecnológico no presente terão melhores condições de engendrar novas tecnologias no futuro com base na cumulatividade de conhecimentos. Sendo assim, esse fator vem explicar os diferentes padrões setoriais de inovação, diferenciando, inclusive, entre empresas do mesmo setor, uma vez que a partir do conhecimento já represado, as mesmas irão desenvolver capacidades específicas ou no máximo do setor, na determinação das inovações incrementais.

Observa-se que quanto mais padronizado e codificado for a base de conhecimento, mais facilmente ele poderá ser adquirido, já que não demanda relações próximas e contínuas dos caminhos para sua captação. No padrão de desenvolvimento schumpeteriano de inovação, tem-se dois modos pelos quais a base do conhecimento pode ser gerada. A primeira, denominada destruição criativa, se dá em um ambiente com

altas oportunidades, facilidades de entradas de novas firmas, dificuldades do estabelecimento e de vantagens competitivas e tecnológicas devido a falta de hierarquia inovativa. A segunda, leva o nome de acumulação criativa, na qual se tem a presença de empresas consolidadas em suas posições e grandes barreiras à entrada, devido àquelas dominantes do setor que acumulam competências de P&D e conhecimento específico, inviabilizando a entrada de outras empresas inovadoras.

Para Beschi et. al (2001), as variáveis apresentadas acima (oportunidade e apropriabilidade, cumulatividade dos avanços e base de conhecimento) configurariam os regimes tecnológicos e suas respectivas competitividades, se agrupando em três padrões: (i) a taxa de atividades de inovação entre as firmas; (ii) o grau de estabilidade da hierarquia de firmas inovadoras; e (iii) a entrada e saída de novas tecnologias (relevância da introdução de inovações para uma indústria).

Já para Malerba e Orsenigo (1993), as combinações das três características trabalhadas anteriormente possibilitam identificar a trajetória das estratégias tecnológicas como apresentado no quadro 03.

Quadro 3 - Estratégias Tecnológicas em Vários Regimes Tecnológicos.

| Itens | | Alta Apropriabilidade | Baixa Apropriabilidade |
|---------------------------|-----------------------------|--|--|
| Alta Oportunidade | Alta Cumulatividade | Inovação Radical Inovação Incremental | Inovação Radical Inovação Incremental Imitação |
| | Baixa Cumulatividade | Inovação Radical | Inovação Radical Imitação |
| Baixa Oportunidade | Alta Cumulatividade | Inovação Incremental | Inovação Incremental Imitação |
| | Baixa Cumulatividade | Sem atividades sistemáticas de inovação | Sem atividade de inovação |

Fonte: Adaptado de Malerba e Orsenigo, 1993, p.64.

O trabalho nesse ponto se propõe a trazer a discussão dos diferentes padrões de inovação que podem ser verificados em diferentes setores da economia. Essa diferenciação é importante uma vez que ao considerar um setor específico, pode-se entender como os diversos

agentes inseridos no ecossistema econômico agem de modo a promover o ritmo do processo de inovação. Quando se escolheu discutir sobre o sistema setorial de inovação, é preciso recordar as outras opções de recorte sobre eles. A delimitação do espaço do sistema de inovação pode, segundo Edquist (2005), ser geográfico (nacional), setorial ou em termos de atividades. O autor coloca a importância de se delimitar qual a zona de atuação de determinado SI para que se possa analisar os avanços e problemas enfrentados. Porém, todas as três vertentes carregam características próprias: (i) a primeira é a mais utilizada devido à capacidade de se observar a eficiência de políticas governamentais no sistema nacional de inovação, contudo várias das etapas de certo processo podem estar presentes em outros países e assim não serem abarcadas por tais políticas; (ii) a segunda divisão, setorial, esbarra no problema de se definir até mesmo parte dos fornecedores e consumidores que serão enquadrados no SNI devido a vasta cadeia que pode envolver; (iii) e, por último, em termos de atividade, pode-se perder as interações entre os agentes.

O recorte setorial para análise sobre do processo de inovação de uma indústria se justifica, segundo Pavitt (1984), uma vez que o conhecimento tecnológico não é amplamente espalhado pela economia, mas guarda especificidades nas informações e nas relações entre as empresas que determinam diretamente o comportamento, o ritmo e o caminho das inovações de uma indústria. No mesmo trabalho, o autor exemplifica realizando uma comparação do comportamento setorial entre a eletrônica, a mecânica e o setor têxtil. No primeiro setor as inovações são consideravelmente maiores e mais abrangentes no que diz respeito aos produtos e processos no próprio setor, além de proporcionar o avanço tecnológico colateral nos demais setores econômicos. Por outro lado, o setor de mecânica e instrumentos de precisão promovem inovações mais modestas, porém especializadas de forma que a promovem em intensa relação com os demais setores da cadeia produtiva como metalurgia e veículos. Em contraste, o setor têxtil apresenta inovações majoritariamente promovidas pelos fornecedores e adotadas pelas empresas do setor.

A partir do exemplo dos três setores, Pavitt (1984) sugere, então, uma classificação de acordo com os padrões tecnológicos, sendo divididos segundo os graus de intensidade tecnológica incorporada pelas empresas do setor. A divisão proposta pelo autor coloca em um grupo o setor dominado pelos fornecedores; em outro, um setor de formas intensivas na produção; e no terceiro, empresas baseadas em ciência,

contrastando assim cada um dos grupos como fornecedores e usuários de tecnologias.

O primeiro grupo guarda àquelas empresas que são dominadas tecnologicamente pelos fornecedores. Tais setores apresentam normalmente portes menores, o que influencia diretamente na capacidade de investimentos em P&D, abarcando indústrias tradicionais e serviços pessoais, financeiros e comerciais. O segundo grupo, compreendido das firmas intensivas em produção, é subdividido em dois grupos devido a suas peculiaridades. O primeiro é os produtores em larga escala, os quais se encaixam as grandes firmas as quais destinam recursos próprios no desenvolver de novas tecnologias aplicáveis os seus próprios produtos e processos. O segundo grupo é composto por fornecedores especializados e são responsáveis pela maioria das inovações tecnológicas do seu próprio processo e ainda praticam o foco no desenvolvimento de inovações aplicáveis em outros setores.

Por último, as firmas baseadas em ciências se colocam como a fonte de inovações tecnológicas, pesquisas e P&D, responsáveis por seu desenvolvimento e a aplicação nos demais setores. A parte do avanço científico das empresas desse grupo, juntamente com a relação dos usuários dessa tecnologia, permite a difusão do conhecimento e aplicabilidade da nova tecnologia, ditando assim a trajetória tecnológica tanto das firmas baseadas em ciências como dos outros grupos. Devido à necessidade de uma intensa base científica, além do domínio das tecnologias existentes, as empresas dos setores químicos e da microeletrônica podem ser enquadradas nesse grupo. À medida que se desenvolvem e aplicam novas tecnologias, esse movimento cria também uma barreira à entrada de novos integrantes ao grupo devido ao alto custo de angariar os conhecimentos necessários para se enquadrar e aprimorar a trajetória tecnológica.

2.3 A CORRENTE INSTITUCIONALISTA

Várias são as correntes que sugerem as explicações dos fenômenos econômicos, bem como trazem propostas e entendimentos a respeito da realidade. Porém, a economia como uma ciência humana está inserida em um contexto social o qual não pode ser negligenciado, sobre a pena de perda de toda a base de análise não ser aplicável à sociedade. Entendendo então que a economia está inserida em um contexto social, o qual sofre influência e é construída dentro de interações sociais entre as pessoas, a corrente institucionalista vem

trazer uma análise sensível no tocante ao contexto social, econômico e político, ou seja, institucional de uma sociedade. Essa análise se torna de grande valia à medida que considera aspectos de várias ciências e apresenta uma multidisciplinaridade em sua abordagem, fomentando explicações e fundamentações de forma empírica aos acontecimentos e desdobramentos da economia e da sociedade.

Sendo possível estabelecer um marco inicial para o nascimento dessa vertente do pensamento econômico, temos a obra de Thorstein Veblen (1898), intitulada “*Why is Economics not an Evolutionary Science?*”, a qual serve de base para o início dos estudos. A partir dessa data, percebemos que o estudo e o entendimento institucional do funcionamento da economia vêm antes mesmo do clássico livro de John Maynard Keynes, “A Teoria Geral do Emprego, do Juro e da Moeda”, lançada em 1936. Mesmo contando com mais de um século de existência, a teoria institucional nunca esteve nos holofotes do pensamento econômico, ao contrário dos marxistas, keynesianos, neoliberais, schumpeterianos. A retomada das atenções a esta linha de pensamento vem se consolidando somente nos últimos anos, devido à sua coerência e a propostas explicativas a respeito do comportamento econômico, se tornando assim um bom caminho a contribuir nos novos estudos das ciências econômicas.

Tomando então por base Thorstein Bunde Veblen como sendo o “pai” do pensamento institucional, pode-se utilizar o seu conceito de instituição. Em sua obra, Teoria da classe ociosa (1973), ele caracteriza as instituições como sendo os hábitos e os pensamentos que dominam a ação humana, consolidando-se em instituições ao longo da história. Outra grande contribuição à escola institucional já nos primeiros anos é a obra de John Rogers Commons (1931), que traz, em seu primeiro parágrafo, a dificuldade enfrentada até os tempos modernos de definição do termo instituição. Para o autor, a dificuldade de se atrelar um significado ao termo instituição existe uma vez que as instituições são consideradas como um quadro de leis ou direitos naturais as quais os indivíduos devem obedecer, podendo significar o próprio comportamento dos mesmos. North (1991) salienta a necessidade de se entender as instituições em vários aspectos. Para o autor é preciso considerar tanto as que são formalizadas, quanto àquelas que permeiam a sociedade informalmente e, sendo assim, influenciam diretamente o comportamento dos agentes. North (1991, p.1) começa o seu trabalho definindo o termo: “As instituições são as restrições humanamente inventadas que estruturam a interação política, econômica e social. Elas

consistem em ambas as restrições informais (sanções, tabus, costumes, tradições, e códigos de conduta) e as regras (constituições, leis, direitos formais de propriedade) “⁸.

O conceito de instituição é considerado dinâmico ao invés de estático, processo ao invés de produtos, atividade ao invés de sentimentos, ação de massa em detrimento à ação individual, da gestão ao contrário de equilíbrio, ou mesmo controle em vez de *laissez faire*. Samuels (1995, p.3) vem colocar a profundidade da análise institucional quando coloca que: “[...] Institucionalistas perseguem uma ampla gama de variáveis explicativas e chegam a uma resposta mais ampla e mais profunda, sem dúvida, embora reconhecidamente não tão bem simplificada em uma resposta”⁹. Com essas articulações é possível que a análise dessa escola não apresente fronteiras quanto às variáveis, agregando-as caso guardem mais especificidades no entendimento.

Observa-se também que a economia institucional, ao mesmo tempo em que angaria várias ciências e explicações aos acontecimentos, guarda uma série de dificuldades quanto ao engessamento de conceitos. Essa dinâmica no pensamento é justificada na medida em que o objeto de estudo da economia institucional é o próprio comportamento humano. Esse comportamento apresenta uma intensa mutabilidade, sendo necessário que os seus conceitos igualmente mutáveis. Samuels (1995, p. 5) justifica tal mutabilidade do termo ao propor que “Instituições, dizem eles, são importantes e não pode ser tida como certa, porque elas são feitas pelo homem e mutável”¹⁰. Com essa citação o autor procura colocar como centro da abordagem o comportamento humano e seus desdobramentos nas variáveis econômicas e políticas,

⁸ Tradução livre do autor do original: “Institutions are the humanly devised constraints that structure political, economic and social interaction. They consist of both informal constraints (sanctions, taboos, customs, traditions, and codes of conduct), and formal rules (constitutions, laws, property rights” (NORTH, 1991, p.1)

⁹ Tradução livre do autor do original: “[...]institutionalists pursue a wider range of explanatory variables and come up with a broader and arguably deeper answer, though admittedly not as neatly simplified an answer” (SAMUELS, 1995, p.3)

¹⁰ Tradução livre o autor original: “Institutions, they say, are important and cannot be taken for granted, because they are manmade and changeable” (SAMUELS, 1995, p.5)

considerando então o mercado como sendo fruto de um conjunto de instituições individuais e sociais e suas respectivas interações.

2.3.1 Economia institucional: objeto, metodologia e conceitos.

Após apresentarmos a origem do pensamento schumpeteriano nos escritos do próprio autor e evoluirmos para os mais novos pensamentos daquela vertente, o trabalho agora apresenta a evolução do pensamento institucionalista. O ambiente inovativo dentro das empresas ou de uma sociedade influencia e é influenciado por uma série de fatores que determinam a evolução de determinada tecnologia. Essa seção trata de apresentar e nortear os princípios e entendimentos dos economistas institucionalistas e suas respectivas leituras da realidade econômica e social. Para tanto, será feita uma breve introdução sobre as principais vertentes dentro dessa escola para que possa situar o leitor sobre a importância e a validade dessa leitura enquanto forma de entendimento e contribuição ao processo de evolução tecnológica tratado anteriormente.

Conceição (2012; 2010; 2008; 2000) traz uma vasta e recente contribuição sobre a evolução do pensamento institucional e também a sua relação com os neo-schumpeterianos. O autor faz um aparato a respeito da metodologia geral do pensamento institucional. Seu núcleo de pensamento relaciona-se aos conceitos de instituições, de hábitos, de regras e de sua evolução, tornando explícito um forte vínculo com as especificidades históricas e com a abordagem evolucionária.

O chamado antigo institucionalismo, vem se configurar como a primeira escola denominada institucionalista. O conceito de instituição para essa corrente de forma geral é definido por Conceição (2000) como sendo resultado de uma situação presente, que molda o futuro através de um processo seletivo e coercitivo, orientado pela forma como os homens veem as coisas, o que altera ou fortalece seus pontos de vista, como colocado pelo próprio Veblen (1921, p. 13): “processo cumulativo de adaptação dos meios aos fins, que, cumulativamente, se modificavam, enquanto o processo avançava”. Para Rutherford (1998, p. 02), já nos primeiros escritos de Veblen, o autor destaca a importância do caráter cumulativo e dinâmico das instituições e da economia, "Deve ser a teoria do processo de crescimento cultural, conforme determinado pelo

interesse económico, uma teoria de uma sequência cumulativa de instituições económicas afirmado em termos do processo em si."¹¹.

Hodgson (2002) debate sobre a teoria darwinista, e como a mesma é utilizada por Veblen de modo a explicar a evolução e aprimoramento incentivado das instituições, e como essas evoluções vem do próprio comportamento e meio que elas estão inseridas. O autor resgata a construção das instituições como uma forma natural e cumulativamente apreendida pelos indivíduos, não levando necessariamente ao ponto máximo. O início da proximidade do pensamento de Veblen com o de Darwin é notável a partir da importância que o autor confere a características das ações humanas e a relação com o instinto, uma vez que determinados comportamentos de um indivíduo são definidos pela sua inteligência construída a partir de experiências. Nesse sentido, Rutherford (1998) coloca que para Veblen dentro da natureza humana genérica há variação na mistura e na coordenação entre os instintos, essa variedade existe tanto entre os diferentes grupos, que evoluíram em diferentes circunstâncias, como entre os próprios indivíduos. Variação individual é particularmente visível dentro dessas comunidades formadas por uma mistura de linhagens raciais, como em populações híbridas que mostram uma considerável diversidade de caracteres nativos. O conceito de instinto vem então dar o pontapé inicial no desenrolar da teoria evolucionária institucional, mas não sendo o único responsável pelo comportamento do indivíduo, como apresentado por Rutherford (1998, p.4): "A dotação instintiva dá apenas um ponto de partida para a evolução cumulativa de hábitos e instituições."¹².

A partir do entendimento da importância do instinto dos indivíduos na construção de seus comportamentos, Rutherford (1998, p.5) destaca a continuidade do processo, "Os instintos fornecem um conjunto de metas originais, ou básicas, de ação, mas as pessoas devem trabalhar as formas e meios de atingir estes objetivos dentro das

¹¹ Tradução livre do autor do original: "must be the theory of a process of cultural growth as determined by the economic interest, a theory of a cumulative sequence of economic institutions stated in terms of the process itself" (RUTHERFORD, 1998, P.02)

¹² Tradução livre do autor do original: "The instinctive endowment gives only a starting point for the cumulative evolution of habits and institutions" (RUTHERFORD, 1998, p.4)

condições ambientais que elas enfrentam."¹³. Levando-se em conta a inteligência e o relacionamento com os demais indivíduos com diferentes experiências é possível caminhar na construção de hábitos e culturas.

O caráter mutável das instituições é dividido por Veblen segundo Rutherford (1998) em duas maneiras, a partir seleção de determinadas características que são mais adequadas a determinado ambiente e situação, e com a capacidade de adaptação dos hábitos frente a uma mudança nas circunstâncias. Tal capacidade pode ser notável através da grande importância que uma tecnologia exerce no ambiente. Essa variável se coloca como uma nova experiência a qual determinadas características pessoais irão ser melhores entendidas, e com isso se capacitar nesse novo ambiente. A importância da tecnologia na seleção de determinados comportamentos e também na incitação a mudanças é salientado por Rutherford (1998, p.13): "Ele coloca particular ênfase no papel da tecnologia na realização de mudanças no padrão de vida e se baseia em uma teoria que descreve o padrão vigente da vida, o ambiente econômico, em última análise, como determinar os hábitos predominantes de pensamento."¹⁴.

O segundo autor, que é classificado na academia como sendo um dos antigos institucionalistas, John Rogers Commons difere de Veblen quanto à ordem de causalidade entre instintos e hábitos. Hodgson (2003, p.10) coloca que "Commons aceita que algumas capacidades humanas são herdadas, mas ele não eu ao conceito de instinto nenhuma parte na futura formação de hábitos ou comportamento."¹⁵, mostrando que Commons não legitima a relação de causalidade entre instintos e hábitos. O reposicionamento proposto por Commons vem do

¹³ Tradução livre do autor do original: "The instincts provide a set of original, or basic, goals of action, but people must work out the ways and means of achieving these objectives within the environmental conditions that they face" (RUTHERFORD, 1998, p.5)

¹⁴ Tradução livre do autor do original: "It places particular emphasis on the role of technology in bringing about changes in the pattern of life and relies on a theory that depicts the prevailing pattern of life, the economic environment, as ultimately determining the prevalent habits of thought". (RUTHERFORD, 1998, p.13)

¹⁵ Tradução livre do autor do original: "Commons did accept that some human capacities are inherited, but he gave the concept of instinct no part in the further formation of habits or behavior" (HODGSON, 2003, p.10)

entendimento de que o hábito não é em si um ato recorrente ou repetido, porém o comportamento repetido é importante para estabelecer um hábito. Mas hábito e comportamento não são o mesmo conceito. O primeiro seria a repetição realizada por uma pessoa, já os costumes são a repetição contínua de um determinado comportamento por um grupo de diferentes pessoas.

Outra abordagem levantada por Conceição (2000) é a neo-institucionalista, para qual importa à economia institucionalista o processo histórico na formulação das ideias e das políticas econômicas em que o mercado organiza e orienta de modo a dar cumprimento às instituições. Em suma, o autor coloca as duas principais características dos neo-institucionalistas: crítica à organização, a performance da economia de mercado e a economia de mercado pura. Essas abstrações são o *approach* multidisciplinar promovido pelos institucionalistas como análise da realidade. Já no “corpo de conhecimento institucionalista” o autor coloca: ênfase na evolução social e econômica, com orientação explicitamente ativista das instituições sociais; inconformidade com o individualismo auto-subsistente e o não intervencionismo sustentado pelo *mainstream*; tecnologia como força transformadora; as estruturas de poder que capacitam o mercado para alocar recursos; valor não por preços relativos, mas como valores incorporados e projetados nas instituições; cultura como processo de “causação cumulativa”; relações sociais de poder gerando estruturas desiguais e hierarquizadas; multidisciplinaridade.

Os neo-institucionalistas entendem a importância do mercado e seus mecanismos na definição das cestas e comportamentos dos agentes econômicos, porém da mesma forma, tal corrente, vem destacar o papel importante das demais instituições e a própria relação dessas com o mercado. Para Coase (1998), o mercado depende diretamente de uma série de instituições de um determinado país: o sistema jurídico, político, social, educativo, cultural e assim por diante. A vastidão de arranjos institucionais impacta diretamente no desempenho da economia e seu comportamento, validando a necessidade de se entender tais instituições e seus respectivos desdobramentos. Coase (1998 p. 05) ao avaliar a necessidade do mercado no funcionamento da economia coloca: “Para ter um sistema econômico eficiente, é necessário não só ter mercados, mas também áreas de planejamento dentro das

organizações de tamanho adequado.”¹⁶, dessa forma o autor salienta a importância das organizações que aparam o funcionamento da economia juntamente com o mercado.

A vertente chama de nova economia institucionalista (NEI) ou economia dos custos de transação, àquela ancorada em três conceitos básicos: racionalidade limitada, oportunismo e custos de transação. Ela se preocupa com os aspectos microeconômicos a partir de uma teoria da firma não convencional juntamente com a história econômica, a economia dos direitos de propriedade, de sistemas comparativos, economia do trabalho e organização industrial.

A teoria da regulação e o ambiente institucional vêm à tona ao debate, apresentando uma formação mais próxima de Marx, em que as relações sociais e os antagonismos por elas suscitados “movem” o processo em contínua mudança, resultando na reprodução do sistema em um ambiente permeado por contradições sociais. Para essa corrente, as instituições desenvolvem-se em um meio ambiente conflituoso e visam normalizar, rotinizar ou estabelecer parâmetros de convenção entre agentes diferentes e separados socialmente, de forma a permitir a regulação mais ou menos estável e duradoura. As principais ideias do regulacionismo são: o conflito é irreduzível; insegurança econômica gera congelamento de situações estabelecidas; as instituições mostram uma medição dos conflitos; as instituições são lutas das classes. Sendo assim, as instituições para essa escola seriam inovações sociais e os processos de regulação então são classificados por Boyer (1990) em três níveis de estudo: regime de acumulação, formas institucionais e o modo de regulação. Conceição (2006) apresenta uma classificação dos institucionalistas, fazendo a seguinte divisão: no grupo um (ortodoxo) - os novos-institucionalistas, a escola austríaca e a economia institucionalista matemática; no grupo dois (heterodoxo) - o neo-institucionalista, os antigos institucionalistas e regulacionistas.¹⁷

Após realizar esse breve aparato sobre os principais fundamentos das correntes predominantes no pensamento institucional, o trabalho se

¹⁶ Tradução livre do autor do original: “To have an efficient economic system it is necessary not only to have markets but also areas of planning within organizations of the appropriate size” (COASE, 1998 p. 05)

¹⁷ Mesmo entendendo a importância da Nova Economia Institucional (NEI), o trabalho não disserta a respeito de seus conceitos e premissas devido ao contraste metodológico existente com as demais correntes da economia institucional.

voltará para a metodologia do tratamento analítico, utilizado em grande parte os trabalhos de base teórica institucional. A apresentação do *modus operandi* da análise institucional. A pesquisa também guiará o leitor para o entendimento de como tal corrente realiza seus estudos em meio a um emaranhado de variáveis e características que vêm ajudar tal compreensão. De forma generalizada, Atkinson e Oleson (1996, p. 01) colocam sete pontos centrais na análise da maioria dos trabalhos: (1) a investigação deve começar com uma pergunta e não um axioma; (2) o comportamento deve ser analisado e entendido como proposital; (3) todas as situações atuais são o resultado do processo histórico e variação acumulada; (4) a estrutura institucional particular deve ser conhecido para entender o comportamento resultante da estrutura; (5) história e análise devem ser reunidas em uma abordagem holística; (6) a evolução é um processo em que a seleção artificial intencional de fatores críticos tende a modificar hábito; (7) a negociação tem um papel importante.”¹⁸

Segundo Atkinson e Oleson (1996), a análise institucional parte de uma realidade observada e procura entender as mudanças nas relações que conduziram a determinada situação. Em semelhança, a escola institucional também parte de uma hipótese, porém no *mainstream* ela precede a análise, enquanto que para os institucionais a hipótese deriva da análise. No segundo ponto, tem-se que o propósito da abordagem institucional é entender as razões históricas, sociais, econômicas, etc., que levaram a um determinado comportamento. Segundo Hodgson (1996), a análise institucional não se apega a qualquer hipótese ou teoria, essa abordagem salienta sua importância comparativa e de um amplo conjunto de fatores na busca de uma explicação causal adequada. No terceiro ponto, Atkinson e Oleson (1996) colocam que o conceito de instituição carrega uma história, apresenta uma constante mudança e um processo contínuo de evolução feito a partir dos conflitos de interesses.

¹⁸ Tradução livre do autor do original: “ (1) the investigation should begin with a question and not an axiom; (2) behavior must be analyzed and understood as purposeful; (3) all current situations are the result of historical process and cumulative change; (4) the particular institutional structure must be known to understand behavior resulting from the structure; (5) history and analysis must be amalgamated in a holistic approach; (6) evolution is a process in which purposeful artificial selection of critical factors tends to modify habit; (7) negotiation has an important role.” (ATKINSON; OLESON 1996, p. 01)

Como quarto ponto tem-se a necessidade de conhecimento afimco de uma determinada estrutura institucional para que se possa entender seus oriundos comportamentos, uma vez que não é possível regressar ao ponto inicial, e sim entender os condicionantes que levaram a tal comportamento. Para Atkinson e Oleson (1996) há a necessidade de utilização do método holístico de análise de Ramstad (1986, p.1072). Nesse modelo o autor deve iniciar suas discussões em uma pequena parte de um sistema de variáveis inter-relacionadas e depois se mover para outro ponto do mesmo sistema. Através dessa metodologia o pesquisador poderá então comparar as diferenças e as semelhanças em cada um dos dois pontos, explicando as diversas situações observadas.

Em seguida, se deve escolher qual recorte o pesquisador irá utilizar e iniciar seu processo de análise. Conforme já discutido anteriormente no trabalho, esse ponto se faz necessário para não cair em um regresso institucional infinito. O investigador deve focar sua observação em alguns eventos específicos em certo período temporal a fim de delimitar os fatores críticos que imprimiram diferentes caminhos às decisões dos agentes. Por fim, é necessário atentar para a questão de que as instituições não são produtos espontâneos das ações de todos os agentes, sua consolidação e desdobramentos se devem a uma série de conflitos de interesses e de comportamentos que, ao longo do tempo e com a contínua evolução, foram se moldando e definindo determinadas características.

A intensa relação dos institucionalistas com a tecnologia é devido aos seus impactos sobre a organização social, econômica e política, também sobre a natureza e cultura, e a própria interação desses atores com a tecnologia dentro da lógica de uma economia industrial. A importância da relação da tecnologia com os estudos institucionais é enfatizada por Samuels (1995, p.13): O desenvolvimento tecnológico e sua utilização é um produto da escolha humana: ela não acontece apenas como um *deus ex machina*¹⁹. Outro fator de peso para o entendimento das relações institucionais e a investigação econômica reside sobre o poder, "Uma das principais áreas que tem preocupado os institucionalistas de início tem sido as inter-relações entre as esferas,

¹⁹ Tradução livre do autor do original: "Technological development and use is a product of human choice: it does not just happen as a *deus ex machina*" (SAMUELS, 1995, p.13)

legal, governamental, política e econômica para o mercado.”²⁰ (SAMUELS, 1995, p.14).

A análise sobre o papel do estado nas instituições inicia por aquelas que surgem de maneira natural e tem capacidade de manter as demais, são exemplos: a língua, a moeda e os contratos. A respeito da primeira instituição, é inegável a sua imprescindibilidade para a socialização e evolução humana. Já a questão da moeda e dos contratos, Hodgson (2002) considera fundamental para entender o papel do estado. A moeda, segundo os antigos institucionalistas, nasce da necessidade básica de interagir com as mercadorias, quando não era possível serem feitas diretamente. Nesse contexto, o surgimento dos metais preciosos e da moeda se deu com a utilização de certos objetos que respondessem a determinadas mercadorias. Logo surgiu a necessidade de se ter um órgão que controlasse a veracidade das moedas com quantidade, peso e características específicas. Nesse contexto, se estabeleceu o papel do estado na manutenção e padronização monetária. Esse papel é oriundo, segundo Hodgson (1998), de quando dois indivíduos realizam uma proposta de trocar a vontade de que cada um tem de não respeitar o que lhe foi acordado com o que lhe for conveniente, e a situação de sequestro do outro indivíduo levou a necessidade de se garantir através de leis o cumprimento dos contratos. Papel esse, que só pode ser exercido pelo estado.

Um ponto importante do pensamento institucional, que destoa das demais correntes de pensamento econômico, está relacionado com a teoria do valor. Hodgson (1998) coloca que para a referida vertente os preços são convenções sociais, os quais são reforçados por hábitos e incorporados em instituições específicas. Dessa forma, a questão do valor das mercadorias não é colocada como o único foco, nem tão pouco como o ponto inicial da análise institucional, elas se relacionam com mais uma série de instituições e suas respectivas influências. O valor, segundo os institucionalistas, seria fruto de uma série de combinações e comportamentos dos agentes, como Hodgson (1998, p.4) coloca: "Tais convenções [valor das mercadorias] são variados e refletem os diferentes tipos de mercadoria, de instituição, de modo de cálculo, e

²⁰ Tradução livre do autor do original: “One of the principal areas which has preoccupied institutionalists from beginning has been interrelationships between the legal-govemmental-political and economic-market spheres” (SAMUELS, 1995, p.14)

processo de precificação"²¹. Presente na maioria das vertentes econômicas, a questão do valor das mercadorias também tem o seu espaço no pensamento institucional, porém deve ser feita a partir de uma análise de certo produto para que se possam levantar questões a serem respondidas. Esses questionamentos fomentarão a explicação de quais variáveis são consideradas por determinado conjunto de agentes na formulação do preço.

Voltando para questões mais detalhadas a respeito do entendimento institucional, o comportamento das pessoas como objeto de estudo dos institucionalistas vem então se confrontar diretamente com a compreensão de que a conduta dos agentes pode ser modelada e adotada como padrão. Para os institucionalistas é exatamente o comportamento contrastante entre diferentes indivíduos imersos em diferentes arranjos institucionais que predomina a atenção dessa escola, entendendo seus fatores e suas conjunturas comportamentais observadas. Como linha guia do comportamento dos agentes, os institucionalistas propõem o conceito de hábito, não aceitando como padrões as maximizações, minimizações ou otimizações.. Esse termo vem a ser uma propensão não deliberativa e de aceitação automática de um padrão adotado anteriormente, nas palavras de Hodgson (1998, p.13): "Um hábito é uma forma autossustentável, no comportamento não-refletiva que surge em situações repetitivas"²².

2.3.2 Institucionalismo e o desenvolvimento econômico

A segunda abordagem teórica utilizada no trabalho trata a respeito dos diferentes ambientes que envolvem as mudanças tecnológicas produtivas destacadas acima, e também as influências particulares determinantes na trajetória evolucionária de cada nação, economia ou região. Zysman (1994) vem trazer a leitura das infundáveis características particulares de cada país e como cada uma delas impacta na construção das suas respectivas instituições (trabalho, terra, capital,

²¹ Tradução livre do autor do original: "Such conventions are varied and reflect the different types of commodity, institution, mode of calculation, and pricing process" (HODGSON, 1998, p.4)

²² Tradução livre do autor do original: "A habit is a form of self-sustaining, nonreflective behavior that arises in repetitive situations" (HODGSON, 1998, p.13)

produtos), sendo que o governo de cada nação deve tomar as medidas cabíveis para melhor capacitar as suas instituições no intuito de formular políticas para o mercado. A relação particular de três setores é destacada por Zysman (1994) como a fonte do desenvolvimento de processos nacionais. Para o autor, as estruturas institucionais formam as organizações políticas e de mercado, as quais definem as escolhas dos agentes e incentivam os arranjos sociais levando em consideração as experiências passadas. No segundo ponto, a estrutura institucional se relaciona com a industrial e gera um padrão próprio de incentivos e restrições, dessa relação se caracteriza a lógica política e a lógica de mercado. A lógica de mercado é responsável por moldar as escolhas empresariais, guiando assim o desenvolvimento de produtos e processos nacionais.

A leitura institucional apresenta uma rica contribuição com a análise histórica e situacional de cada economia, porém, não unânime internamente quanto ao nível de importância oriundo de diferentes óticas adotadas. Considerando essa diversidade de correntes, Conceição (2008) realiza um aparato sobre os pontos semelhantes de cada uma dos principais seguimentos, mostrando que a relação instituição e crescimento econômico evolucionário estão presentes em todas elas. A contribuição de Zysman (1994) tem um olhar evolucionário e embasado historicamente por fundamentos microeconômicos, porém se afasta da leitura neoclássica a partir da refutação dos conceitos de racionalidade, otimalidade e equilíbrio. Por último, a colaboração de North (1991; 2005) traz a teoria da dinâmica economia e a necessidade de compreender as complexas relações entre as fontes de mudança no crescimento e no processo econômico.

A mudança institucional é colocada como uma possibilidade, porém, North (2005), ressalta que à medida que as instituições são construídas pela política realizada entre as pessoas, a interação entre elas, no entanto, é realizada a partir das crenças respectivas, as quais foram formadas por experiências anteriores. Dessa forma, o autor deseja colocar que as mudanças são possíveis, mas à medida que são reflexo das crenças humanas - as quais possuem um conjunto de opções limitadas devido em parte às próprias instituições -, têm-se um processo de *path dependence*, já que as decisões, crenças e políticas anteriores limitam as ações atuais.

De forma prática, North (2005, p. 17) difere a capacidade de mudança das instituições segundo a formalidade ou as informalidades: "Tudo o que podemos mudar rapidamente são as regras formais. Nós

não podemos mudar as restrições informais, pelo menos não no curto prazo; e até mesmo a nossa capacidade de controlar a execução é muito limitado.”²³.

As economias desenvolvidas não apresentam grandes mudanças em seus aparatos institucionais, porém demonstram uma eficiência adaptativa capaz de se adequar aos diferentes cenários, capacitando assim para o desenvolvimento econômico. Esse pensamento propõe que as instituições não podem ser simplesmente copiadas de outras economias, pois, com o objetivo de obter os mesmos resultados, a cópia é impraticável, uma vez que em cada país elas foram construídas a partir das próprias instituições informais.

Todas essas leituras não se contrapõem, mas se complementam, uma vez que consideram níveis de importância diferentes, concordando sobre a importância da mudança institucional e tecnológica como fonte do crescimento econômico. A partir desses expoentes institucionais, Conceição (2008) vislumbra que o processo de crescimento necessita da construção de um ambiente composto pela articulação entre macro e microeconomia juntamente com a visão integrada de mudança institucional e abordagem evolucionária.

Considerando, assim, os escopos de cada uma das vertentes, o autor relaciona os institucionalistas com os evolucionários, apresentando um axioma básico, comum entre as duas vertentes, nos qual a atitude do homem e suas relações se dão a partir de hábitos de ação de pensamento. De forma mais prática, ele ainda coloca que os padrões e as características dos avanços tecnológicos sofrem influência do ambiente institucional, uma vez que, ao mesmo tempo, em que sustentam, influenciam diretamente a aceitação e absorção de novas tecnologias na economia. Essas considerações são feitas pelo autor com respaldo dos estudos de David Landes, de 1970, intitulado “*Unbounded prometheus*”; de Christopher Freeman, em 1982, com o título “*The economics of industrial innovation*”; com as contribuições dos neoschumpeterianos (DOSI; SILVERBERG, 1988); com o processo de aprendizado e capacitação tecnológica (DOSI; ORSENIGO, 1988); e recentemente com as contribuições dos conceitos de sistemas nacionais ou setoriais de inovação (LUNDVALL, 1992; NELSON, 1993 e 1999).

²³ Tradução livre do autor do original: “All we can change quickly are the formal rules. We cannot change the informal constraints, at least not in the short run; and even our ability to control enforcement is very limited” (NORTH, 2005, p. 17)

Zysman (1994) salienta a importância das rotinas para solução de problemas, citando também os sistemas nacionais de inovação como fundamentais no processo de avanço e estabelecimento de novas tecnologias.

O papel institucional sobre a mudança tecnológica de paradigmas está presente no trabalho de Dosi (1988), ao propor que um paradigma é aproveitado economicamente e perpetuado durante o tempo pelo desenvolvimento de instituições que capacitam os agentes a praticarem melhorias nas formas básicas, desenvolvendo e evoluindo a tecnologia em questão. A importância do ambiente institucional no processo de inovação é abordada pelo autor no que tange a instituições internas à firma, arranjos organizacionais e autoridade hierárquica; e as instituições externas à firma, canais de comunicação com clientes, universidades e centros de pesquisa. O autor ainda traz a leitura de Freeman (1982) sobre a importância das “instituições que fazem a ponte” a respeito das pesquisas e aplicações econômicas de processos produtivos. Tais instituições podem ser tanto privadas como públicas, têm a capacidade de desenvolver dispositivos mesmo sem incentivos econômicos *a priori*, os quais, no último século, foram observados nas instituições militares e seus avanços tecnológicos.

O trabalho de Foss (1994) vem elucidar também o contato da teoria institucional com os movimentos evolucionários quando se percebe a complementaridade entre as duas correntes, a importância conferida à carga histórica, a busca pela explicação dos acontecimentos predecessores, a transformação como natural ao próprio sistema capitalista, e a identificação de acontecimentos cruciais ao desfecho analisado.

A importância do ambiente institucional é ainda destacada por Freeman e Perez (1988), uma vez que para os autores o surgimento de um novo paradigma tecnológico não é acompanhado apenas pela evolução tecnológica, mas também por todo um aparato institucional, o qual ao mesmo tempo em que incentiva ou restringe o desenvolvimento, vai sofrendo influências e mutações da própria dinâmica capitalista.

Comungando com esse pensamento, foca-se em um ponto crucial de contato entre as duas linhas de pensamento, mediados pela contribuição de dois conceitos: *rotina* e *tecnologia social*, desenvolvidos em Nelson (1982). A partir desses dois termos, Conceição (2008) consegue ligar o objeto de estudo dos evolucionários, da tecnologia, o foco dos institucionalistas e das instituições. Uma vez que se entende “rotina” como coleção de procedimentos, conhecimentos

e interações que determinam o modo de produção de certa indústria padrão, esse conjunto alimenta por sua vez a dinâmica da economia. Já o conceito de “tecnologia social” correlaciona tecnologias e instituições, entendendo ambas, necessariamente, como produtos da ação coletiva e da interação social. A partir dessa leitura torna-se possível incorporar as instituições na teoria evolucionária de crescimento econômico.

No texto de Conceição (2012), que trata a mudança tecnológica e institucional durante o desenvolvimento econômico, tem-se o debate mais amplo entre os institucionalistas representado por Hodgson (2000), e os neo-schumpeterianos, representados por Nelson (2002). Enquanto que Nelson (2002) vincula a tecnologia às instituições, prevalecendo o processo de inovação nos rumos do crescimento, Hodgson (1988,1993, 2000, 2004a, 2004b) coloca que os indivíduos na definição das estratégias institucionalizadas promoverão o crescimento.

De outra forma, Conceição (2012) coloca que os estudos institucionais e evolucionários retomaram importância no cenário acadêmico após a dominação neoliberal. Sendo que as duas vertentes partem da mesma crítica a tal modelo central, Nelson (2002) corrobora com a ideia de que ambas podem seguir juntas o seu encadeamento, basta que, para isso, tenham-se claros e aceitos os conceitos como “rotinas” e “tecnologia social”.

Para que se possa realizar essa junção tem-se os principais problemas de ordem analítica. O primeiro aborda a questão da definição do termo instituição, que podem gerar desacordos devido a sua ampla aplicação e desagregação. A segunda barreira trata de como as instituições são referidas na literatura sobre crescimento econômico. Há, portanto, diante do exposto, a necessidade de discutir o que é uma instituição.

O conceito proposto por Nelson (2002, p.20) é dado por “os fatores e forças que moldam e mantêm no lugar tecnologias sociais”, essa definição capacitaria o crescimento econômico a partir do avanço tecnológico inserido em um processo institucional. Logo, a teoria do crescimento se concentraria em construir instituições coerentes com a teoria schumpeteriana, objetivando relacionar o avanço tecnológico com as formas de fixá-lo no ambiente social. O também autor discute a necessidade de coordenação das instituições, vista que as mesmas contam com maior atraso frente às mudanças tecnológicas.

Assim, a definição apresentada por Nelson é dada por “ampla gama de estudos que enfocam o caráter e os fatores que sustentam a forma de fazer as coisas em contextos que as ações e interações entre

diferentes agentes determinam o que é obtido”. Sendo assim, o termo “tecnologia social” vem se apresentar como uma série de ações e costumes necessários na produção de determinado bem. Tecnologias sociais amplamente empregadas na economia são capacitadas ou restringidas por leis, normas, expectativas, estruturas de governança, mecanismos, costumes e modos de organização e de transação. A partir desse conceito é possível pensar que os comportamentos, as técnicas e o conhecimento social da produção levariam ao surgimento e a manutenção das instituições oriundas desse movimento. Uma das críticas à teoria de Nelson se deve a fato do mesmo não tratar a respeito das atividades quanto desenvolvimentista das instituições.

Realizado então a definição dos termos e suas respectivas relações de proximidade, no texto de Conceição (2008) é apresentado a aproximação entre os evolucionários e os institucionalistas, uma vez que o ambiente institucional é capaz de promover ou atravancar o desenvolvimento tecnológico. O pesquisador realiza uma feliz amarração entre a questão institucional e o desenvolvimento econômico a partir da visão evolucionária utilizando as leituras de vários autores de diferentes vertentes institucionalistas e evolucionárias. A obra salienta a importância da análise do pensamento econômico no que tange ao seu crescimento atrelado a rupturas e reconstruções, articulando-o como estudo das características decisivas na transição de um velho processo de crescimento para um novo, com destaque para mudanças tecnológicas e institucionais estruturais. Todo esse processo é peculiar e único a cada país ou região. Assim, o autor resume a partir de North (2005) e Hodgson (2002) que para os institucionalistas a história apresenta grande importância, juntamente, com as formas distintas de crescimento capitalistas e o enraizamento histórico profundo dos respectivos processos de crescimento.

Feito uma primeira abordagem das correntes existentes dos institucionalistas a partir dos autores North (1990; 2005), Zysman (1994) e Matthews (1996), é possível contribuir com a importância das instituições no desenvolvimento econômico e se utilizar das proposições de Nelson (1982) com os conceitos de “rotina” e “tecnologia social”. Conceição (2008) percebe a necessidade de enxergar o crescimento econômico através de uma gradativa entrada de novas tecnologias, carregando níveis cada vez maiores de produtividade do trabalho, responsáveis por novos e melhores bens e serviços de capital-intensivo. Nessa leitura, as novas tecnologias sociais, as rotinas e as novas instituições constroem uma nova realidade de interações produtivas,

organizacionais, mercadológicas, legais e coletivas em conjunto com as novas tecnologias físicas que compõem a atividade econômica.

2.4 NEO-SCHUMPETERIANOS E INSTITUCIONALISTAS: COMPLEMENTARIDADE TEÓRICA

Após tratar sobre um breve tratamento teórico tanto sobre a escola neo-schumpeteriana como também da escola institucionalistas, percebe-se que, já nos próprios conceitos utilizados, existe um ponto em comum na mesma teoria. Ao analisar de maneira mais profunda, procurando entender os motivos, as circunstâncias e as conjunturas que constroem determinada realidade econômica e social, pode-se deduzir que não cabe apenas a uma vertente do pensamento a explicação do porquê determinada sociedade e economia conseguem engendrar tecnologicamente sua indústria, e outras vão ao caminho oposto.

Assim, é preciso construir e entender como as diversas instituições que compõe a sociedade influenciam o processo de avanço tecnológico, uma vez que não se pode entender o movimento de desenvolvimento fora de uma conjuntura socialmente ativa. Seria falho construir e analisar ambientes perfeitos ao desenvolvimento da tecnologia, sem cogitar que a sociedade não é feita apenas de variáveis explicativas, sem considerar fatores que outras ciências estudam e ajudam a explicar tal comportamento, não meditando sobre da influência do passado sobre o presente, ou contemplando todo o comportamento cultural que reflete em vários aspectos econômicos e sociais de dado país. Portanto, para analisar o motivo pelo qual uma nação alcança o desenvolvimento tecnológico e industrial e outra não, precisa-se averiguar não somente seu contexto econômico, mas também político, histórico e social para entender como se deu a construção de sua matriz institucional e inovativa, para enfim captar a compatibilidade com paradigma tecnológico em questão.

Segundo os principais autores neo-schumpeterianos (DOSI, 1988; PEREZ, 2004, FREEMAN, 1982; CONCEIÇÃO, 2006), a comparação do arranjo institucional e neo-schumpeteriano com determinado paradigma tecnoeconômico se justifica, pois, no seu controle estão aquelas economias que obtiveram o maior crescimento industrial e econômico. Esses mesmo autores salientam que tal paradigma não é construído único e exclusivamente em um processo inovativo do empresário schumpeteriano, mas condicionado a uma série de fatores

sociais os quais influenciam e impactam diretamente na sua consolidação como paradigma. Enquanto que os institucionalistas por sua vez, ao analisarem o desenvolvimento econômico em conjunto o desenvolvimento industrial, colocam a necessidade de avanço de um aparato institucional condizente com o avanço tecnológico.

Há consciência de que o debate sobre a aproximação dos neoschumpeterianos com os institucionalistas exige ainda um maior aprofundamento para evidenciar melhor os pontos de contato entre as duas escolas. Para isso, foi confeccionada o quadro 04 objetivando construir um método comparativo e entre as duas escolas no que tange determinados assuntos, a fim de ir construindo, metodicamente, uma relação entre ambas e explicando pontos comuns e complementares. Os teóricos evolucionários têm como objeto as tecnologias enquanto que os institucionalistas as instituições, para realizar o link entre tais conceitos Conceição (2002) apresenta o conceito de “rotina” como coleção de procedimentos que determina o modo de produção de certa indústria padrão, esse conjunto de rotinas alimenta a dinâmica econômica, o conceito de “tecnologia social” aproxima tecnologias e instituições como necessariamente produtos da ação coletiva e interação social, para enfim conseguir incorporar as instituições na teoria evolucionária de crescimento econômico.

O conceito proposto inicialmente por Nelson (1982) é dado por “os fatores e forças que moldam e mantêm no lugar tecnologias sociais”, essa definição capacitaria o crescimento econômico a partir de o avanço tecnológico inserir-se em um processo evolucionário. Logo a teoria do crescimento concentra em construir instituições coerentes com a teoria schumpeteriana de forma a relacionar o avanço tecnológico com as formas de fixá-lo no ambiente social. Logo o autor apresenta a necessidade de coordenação das instituições vista que as mesmas contam com maior atraso frente as mudanças tecnológicas.

A definição apresentada de Nelson (1982) é dada por “ampla gama de estudos que enfocam o caráter e os fatores que sustentam a forma de fazer as coisas em contextos em que as ações e interações entre diferentes agentes determinam o que é obtido”. O termo “tecnologia social” vem se apresentar como uma série de ações e costumes necessários na produção de determinado bem assim, tecnologias sociais amplamente empregadas na economia são capacitadas ou restringidas por leis, normas, expectativas, estruturas de governança, e por mecanismos, costumes e modos de organização e de transação. Sendo assim a partir desse conceito é possível colocar que os comportamentos,

técnicas e conhecimento social da produção levaria ao surgimento e manutenção das instituições oriundas desse movimento.

Com esse objetivo, percebeu-se um primeiro ponto básico de contato entre as duas escolas: a questão histórica e a sua importância na determinação do comportamento atual. A história nos neo-schumpeterianos está presente no sentido de determinação do padrão tecnológico e na caminhada inovativa, de modo que a última inovação determina os possíveis campos de avanço futuro. Esse contexto na visão institucionalista já traz a ideia de importância na configuração das instituições atuais juntamente com conceitos de *path dependence* ou *lock-in*, que são verificados e fixados em acontecimentos anteriores. Objetivou-se com essa relação poder entender como as instituições podem estimular ou reprimir o desenvolvimento tecnológico durante o tempo, via estímulo ou retenção à perspectiva de mudança.

A evolução é tratada pela escola neo-schumpeteriana como o movimento de avanço tecnológico a partir dessa ruptura com antigos padrões produtivos e com a conseqüente repercussão na atividade econômica. Aqui, também se observa a presença do conceito de rotina e sua implicação das atividades cotidianas e exploratórias sobre o movimento de evolução tecnológica. A evolução institucional está ligada à construção de novos comportamentos sociais e novas instituições em conjunto com o avanço no conceito de tecnologia social no que diz respeito às instituições e sua relação com o processo econômico. O ponto importante que surge a partir das duas escolas é a necessidade de evolução articulada tanto no aspecto tecnológico como nas instituições.

A questão do aprendizado como fonte das futuras inovações e desenvolvimentos industriais e econômicos, vem em consonância tanto com o neo-schumpeteriano como também nos institucionalistas. Para o primeiro grupo, o aprendizado é de suma importância tanto no processo quanto na rotina produtiva. Também, o domínio de determinada tecnologia capacita a prospecção de novos caminhos a partir do acúmulo de conhecimento. Já no segundo tratamento teórico, o conhecimento propicia a adequação das instituições a necessidades da sociedade, e move no sentido de capacitá-la para dar respostas aos diferentes acontecimentos, à institucionalidade das pesquisas científicas, à construção de hábitos e o desenvolvimento de rotinas sociais. A complementaridade das vertentes vem do conhecimento não ser apenas científico e tecnológico, mas também enraizado no interior da sociedade e nas instituições.

A questão da mudança é sensível tanto na leitura evolucionário como também na institucional, já que ela é o ponto chave do desenvolvimento tecnológico a partir da inovação, a qual é a cristalização de todo um movimento iniciado a partir das rotinas produtivas no interior da firma. Considerada de maneira menos dinâmica e abrupta, a mudança institucional está presente tanto nas instituições formais e informais como na adequação aos comportamentos inertes à sociedade. Aqui se faz a relação para as diferentes capacidades de mudança na tecnologia e nas instituições de uma sociedade, de modo que uma possa incentivar ou emperrar o desenvolvimento da outra.

Por fim, a questão dos hábitos dentro e fora das firmas compõe a construção de um paradigma tecnológico, uma vez que as ações de busca, seleção e rotina dentro de uma indústria propiciam o avanço tecnológico. Já no âmbito social, o comportamento dos indivíduos, seus valores, suas crenças e suas culturas, constroem o aparato institucional. Uma boa sinergia entre os hábitos intrafirma e sociais se coloca como fundamental para que determinado paradigma tecnológico emergja e seja abraçado pela sociedade.

A seguir, temos então, o quadro 04 estilizando os pensamentos e a complementaridade entre ambas as escolas de forma a guiar os estudos durante a aproximação da matriz neo-schumpeteriana com a institucionalista.

Quadro 4 - Pressupostos analíticos com incidência complementar.

| Dimensão analítica | Neo-Schumpeterianos | Institucionalistas | Visão Complementar |
|---------------------------|--|---|---|
| História | <ul style="list-style-type: none"> - Contexto evolucionário; - Caminho tomado pela trajetória tecnológica. | <ul style="list-style-type: none"> - Elemento difusor da tecnologia; - Padrão para estabelecer comparações; - A história importa; - <i>Path Dependence</i>; - <i>Lock-in</i> | <ul style="list-style-type: none"> - As instituições podem estimular ou reprimir as inovações tecnológicas a partir da disseminação ou retenção e indução ou afastamento das mudanças; |
| Evolução | <ul style="list-style-type: none"> - Avanço tecnológico; - Rotina; - Ruptura tecnológica | <ul style="list-style-type: none"> - Estrutura de produção; - Tecnologia social; - Ações socialmente construídas. | <ul style="list-style-type: none"> - Avanço tecnológico acompanha os padrões institucionais que orientam a dinâmica inovativa. |
| Aprendizado | <ul style="list-style-type: none"> - Acúmulo de conhecimento. - Tecnologia; - Rotina; - Apropriabilidade | <ul style="list-style-type: none"> - Regularidade de comportamento; - Respostas a problemas; - Ambiente estimulante; - Pesquisa científica - Hábitos que geram rotinas; | <ul style="list-style-type: none"> - As instituições propiciam os acréscimos de conhecimentos que são incorporados a cada nova onda de desenvolvimento que se inserem nas rotinas e aprimoramentos tecnológicos. |

| | | | |
|----------------|---|--|---|
| Mudança | <ul style="list-style-type: none"> - Inovação; - Estratégia; - Janela de oportunidade. | <ul style="list-style-type: none"> - Instituições Formais; - Instituições Informais; - Movimento natural, onde múltiplos fatores induzem a mudança. | <ul style="list-style-type: none"> - Cabe ao ambiente institucional a função de ritmar (lento ou rápido) o processo de mudança que acontece no âmbito tecnológico e competitivo; - Processos interdependentes de mudança tecnológica e institucional; - Ação coletiva para a construção do cenário socioeconômico. |
| Hábitos | <ul style="list-style-type: none"> - Busca; - Seleção; - Rotina. | <ul style="list-style-type: none"> - Hábitos de vida; - Valores; - Crenças; - Cultura. | <ul style="list-style-type: none"> - Ações institucionais se combinam com as rotinas para promover o progresso técnico e institucional se adequando ou alterando os hábitos existentes. |

Fonte: Elaboração própria a partir de Arend (2009), Conceição (1996; 2002;2008), Dosi (1982; 1988; 1996; 2006) Nelson e Winter (1982; 2005), Borges(2014).

3 A INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA: ESTRUTURA DA INDÚSTRIA E O PADRÃO DE CONCORRÊNCIA

3.1 INTRODUÇÃO

Após o trabalho tratar a respeito da base teórica a qual será utilizada, evolui-se para a aplicação de tal referencial no estudo de caso proposto. Assim, a pesquisa desenvolve no presente capítulo as características da indústria de microeletrônica. Como proposto na metodologia, foram levantados uma série de indagações a respeito dessa indústria, a fim de confirmar o seu nível, importância e validar o entendimento da existência do paradigma da microeletrônica e seus respectivos desdobramentos. Qual a origem da indústria de microeletrônica? Quais são os principais países do setor de microeletrônica? Quais são as maiores e mais importantes empresas do setor? Como se comporta o arranjo produtivo? São exemplos de perguntas a serem respondidas nas próximas páginas.

Além de introduzir o estudo de caso no trabalho, esse capítulo se dedicará em inserir o leitor na dinâmica da indústria da microeletrônica. A devida tensão à caracterização do setor, antes mesmo de estudá-la nas duas economias específicas, se faz necessário para que se possa entender como uma determinada tecnologia nasce, convive dentro de um paradigma tecnológico anterior e assume as características necessárias para a mudança tecnológica. A tecnologia da microeletrônica, assim como os demais paradigmas tecnológicos, nasceu sobre um caráter experimental, não sendo apenas uma invenção ou máquina específica, mas um conjunto de técnicas e habilidades inovadoras que vão permeando a economia.

Para tanto, o capítulo está dividido em três seções, além desta introdução. Na segunda parte são apresentadas as características da indústria e sua trajetória tecnológica; na terceira seção, o trabalho levanta uma série de dados sobre indústria mundial de microeletrônica; e por fim, na última seção, o trabalho relaciona o capítulo teórico com o estudo da indústria de microeletrônica.

3.2 CARACTERÍSTICAS E TRAJETÓRIA TECNOLÓGICA DA INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA

Para que se possa apresentar o nascimento da indústria de microeletrônica, o estudo regressa às primeiras inovações, as quais dariam origem ao setor. O paradigma da microeletrônica guarda suas origens na própria eletricidade, uma vez que antes de ser microeletrônica, teve-se a eletrônica e a eletricidade como fonte primária. Tigre (2005) coloca que a descoberta da eletricidade, do magnetismo e as imensas possibilidades que surgiriam, datam do início do século XIX. A descoberta de Ampère e Joseph Henry de que a corrente elétrica é induzida por mudanças no campo magnético e as contribuições de Volta com a pilha voltaica, permitiram que uma série de novos estudos em um campo totalmente novo e promissor.

A primeira aplicação prática do eletromagnetismo, segundo Tigre (2005), viria a aparecer nos anos de 1840 com o telégrafo elétrico, seguido pelo dínamo nos anos 1860, o motor elétrico de corrente direto nos anos de 1870 e, por fim, a lâmpada incandescente nos anos de 1880, que viria a consagrar o inventor Thomas Edson. O cientista seria responsável não só pela invenção, mas pela viabilização tecnológica de todo um sistema de iluminação a partir dos avanços desenvolvidos pela sua “Fábrica de Invenções”, o qual pode ser considerado o primeiro laboratório profissional de pesquisa e desenvolvimento com fins comerciais no mundo (TIGRE, 2005). O autor destaca que os componentes elétricos e todo o sistema de fornecimento de energia elétrica seriam responsáveis pela viabilização de bens de consumo duráveis.

Evoluindo então para a microeletrônica propriamente dita, não é preciso regressar a datas longínquas para identificar a tecnologia, uma vez que se trata de um setor relativamente atual, se considerada toda evolução tecnológica industrial. Como colocado anteriormente, um paradigma não se resume apenas a uma tecnologia, assim não se pode dizer que um paradigma nasce com o surgimento de determinada invenção. No entanto, ao considerar os primeiros componentes que engendrariam a trajetória tecnológica da microeletrônica como o marco inicial do paradigma tecnológico, pode considerar a data proposta por Swart (2001). Para o autor, o marco do surgimento da microeletrônica pode ser atrelado a duas datas. A primeira, em 1947, com o efeito transistor apresentado pela *Bell Telephone Laboratories*, braço responsável pela pesquisa e desenvolvimento da empresa norte

americana de telefonia AT&T; já a segunda, em 1959, quando empresa Fairchild desenvolveu o processo planar para a fabricação de CIs (circuitos integrados). O surgimento da tecnologia, que desembocaria no paradigma da microeletrônica, nasce ainda durante o modelo da metal-mecânica, vindo a se colocar como mais uma das várias tecnologias disponíveis para a melhoria da produtividade e superação de problemas vigentes nesse cenário.

Moraes Neto (1986) escreveu sobre a mudança no perfil do maquinário industrial com o surgimento e crescente aplicação da microeletrônica. Para o autor, tal tecnologia foi responsável pela quebra do esquema de automação dedicada para não automação flexível. Os circuitos integrados e sua crescente capacidade de processamento fizeram com que os bens de capital passassem a assumir cada vez mais tarefas, as quais eram exclusivamente efetuadas pelo homem, devido à variabilidade não programável no modelo anterior. A microeletrônica permitira às máquinas e aos equipamentos assumirem cada vez mais faculdades humanas antes monopolizadas. A automação considerada rígida ou dedicada se transformara, e assumira em determinadas atividades o significado de automação, permitindo a menor interferência do homem no processo produtivo. A automação fordista e a esteira de produção passam a conviver com máquinas e equipamentos capazes de realizar uma série variada de tarefas, criando produtos diferenciados em série com maior facilidade. O termo automação passa então por uma fragmentação, assumindo tanto a função previamente realizada, dedicada a limitadas atividades, para uma automação flexível realizando diferentes ações programadas.

A evolução dos circuitos integrados e o controle numérico seriam aplicados de três formas distintas no paradigma da metal-mecânica: os Módulos Flexíveis de Manufatura (FMM); as Células Flexíveis de Manufatura (FMC); e os Sistemas Flexíveis de Manufatura (FMS). Resumidamente, Moraes Neto (1986) coloca que FMM pode ser definido como um sistema que consiste de uma máquina estimulada por um robô, usando para carga e descarga de uma grande variedade de peças. Esse módulo, também chamado de sistema de célula flexível de manufatura, é dado a partir de dois ou mais comandos numéricos computadorizados, equipados com um controle robotizado para a transferência automática de uma larga variedade de peças em cada máquina. O FMS é um sistema de controle, centrado por um computador formado por duas ou mais máquinas, equipadas com um mecanismo robotizado para a transferência automática de peças de um

aparelho para o outro. O computador central controla a produção desde o suprimento de material até a finalização do processo, de acordo com um programa (de produção) armazenado em sua memória. Em outras palavras, o FMS executa a usinagem de uma larga variedade de peças, em pequenos lotes, durante horas ininterruptas, sem a interferência humana na operação, e em sequência de produção programada.

Outra característica da indústria de microeletrônica está no seu histórico de preços e suas respectivas variações. No Programa Nacional da Microeletrônica (PNM, 2002) apresentaram-se os diferentes comportamentos dos produtos microeletrônicos. A demanda por circuitos integrados apresenta um comportamento cíclico, ao mesmo tempo em que os investimentos variam entre excesso e escassez, ocasionando assim grandes variações nos preços (MORAES NETO, 1986). Segundo o autor, o nível de volatilidade dos preços nos diferentes segmentos da microeletrônica está ligado ao número de empresas ofertantes e a padronização de determinados produtos. Os circuitos integrados em memória, os quais as especificações técnicas são mais padronizadas e a gama de ofertantes mais ampla, sofrem maior impacto da dinâmica de preços. Por outro lado, o mercado de microprocessadores é dominado pela INTEL a qual detém cerca de 80% do mercado mundial, de forma que os preços apresentaram menor volatilidade na década de 1990. Considerando, então, essa inconstância dos preços devido as especificidades e a oferta, Bambi et al. (2004) considera que os *chips* de maior utilização, complexidade e originalidades possuem o valor médio de 50 a 100 dólares por circuito.

Com o intuito de entender como funciona a cadeia produtiva da indústria da microeletrônica, Gutierrez e Mendes (2009) descrevem sobre os subsegmentos e suas respectivas atividades. As IDMs (*Integrated Device Manufacturer*) surgem como exemplos mais tradicionais e frutos do início do paradigma, carregando ainda as características verticais do modelo anterior, elas se responsabilizam por todas as etapas produtivas, tipificando as grandes empresas do setor. Com a evolução do paradigma, o avanço nas comunicações e transportes, as características do novo paradigma juntamente com as especificidades de cada uma das etapas possibilitou o surgimento de empresas responsáveis por etapas individuais, criando e integrando às cadeias globais de valor. Nesse contexto, as *Fabless* surgem como o segundo maior modelo de produção responsável pela concepção, projeto e serviços ao cliente, terceirizando a etapa produtiva, porém mantendo sua marca e qualidade. Outros modos de menor inserção na cadeia

produtiva são as Empresas de Propriedade Intelectual em Silício (SIP), desenvolvendo os projetos e patenteando a concepção do dispositivo; as *Design Houses*, que a partir da concepção realizam o desenho e arquitetura do artefato e repassam a outras empresas responsáveis pelas demais fases; as Fabricas Dedicadas, responsáveis pela construção física e química do dispositivo; e as Encapsuladoras, as quais retomam o processo após a produção dos indivíduos maquilando-os e testando-os.

O modo com que a indústria de microeletrônica se apresenta no contexto produtivo vem reforçar sua importância como fator chave nessa nova fase da expansão industrial. Devido a sua grande penetrabilidade nos bens de consumo duráveis, não duráveis e bens de capital, além de se inserir também como produtos finais. Os principais produtos e dispositivos básicos que compõe tal indústria são apresentados por Gutierrez e Mendes (2009) em estudo setorial do Bando Nacional do Desenvolvimento Social (BNDES), esses componentes são responsáveis por modernizar e trazer maior automação aos bens de consumo e capital da indústria tradicional. As classes de produtos são:

- Circuitos analógicos: que são os amplificadores e comparadores, conversores de dados e interfaces;
- Microcomponentes: que se resumem a microprocessadores, microcontroladores e DSP (Digital Signal Processor);
- Circuitos lógicos: constituídos de display drivers, lógica standard e PLD (*Programmable Logic Device*) dentre outros;
- Memórias: voláteis (DRAM e SRAM) e não voláteis (FlashNor e Flash Nand);
- Discretos e optoeletrônicos: que abarcam sensores e atuadores, sensores de imagem, diodos e transistores;
- Dispositivos de aplicação específica: que podem ser tanto para circuitos específicos ou para produtos padrão.

A partir da Figura 02 retirada do trabalho de Gutierrez e Mendes (2009) nota-se as 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, verificado as necessidades e objetivos; no segundo estágio as *Design Houses* realizam o projeto e arquitetura em diálogo com a fase seguinte da fabricação, testes e validações; o processo

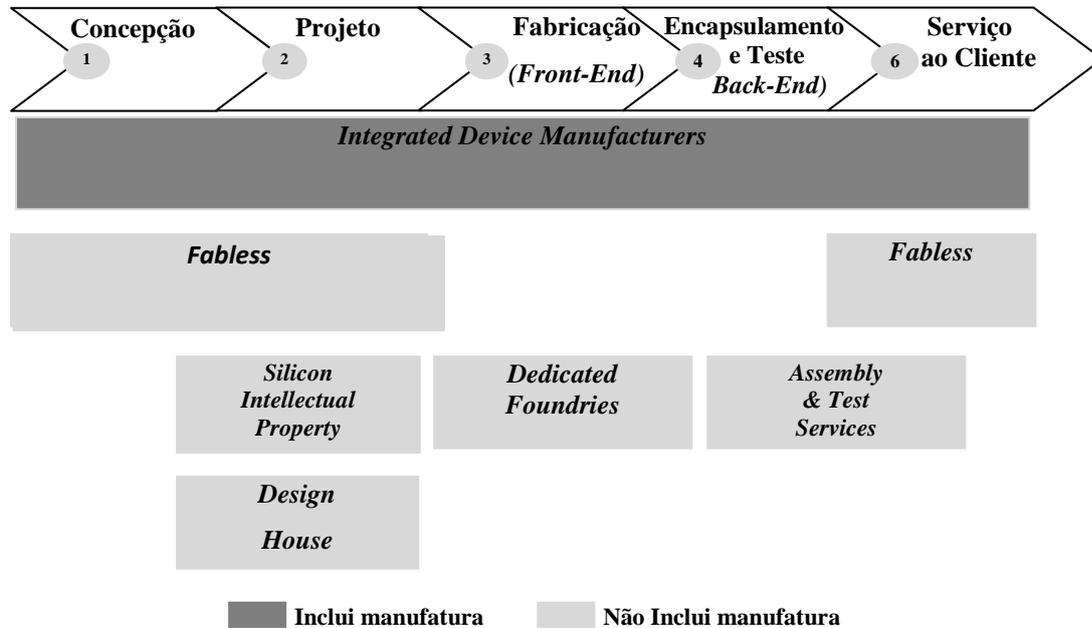
fabricação materializa o projeto desenvolvido anteriormente e repassa a fase de encapsulamento que monta os dispositivos de acordo com o projeto realizado; por fim a etapa de serviços ao cliente presta acessória e técnica e acompanhamento do funcionamento dos dispositivos.

As empresas do setor de microeletrônica apresentaram, no entanto, uma evolução quanto à disposição da produção e também quanto às responsabilidades conferidas a cada atividade. Observa-se que, em um primeiro momento, a indústria de microeletrônica guardava várias similaridades com os modelos de investimento, produção e negócios do paradigma anterior da metal-mecânica. Esse cenário, antes era caracterizado por uma estrutura verticalizada, a qual uma determinada IDM coordenava ou mesmo comandava toda a estrutura produtiva do *chip*, com linhas de produção completa e subsequentes. Como exemplo da mudança no padrão da indústria, Gutierrez e Mendes (2009, p.181) trazem o modo pelo qual vem se dando a diversificação produtiva das principais empresas do setor de microeletrônica: “É o caso, por exemplo, da AMD que, há alguns meses, assumiu o modelo *Fabless*, transferindo suas operações de manufatura para a Globalfoundries, criada para vender serviços de fabricação à AMD e também a outras empresas”.

Os principais atores do setor de microeletrônica preferem se concentrar em determinada etapa da produção e firmar parcerias com outras empresas para a realização das demais fases, sendo que o produto final leva sua marca e qualidade. Para ilustrar tal movimento de divisão da cadeia produtiva, Gutierrez e Mendes (2009, p.186) apresentam alguns números a respeito da divisão dos segmentos do setor:

A GSA estima que a indústria de semicondutores no mundo seja constituída por cerca de 200 IDMs, 1.300 *fabless* e 125 *foundries*, em números gerais. Tem-se, assim, que dos fornecedores de chips mais de 85% adotam o modelo *fabless*, respondendo por uma participação de aproximadamente 20% do mercado total.

Figura 2 - Etapas do Processo de Produção de CI e os atores da Indústria.



Fonte: Gutierrez e Mendes, 2009

A tendência de desconcentração produtiva e as características que a indústria da microeletrônica assumiu ao longo de sua trajetória, são tratados também por Bampi et al. (2004). A crescente desverticalização do setor devido à emergência de empreendimentos especializados e interdependência entre os segmentos têm como exemplo a organização de *outsourcing* da engenharia de projeto e *chips*, contratando as demais etapas (encapsulamentos e teste) de terceiros. Com a estratégia de P&D unificada, várias unidades operacionais especializadas em seus respectivos segmentos estão operando em diferentes países no desenvolvimento de produtos e logística unificados. Assim, segundo Bampi et al. (2004), o crescimento da taxa de inovação em técnicas de projeto e de produção de CIs esteve atrelado ao crescimento dos investimentos em pesquisa, desenvolvimento e engenharia de produto.

Os segmentos produtivos apresentados anteriormente, no entanto, não se comportam de maneira homogênea entre eles. O padrão de diversificação fez com que surgissem dentro dessas atividades, diferentes níveis e diferentes responsabilidades segundo o tipo de empreendimento. No quadro 05, o PNM (2002) apresenta essas subdivisões, suas características e uma projeção de investimento em diferentes áreas. Já o segmento de *Design Houses* pode ser subdividido em três diferentes empreendimentos segundo sua integração, recebendo a denominação de DH1, DH2 e DH3. O primeiro empreendimento corresponde àqueles que estão inseridos na cadeia produtiva de uma grande empresa de semicondutores, projetando os circuitos integrados de acordo com as estratégias da empresa como um todo. As DH2s já são mais independentes, tendo como função o licenciamento dos circuitos, já as DH3 fornecem os módulos de IP e *software* para a DH2, ou mesmo, DH1 segundo as especificações. O segmento de *Design House* apresenta o menor montante necessário de investimento, ficando entre US\$ 1 milhão e US\$ 5 milhões.

O segundo segmento, de Foundries, também é subdividido em três diferentes tipos de empreendimentos quanto ao seu nível (1, 2, 3). Esses níveis são dados pela capacidade e intensidade produtiva de cada uma, podendo variar entre US\$ 10 milhões os investimentos desse setor, e nas *foundries* de nível 03, até US\$ 2 bilhões no caso das mega-fábricas das grandes empresas de microeletrônica. Por fim, o segmento de back-end varia entre as verticalizadas, as quais estão atreladas a cadeias produtivas de grandes empresas, e as independentes que são contratadas para realizar as atividades de encapsulamento e teste, sem que esteja integrada a toda a cadeia produtiva do *chip*.

Quadro 5 - Segmentação dos empreendimentos na cadeia produtiva de CIs.

| Segmento | Tipos de Empreendimentos | Características/ Mercado | Investimento |
|---------------|----------------------------------|--|--|
| Design Houses | DH1 – Vinculada / Verticalizada | Vinculadas a uma única empresa de semicondutores (com ou sem fabricação própria) | Relativamente pequeno (de US\$ 1 a 5 milhões), concentrado em software, treinamento e estações de trabalho. |
| | DH2 – Integradoras independentes | Licencia ou contrata IP ou serviços de DH3 | |
| | DH3 – Prestadoras independentes | Fornecedoras de módulos de IP e de <i>embedded software</i> segundo especificações das DH1 ou DH2. | |
| Foundries | Nível 1 | Prototipagem de pequenas séries. Produção de CMOS em baixa escala | De US\$ 10 a 100 milhões. |
| | Nível 2 | Fornece para segmentos especializados do mercado: componentes automotivos, memórias flash, sensores, transceptores de RF e sistemas micro-eleto-mecânicos. | Cerca de US\$ 400 milhões. |
| | Nível 3 | Mega fábricas produzindo microprocessadores e memórias principalmente. | De US\$ 1 a 2 bilhões. |
| Back-end | Verticalizada | Integradas a empresas fabricantes de semicondutores. | |
| | Independente | Atendem a foundries independentes. Atuam no encapsulamento, teste ou ambos. | |

Fonte: PNM, 2002.

O segmento de *design houses* (DH) é responsável pelo projeto dos circuitos integrados. O alto grau de conhecimento necessário para o projeto de um determinado *chip* e suas funções faz com que algumas DH optem por se especializar em setores da indústria de bens finais (automóveis, telecomunicação, automação e controle). Segundo Bambi et al. (2004), quanto mais diretamente relacionada ao nível de integração com o projeto, mais sucesso é a DH. Tal setor deve ser notado então como a fonte dinamizadora da microeletrônica nos demais bens de consumo final da indústria, já que trabalha na confecção de *chips* embarcados em outros produtos, possibilitando novas funções, sendo assim uma ótima fonte de inovações tecnológicas para a indústria. O projeto de um circuito integrado, no entanto, não precisa estar concentrado em apenas uma DH, pode-se ter a participação de várias DHs em um mesmo projeto devido à complexidade e abrangência de determinadas funções, podendo estar atreladas a uma determinada *founndry* ou mesmo sobre encomenda da indústria de bens finais.

O surgimento dos escritórios de design de *chips* se deu ainda na década de 1980, a partir da demanda por projetos de microeletrônica para outros setores e também para as *fabless* (sem fábrica própria) destinadas aos setores específicos de entretenimento, telecomunicação, automotivo ou multimídia. Como exemplo desse tipo de empresas tem-se a Qualcomm, 3Com, BroadCom, Nvidia e Qlogic. Segundo Bampi et al., (2004), essa atividade seria a responsável pela maior agregação de valor da indústria de microeletrônica, representando em 2001 cerca de 10% do total de vendas de CIs (US\$ 12, 9 bilhões).

Portanto, as empresas classificadas como DH1, são aquelas que estão sobre a égide de uma grande empresa do setor de microeletrônica e mantidas regularmente sobre seu domínio, realizando projetos exclusivos para sua marca e protegendo, assim, grande parte dos segredos tecnológicos - também por conta da alta rotatividade dos projetistas. Como exemplo, Bampi et al. (2004) cita que as gigantes Intel e Motorola mantêm DHs fixas em Israel e Índia respectivamente. Assim, os *chips* projetados por esses escritórios serão produzidos em alta escala e destinados ao mercado global de microprocessadores e sistemas *embedded*.

As empresas denominadas DH2, são aquelas que trabalham de forma independente, oferecendo soluções tecnológicas para os mais diversos tipos de produtos finais. Essas empresas guardam o conhecimento e a versatilidade para projetos de *chips* a partir de uma

plataforma pré-existente. As DH2 podem também atuar como integradores de uma série de projetos realizados independentemente por outras DH2, quando no caso de um projeto ambicioso e com várias especificidades. As “integradoras” viabilizam o modelo de negócio de IP (*intellectual property*) em torno de plataformas virtuais de integração de módulos projetados por diferentes empresas, ocorrendo assim a “virtualização dos componentes” (Bampi et al., 2004).

Por fim, as DH3 trabalham em parceria com as DH2 desenvolvendo *embedded software* ou módulos sobre contrato de uma DH2 integradora, podendo atuar em qualquer método de negócios de IP, vendas ou serviços, *royalties* e licenciamento. O principal cliente do setor de DH3 em 2001 foram as telecomunicações, com 57% em licenciamento de *hardware* IP. Segundo os autores, em 2001, teve-se cerca de 450 empresas fornecedoras de IPs, sendo que as líderes no comércio de IP foram a ARM, MIPS e Rambus, correspondendo a 40% do mercado, concentrado em microprocessadores, interface de entrada/saída (I/O) de *chips* e memória RAM dinâmica (DRAM).

Os pesquisadores também relatam um novo movimento detectado na indústria de microeletrônica, é a ascensão dos *chips* programáveis pelos usuários, tecnologia viabilizada devido ao uso de ELPDs (*electrically prorammmable logic devices*) e dos FPGAs (*gate-arrays* programáveis pelo usuário). Esse novo tipo de *chip* veio se colocar como uma opção mais barata do que os ASICs, uma vez que permite a implementação dos circuitos integrados em menor escala, possibilitando, assim, mais setores embarcarem a microeletrônica em seus bens finais.

A produção propriamente dita dos *chips* necessita de escalas substanciais e significativa imobilização de capital fixo, de forma que os investimentos em foundries não são viabilizados com foco exclusivo em mercados internos. Segundo Bampi et al. (2004), o mercado brasileiro, por exemplo, representaria de 5% a 20% da produção de uma fábrica de semicondutores de grande escala (Níveis 2 e 3). Perante esse cenário, as foundries se consolidam como opção tanto para as pequenas empresas terem acesso aos *chips* produzidos exclusivamente para sua atividade, como também as grandes empresas do setor passam a enxergar uma nova possibilidade e desverticalização produtiva, concentrando seus esforços nos demais segmentos.

Evoluindo então no entendimento de cada um dos principais segmentos da microeletrônica, as *Foundries* inseriram-se com a dinâmica propriamente produtiva do setor e suas características. Como

colocado anteriormente, a tecnologia que viria a se transformar em um paradigma, nasce sobre a dinâmica do modelo tecnológico anterior, guardando assim uma série das características do seu antecessor. A indústria de microeletrônica não foi diferente, inicialmente o mercado de circuitos integrados apresentou uma forte tendência à verticalização, coordenado pelas principais empresas do setor. Bambi et al. (2004), cita as empresas Fairchild, IBM, Texas Instruments, ATT, Motorola, NEC, Fujitsu, Samsung, INTEL e AMD, as quais realizavam as etapas de projeto, fabricação de *chips* em lâminas de silício (foundry), empacotamento e teste. Porém, à medida que o paradigma foi se consolidando, juntamente, com o avanço tecnológico industrial promovido pela própria indústria de microeletrônica, as empresas do setor iniciaram, nos anos 1980, um processo de desverticalização. Essa ação foi possível graças ao surgimento de instituições especializadas na produção propriamente dita do *chip*, sendo que as pioneiras nessa especialização foram VLSI Technology, GE Microelectronics, LSI Logic, Chartered Semiconductor, classificadas como *foundries* independentes ou então fabricantes de *chips* por contrato. Os autores colocam ainda que, atualmente, as principais empresas especializadas em tal modelo estão majoritariamente concentradas no leste asiático (TSMC, UMC e Chartered Semiconductor).

O surgimento de fábricas dedicadas apenas à produção do *chip* permitiria, então, o surgimento das empresas de semicondutores sem fábrica própria (*fabless*). Logo essas empresas surgem como prestadoras de serviço de produção dos *chips*, projetados pelas grandes marcas, ou mesmo, por DH independentes e integradoras. Bampi et al. (2004) apresenta a composição do mercado, a produção de *chips* e a evolução de 2000 a 2001 das cinco maiores foundries. Essas empresas nascem da possibilidade de terceirização na fabricação do *chip* e daquelas que não depõem de montantes necessários para o investimento fixo em atividades fabris, enquanto que as foundries mantêm escala necessária para viabilizar suas operações.

O movimento de desverticalização da cadeia produtiva da microeletrônica em determinados segmentos, vem ser importante quando se considera as variações do mercado e a conseqüente variação dos preços. A consolidação das foundries independentes e a transferência de responsabilidade fez com que as empresas da microeletrônica diminuíssem seus riscos em investimento fixos próprios. Tivemos então a consolidação de consórcios, permitido a divisão dos custos fixos de investimento entre as empresas e o trabalho

sobre a mesma base tecnológica, de forma a viabilizar a fabricação de determinados circuitos integrados, como o efetivado entre a Philips ST Microeletronics, Motorola e a TSMC (Bampi et al., 2004). As *fabless* também contribuíram para a viabilização de produção de *chips* específicos a determinadas atividades em escala reduzida (menor que 100.000 *chips*).

O segmento de *foundries* também é subdividido em níveis. As empresas consideradas de nível 1 são aquelas que requerem investimento comparativamente pequenos, pois são destinadas à fabricação de pequenos lotes com funções basicamente consolidadas, não necessitando assim estar na fronteira tecnológica da fabricação de circuitos integrados..

O nível 2 do segmento de *foundries* constitui a maioria das fábricas de *chips*. Com porte e escala média (US\$ 400 milhões a US\$ 600 milhões), essas empresas não precisam necessariamente estar no estado das ates da fabricação. Elas atendem a segmentos especializados de mercado (automotivo, memórias, sensores, rastreamento, etc). Bampi et al. (2004) faz análise da cadeia de valor na produção independente de *chips* de Taiwan, e percebe que as 21 *foundries* de nível 2 representam 63% do faturamento do setor no país, sendo o restando dividido entre as 127 *design houses*, 42 empacotadoras e 33 testadoras.

Por fim, as *foundries* de nível 3, se caracterizam por mega fábricas, produzindo com alta escala em um mercado crescente e concentrado. Nas projeções de 2001 acreditava-se que teria espaço apenas para três ou cinco empresas desse nível na indústria mundial. Objetivando manter a liderança e a dominância do mercado essas empresas mantêm continuamente os gastos de investimentos em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias próprias na fabricação de *chips*. Os setores que abarcam os vultosos investimentos necessários em uma foundry nível 3 são os microprocessadores, destinados à computação pessoal e móvel, e também às memórias RAM que acompanham os processadores, demandando investimentos na ordem de US\$ 1 bilhão a US\$ 2 bilhões (BAMPI et al., 2004).

O último segmento apresentado, responsável pelo encapsulamento dos CIs e testes, o de *Back-end*, vem finalizar o produto projetado pela DHs e fabricado pelas foundries. Primeiramente integrados às grandes linhas de montagens e incorporadas às empresas, tem se observado, de forma recente, a desverticalização industrial no segmento em função do surgimento de empresas de encapsulamento independente, devido ao menor montante de investimentos necessários.

Podem-se classificar as empresas desse ramo como sendo verticalizadas ou independentes, no qual a primeira está integrada à empresa de semicondutores com uma *foundry* própria, e a segunda corresponde àquelas que trabalham de forma independente a partir de pedidos de clientes, estes podem ser tanto as grandes empresas como também os projetos de DH2, DH3 e fabricação de *fabless*. Por ser um setor com menos dinâmica tecnológica e de investimentos não tão volumosos, observa-se uma maior dispersão geográfica, próxima aos mercados consumidores. No entanto, as principais empresas de encapsulamento e testes estão localizadas em Cingapura, Malásia, Indonésia, Coréia do Sul e Taiwan por conta da proximidade com as principais *fabless* e *foundries*. No Brasil já tivemos duas empresas nesse segmento, a ITAUCOM e a SID Microeletrônica, sendo que a segunda já encerrou suas atividades, e a primeira continua montando e testando *chips* e módulos de memória DRAM.

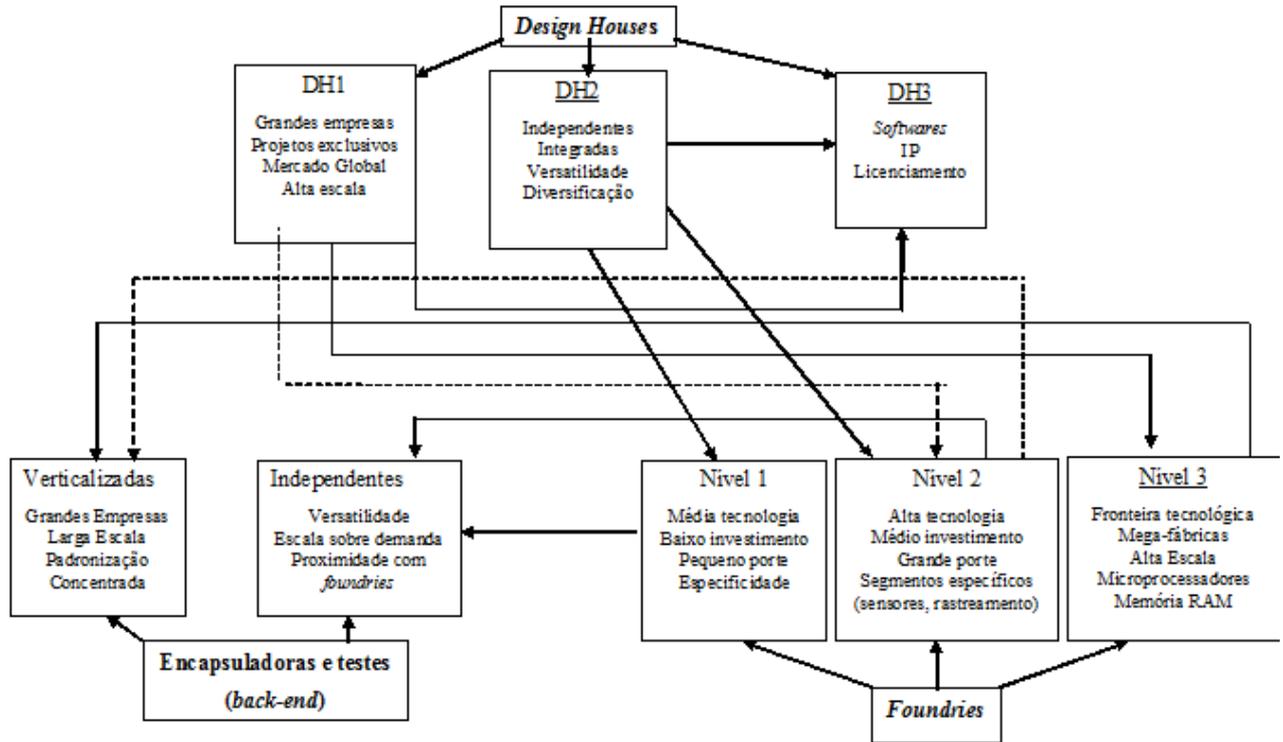
A seguir foi montado um organograma na figura 03 de forma a simbolizar as relações entre as etapas produtivas das indústrias de microeletrônica. Analisando a referida imagem, tem-se que o seguimento de *Design House* se divide em três subsegmentos, como apresentado anteriormente. O primeiro modelo corresponde a negócios de fabricação dos componentes da microeletrônica, eram feitos sobre a égide de uma determinada IDM a qual realizava todas as etapas produtivas internamente. No entanto, o arranjo produtivo da indústria de microeletrônica se modificou ao longo de tempo, sendo que as IDMs migraram para o modelo de *Fabless*.

A partir das *fabless* tem-se o primeiro modo de produção, principalmente de memórias e processadores (AMD, INTEL e Samsung). Assim, as DH1 atreladas a uma das grandes *fabless* realizam o design e arquitetura do *chip*, e dentro da estratégia da *fabless* ela pode optar por produzir internamente os *softwares* e máscaras de IP ou comprar das DH3s. Em seguida, a DH1 passa a prototipagem à *foundry* do próprio grupo ou também a *foundries* nível 2, visto que normalmente as *fabless* trabalham com ganhos de escala. Por fim, existem alguns grupos que mantêm sobre o seu controle também a fase de *back-end*, enquanto que algumas transferem essa fase para as empresas independentes. No organograma a seguir, tem-se a linha contínua de como o modo de produção, de determinada *fabless*, comanda todas as etapas do processo, e as linhas tracejadas são as opções de terceirização.

Outro modo de produção é dado a partir das DH2 integradoras, as quais realizam o design e arquitetura dos circuitos integrados sobre

encomenda. Esse subsetor, frequentemente, trabalha em parceria com a aquisição dos serviços da DH3 devido ao seu menor aporte de capital. Posteriormente, as DH2 repassam o projeto a *foundries* de nível 1 ou nível 2, dependendo da escala. Por último, o trabalho de *back-end* fica sobre a responsabilidade das fábricas independentes.

Figura 3 - Relações produtivas entre os segmentos da indústria de microeletrônica.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.3 DADOS DA INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA

No final dos anos de 1980 e 1990, à medida que a microeletrônica foi se consolidando como o novo paradigma tecnológico, percebe-se um crescimento vertiginoso do setor. Segundo Bampi et al. (2004), entre os anos de 1992 e 1995 o faturamento da indústria de circuitos integrados mais que dobrou, passando de 60 para 126 bilhões de dólares anuais. Para o autor o crescimento está atrelado ao aumento da demanda de componentes semicondutores para a indústria de comunicação móvel celular, computadores pessoais e para a computação móvel. A partir do ano de 1996, no entanto, a indústria entraria em uma breve recessão até o pico de faturamento nos anos de 1999 e 2000 (US\$ 180 bilhões). No ano seguinte se observava uma retração na ordem de 30%, sendo atenuado no ano de 2002 devido ao chamado “estouro” da NASDAQ e ao desdobramento sobre as indústrias de tecnologia. Nos anos seguintes, com a retomada do crescimento da indústria da informação, os números da indústria de microeletrônica se recuperam, atingindo em 2004 o faturamento de US\$ 205 bilhões.

A consolidação do paradigma da microeletrônica e seus respectivos desdobramentos, fez com que o setor comandasse o crescimento da indústria mundial. Bampi et al. (2004) coloca que a indústria de semicondutores cresceu 16% durante as décadas de 1990 e 2000, contra os 4% em média de crescimento da economia como um todo. A capacidade de projetar, difundir, encapsular e testar os CIs passam a ser, então, atribuições estratégicas no desenvolvimento dos diversos setores indústrias. A dinâmica tecnologia do paradigma da microeletrônica está atrelada às especificidades, normas, particularizações técnicas e na funcionalidade dos *chips* aplicados na indústria de microeletrônica em bens finais, de forma que a “*demand-pull*”, proposta por Dosi (1988), seja o principal motor das inovações da tecnologia e da definição da trajetória tecnológica do paradigma.

Na tabela 01, as empresas responsáveis por grande parte da produção da indústria de microeletrônica mundial e seus respectivos números foram colocados ao lado seus países de origem, para que se possa vislumbrar a localização e a concentração das marcas do setor. A maior empresa do setor em 2013, a Intel Corporation, fundada em 1968, nos Estados Unidos na região do vale do silício, alcançou US\$ 23 bilhões em vendas no primeiro semestre de 2013. A coreana Samsung

Eletronics, fundada em 1936, na Coreia do Sul, e em terceiro lugar a TSMC, taiwanesa, fundada em 1987, fecha o eixo dos três principais países na indústria de microeletrônica internacional. Assim, pode-se perceber que, mesmo a concentração produtiva estando mais de 70% no leste asiático, ao observar as empresas é possível verificar que 50% da receita do setor volta para os Estados Unidos, enquanto que o Leste Asiático fica com 22% da receita das 20 maiores empresas de semicondutores do mundo.

Tabela 1 - 20 maiores empresas de semicondutores do mundo, segundo valor das vendas do primeiro semestre de 2013.

| Companhia | Vendas (US\$ milhão) | País de Origem |
|------------------|-------------------------|----------------|
| Intel | 23.340 | EUA |
| Samsung | 15.723 | Coreia do Sul |
| TSMC | 9.612 | Taiwan |
| Qualcomm | 8.138 | EUA |
| SK Hynix | 6.098 | Coreia do Sul |
| Toshiba | 5.806 | Japão |
| TI | 5.640 | EUA |
| Micron | 4.594 | EUA |
| ST | 4.027 | Europa |
| Broadcom | 3.989 | EUA |
| Renesas | 3.806 | Japão |
| Global Foundries | 2.565 | EUA |
| Infineon | 5.535 | Europa |
| NXP | 2.273 | Europa |
| AMD | 2.249 | EUA |
| Sony | 2.197 | Japão |
| Elpida | 2.105 | Japão |
| Media Tek | 1.932 | Taiwan |
| UMC | 1.913 | Taiwan |
| Freescall | 1.905 | EUA |

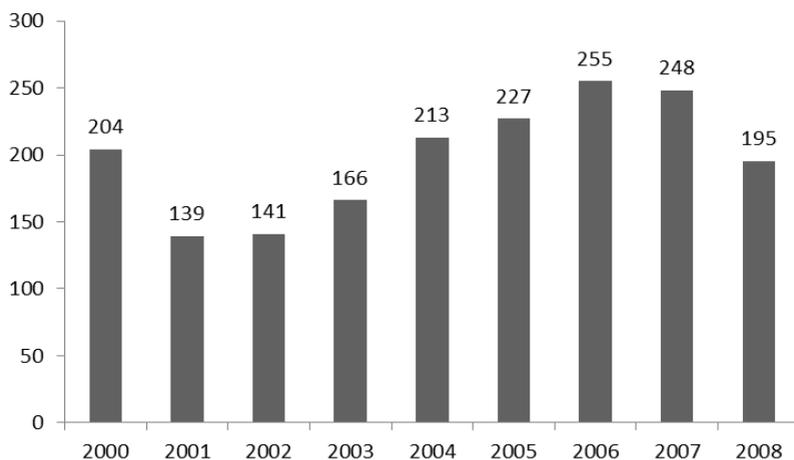
Fonte: Elaborado de IC Insights' Strategic Reviews, Database 2013.

As empresas apresentadas na tabela 01 estão basicamente concentradas nas principais regiões produtoras de componentes microeletrônicos. A origem das maiores instituições desse ramo, bem como o ano que foi fundado, guarda uma ligação com o

desenvolvimento industrial de seus respectivos países. O modelo de industrialização de cada paradigma tecnológico também pode ser percebido em cada uma das empresas, uma vez que a INTEL mantém um sistema hierarquizado e verticalizado de produção, enquanto que as demais empresas, já mais inseridas na atual segmentação do paradigma, atuam em etapas distintas da produção dos produtos da microeletrônica.

Apresentando as características necessárias para ser classificada como paradigma tecnológico, a indústria de microeletrônica vem se colocar no foco das inovações tecnológicas industriais à medida que promove a reestruturação tecnológica e produtiva. Gutierrez e Mendes (2009) trazem os números a cerca do montante e do comportamento da venda mundial de microeletrônica de 2000 a 2008, apresentados abaixo, no gráfico 01. Os efeitos do estouro da chamada “bolha da internet”, responsável pela queda das empresas ligadas à tecnologia, pode ser notado na recuada dos números em 2001. Após o ano de 2000, tem-se uma queda substancial (31%) nas vendas de semicondutores, explicada pelas falências diretas das empresas de tecnologia e, conseqüentemente, a diminuição da demanda por CIs. Dessa forma, após a crise, a indústria de microeletrônica experimentou uma estabilização nas vendas durante os anos de 2001 e 200. Já no período seguinte, ela demonstrou sua recuperação, crescendo 28% o montante de vendas no ano de 2004, e nos de 2005 e 2006 a microeletrônica se estabilizaria na casa dos 10% a.a. Após tocar o teto de US\$ 255 Bilhões, em 2006, a indústria se mantém constante no ano de 2007 e volta a cair 20% no ano de 2008. Segundo Gutierrez e Mendes (2008), a indústria de microeletrônica apresenta uma natural variação nas vendas em função do ciclo de renovação tecnológica da economia. Como colocado anteriormente, a procura por CIs apresenta tal flutuação devido à variação da demanda por bens finais eletrônicos, dessa forma, por conta da queda na busca por componentes eletrônicos das principais economias (EUA, Japão e Europa), a indústria da microeletrônica se retraiu no último ano de série.

Gráfico 1 - Venda mundial de semicondutores entre 2000 e 2008 (US\$ Bilhões).



Fonte: Gutierrez e Mendes (2009, p. 04).

A microeletrônica guarda a especificidade que dificulta a mensuração de valores do setor como um todo, uma vez que boa parte dela está embarcada em demais produtos convencionais. O PNM (2002), no entanto, faz um levantamento dos produtos finais passíveis de mensuração. No ano de 2003, os bens e a informática corresponderam a quase 42% do consumo de circuitos integrados, a Telecom respondeu por 23%, a eletrônica de consumo 17% e a automotiva embarcada 8%, sobrando cerca de 10% para os demais produtos.

Outro modo de perceber o comportamento da indústria de microeletrônica durante a década de 1990 é utilizarmos a segmentação por tipos de circuitos integrados (Aplicação específica, lógica, memórias e analógicos). A evolução desses mercados podem ser apreciados na tabela 02, disponível no Programa Nacional de Microeletrônica de 2002.

Tabela 2 - Evolução do faturamento mundial de semicondutores por tipo de CI de 1995 a 2000 (US\$ Bilhões).

| Circuito Integrado | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 |
|--------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| ASICs – Aplicação específica | 19,78 | 20,13 | 21,05 | 18,56 | 23,16 | 34,67 |
| Lógica | 33,40 | 39,83 | 47,77 | 47,34 | 51,70 | 63,94 |
| Memórias | 53,46 | 36,02 | 29,34 | 22,99 | 32,29 | 49,2 |
| Analógicos | 16,65 | 17,04 | 19,79 | 19,07 | 22,08 | 30,51 |
| Outros | 2,87 | 1,92 | 1,58 | 1,11 | 0,99 | 1,09 |
| Total | 126,16 | 114,94 | 119,53 | 109,07 | 130,22 | 179,4 |

Fonte: Programa Nacional de Microeletrônica (2002).

A partir da apreciação dos números acima, pode-se perceber que as memórias perdem participação no montante da indústria, uma vez que, em 1995, respondiam por 42% do mercado, perdendo também espaço nos anos seguintes, de forma que em 2000 corresponderam a 25%. No caminho inverso, tem-se o crescimento dos circuitos integrados de lógica, os quais saíram de 26% do total para 40% no ano de 2000. Essa mudança está atrelada ao aumento das funções lógicas efetuadas pelos CIs, a padronização e a concorrência no setor de memórias. O segmento de maior importância os ASICs (*application specific integrated circuits*) cresceu de forma mais tímida ao longo dos anos, passando de 13% para 18%. O PNM (2002) levanta a importância os ASICs devido às inovações funcionais e a capacidade de diferenciação dos produtos eletrônicos, permitindo maior apropriabilidade através de patentes e segredos industriais. A capacidade de avanço técnico dos bens eletrônicos estaria, segundo o programa, condicionado a disponibilidade de ASICs, os quais permitem diminuição dos preços dos produtos finais, diminuição do tamanho dos componentes e produtos, maior confiabilidade, além da propriedade intelectual.

No segmento *foundry*, nota-se tanto a partir do quadro 06 como no texto de Bampi et al. (2004) a concentração do setor manufatureiro da indústria de microeletrônica. Tal concentração é primeiramente viabilizada graças aos avanços tecnológicos, que compatibilizam tecnicamente a produção de determinada gama de *chips* sem necessidade de novos investimentos em atualização ou adequação das máquinas. Segundo os autores, os investimentos realizados pela TSMC e UMC e, por conseguinte, sua produção aproxima-se das IDMs e do seu nível de atividade, realizando, no entanto, uma diversidade de *chips* oriundos de diferentes DHs. A partir do quadro 06, que apresenta a participação de cada uma das *foundries* na produção dedicada de *chips*, percebe-se que as três empresas asiáticas eram responsáveis por 76% da

produção em 2001, e passam, em 2008, a corresponder a 68% do mercado após uma concentração na TSMC frente à UMC, a qual perde importância relativa. O comportamento das empresas americanas vem consolidar o modelo produtivo e seus movimentos, uma vez que a IBM após abdicar completamente do segmento produtivo no ano de 2001, retorna a fazê-lo no ano de 2008. A volta de uma das grandes empresas ao setor de *foundries* está ligada à importância estratégica do ponto de vista de inteligência industrial no processo de alguns determinados *chips*.

Quadro 6 - Participação das principais foundries, 2001 e 2008.

| NOME DA FOUNDRY | PAÍS | 2001(%) | 2008(%) |
|---|-----------|---------|---------|
| TSMC | Taiwan | 42 | 47 |
| UMC | Taiwan | 24 | 13 |
| <i>Chartered Semiconductor</i> | Cingapura | 10 | 8 |
| AMI – <i>American Microsystems Inc.</i> | EUA | 7 | - |
| IBM | EUA | - | 3 |
| Outras <i>foundries</i> | | 17 | 29 |

Fonte: Adaptado de Fabless Semiconductor Association (2002) e Gutierrez e Mendes (2009).

Após apresentar a composição das instituições responsáveis pela fabricação independente de *chips*, sendo a partir de terceirização das IDMs, seja a partir de *fabless* e da fabricação independente, vale apresentar as principais contratantes desse tipo de atividade. Na tabela 03, apresentam-se as *fabless*, seu país de origem e o volume de vendas em 2001. Bampi et al. (2004) salienta ainda que as maiores delas estão no setor de comunicação de dados (Broadcomm e Qualcomm) e placas de vídeo gráfico (Nvidia). Os autores colocam que devido a propriedades industriais, as fabricantes de memória mantêm os segmentos de projeto e de fabricação. Por outro lado, em função das estratégias de negócio (monopólio das plataformas de computação pessoal e servidores de informação) os fabricantes de microprocessadores (INTEL e AMD) mantêm a verticalização, admitindo a distribuição geográfica dessas atividades, porém sobre os respectivos comandos.

Tabela 3 - 15 Maiores empresas de semicondutores sem fábricas de CI (Fabless) em 2001.

| Colocação | Empresa | País | Vendas 2001 (US\$) |
|--------------|------------------|--------|----------------------|
| 1 | Qualcomm | EUA | 1.24 Bilhões |
| 2 | Nvidia | EUA | 1.21 Bilhões |
| 3 | Xilinx | EUA | 1.15 Bilhões |
| 4 | Via | Taiwan | 1.01 Bilhões |
| 5 | Broadcom | EUA | 962 Milhões |
| 6 | Altera | EUA | 839 Milhões |
| 7 | Cirrus Logic | EUA | 534 Milhões |
| 8 | ATI Technologies | Canadá | 520 Milhões |
| 9 | MediaTek | Taiwan | 447 Milhões |
| 10 | Qlogic | EUA | 357 Milhões |
| 11 | PMC-Sierra | Canadá | 323 Milhões |
| 12 | SanDisk | EUA | 317 Milhões |
| 13 | Lattice | EUA | 295 Milhões |
| 14 | ES Technology | EUA | 271 Milhões |
| 15 | GlobeSapn | EUA | 270 Milhões |
| Total | | | 12.89 Bilhões |

Fonte: Adaptado de Bampi et al. (2004).

Como visto anteriormente, a indústria de microeletrônica surgiu e se inseriu nas tecnologias industriais, não apenas nos bens finais tecnológicos, mas também empreendeu toda uma mudança na indústria mundial. Esse impacto se deu principalmente pela automação e o conseqüente aumento da independência produtiva das máquinas. Além do impacto da tecnologia industrial, o modelo de produção e a desverticalização observada no setor fez com que aumentassem a penetrabilidade da microeletrônica, ao mesmo tempo em que se construiu uma cadeia global de valor em torno de seus componentes.

Como a dinâmica da indústria e as principais empresas de cada segmento foram apresentadas previamente, já possibilita ao leitor ter uma ideia do espaço onde a indústria de microeletrônica se desenvolveu mais plenamente e também quais os países assumiram a dianteira no novo paradigma tecnológico. Logo, a indústria de microeletrônica, responsável pelo desenvolvimento industrial dos últimos anos, e o seu impacto nas referidas economias têm um paralelo com o crescimento econômico dos países os quais participaram mais intensamente da cadeia global de valor do setor citado. Para que se

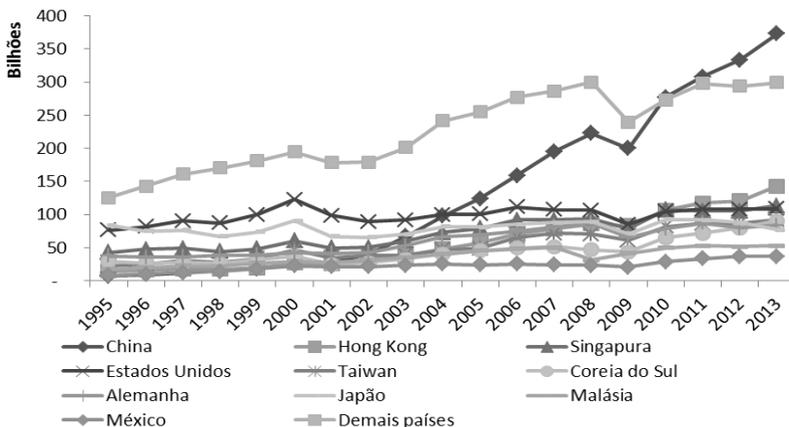
possa vislumbrar a distribuição geográfica, o trabalho apresenta a atual distribuição produtiva do setor no quadro 07 a seguir, retirado do relatório de Novembro de 2013 do Departamento Mundial de Estatística em Semicondutores (WSTS), o qual apresenta um panorama do cenário produtivo da indústria de microeletrônica mundial.

Em seguida, o trabalho analisa a disposição do comércio exterior da indústria de microeletrônica. Os dados foram coletados na base de dados das Nações Unidas, UNCTADstat, utilizando as rubricas que captam os principais componentes da indústria:

- [752] *Automatic data processing machines, n.e.s.;*
- [772] *Apparatus for electrical circuits; board, panels;*
- [776] *Cathode valves & tubes;*
- [778] *Electrical machinery & apparatus, n.e.s.;*

O primeiro dado apresentado no gráfico 02 vem trazer a evolução do comércio internacional no que tange às exportações. Para tanto, optou-se por manter o comportamento das 10 maiores economias exportadoras da indústria, representantes de 82% das vendas mundiais, condensando as demais economias no grupo denominado “Demais países”. Apreciando o comportamento dos números, nota-se que a indústria de microeletrônica se expandiu majoritariamente na China nos últimos 10 anos, chegando a representar em 2013, 25% das exportações. O mercado até 2002 apresentava participações similares nos principais países (EUA, Japão, Singapura), porém essas economias se mantiveram estacionadas próximas a US\$ 100 bilhões, enquanto que a produção chinesa cresceu vertiginosamente a partir de 2002. A participação dos demais países, fora do grupo dos dez maiores, veio crescendo constantemente até a crise de 2008, recuperando o nível de atividade nos anos seguintes, porém tendo seu ritmo de crescimento estabilizado.

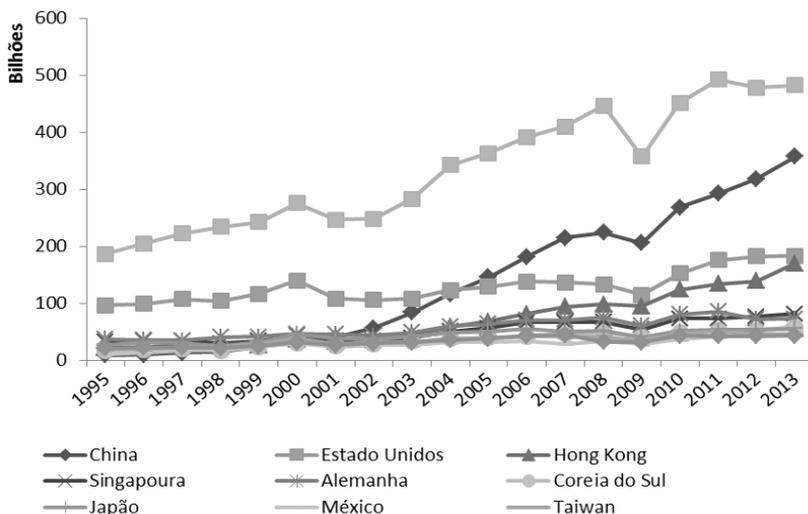
Gráfico 2 - Evolução das exportações da indústria mundial de microeletrônica entre 1995 e 2013.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da UNCTstat.

Em seguida, apresenta-se a evolução das importações da indústria no gráfico 03, no qual pode ser avaliado o comportamento discriminado dos 10 maiores importadores, enquanto que o restante dos países foram agrupados como no gráfico 02. Concomitante ao aumento das exportações chinesas em 2002 observa-se o aumento das importações do país, sendo que os valores das importações superam os das exportações, mostrando que a economia chinesa depende das importações para manter o nível de atividade de suas indústrias. Esse país representa 22% do total das importações, o dobro do que os EUA e Hong Kong (11%). Os demais países passam a demandar mais produtos da indústria de microeletrônica a partir de 2002, quando o crescimento das importações se acelera, sofrendo uma queda em 2002 por conta do episódio da NASDAQ, e em 2008, justificado pela crise econômica internacional.

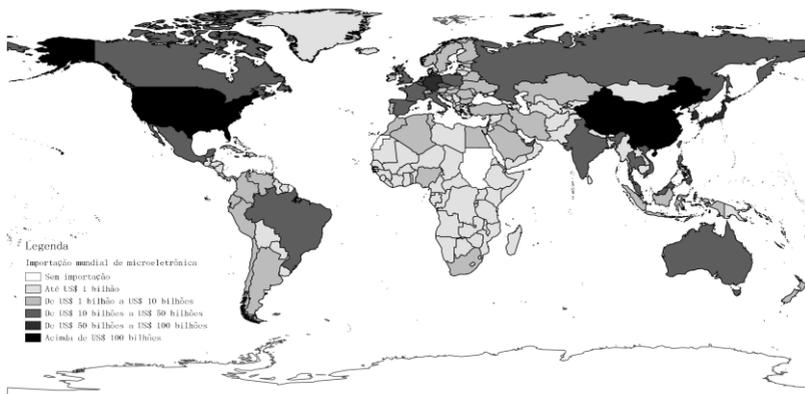
Gráfico 3 - Evolução das importações da indústria mundial de microeletrônica entre 1995 e 2013.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da UNCTstat.

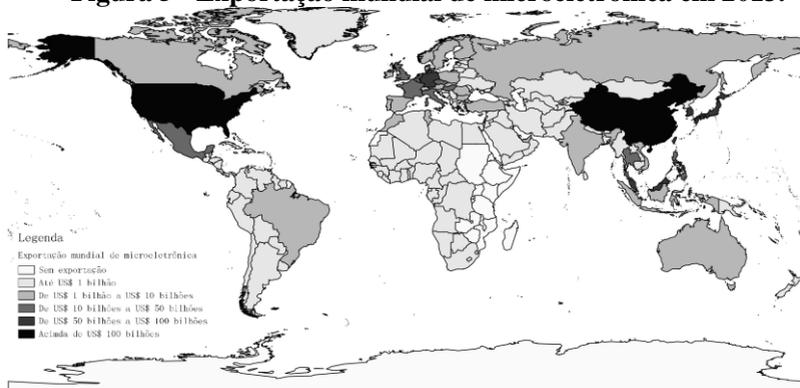
Foram confeccionados dois mapas que apontam o comportamento dos países importadores e exportadores da indústria de microeletrônica. A figura 04 mostra as importações da indústria de microeletrônica no ano de 2013 e os respectivos países. Para diferenciá-los foi utilizado escala de cores que ficam mais escuras à medida que aumentam os referidos valores. Analisando então a figura a seguir, pode-se notar a dominância das principais economias industriais nos valores importados. China aparece em primeiro lugar, com cerca de US\$ 350 bilhões importados no ano de 2013, sendo US\$ 38 bilhões de aparatos para circuitos elétricos, placas e painéis, e US\$ 262 bilhões em válvulas e tubos catódicos. A presença da China fica ainda mais forte devido Hong Kong figurar na terceira colocação, com cerca de US\$ 170 bilhões importados. Já o valor importado pelos EUA é quase a metade do Chinês, cerca de US\$ 180 bilhões, divididos principalmente em máquinas automáticas processadoras de dados com US\$ 86 bilhões, e válvulas e tubos catódicos com US\$ 31 bilhões. No segundo grupo, tem-se Cingapura (US\$ 81 bilhões), Alemanha (US\$ 72 bilhões), Coreia do Sul (US\$ 57 bilhões) e Japão (US\$ 55 bilhões).

Figura 4 - Importação mundial de microeletrônica em 2013.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da UNCTstat.

A disposição das exportações da indústria de microeletrônica não é muito diferente do que se observa com a dinâmica das importações, como apresentado na figura 05. No primeiro grupo figuram China, Hong Kong, Cingapura e EUA. As importações chinesas de US\$ 372 bilhões são compostas em sua maioria por máquinas automáticas processadoras de dados (US\$ 166 bilhões) e válvulas e tubos catódicos (US\$ 11 bilhões). As exportações de Hong Kong ficam em US\$ 142 bilhões, sendo a maioria (US\$ 84 bilhões) também de tubos e válvulas catódicas. Cingapura aparece em terceiro lugar, exportando cerca de US\$ 113 bilhões, e os EUA em quarto lugar, com vendas próximas a US\$ 108 bilhões. O segundo grupo é composto por Taiwan (US\$ 91 bilhões), Coréia do Sul (US\$ 90 bilhões), Alemanha (US\$ 83 bilhões), Japão (US\$ 77 bilhões) e Malásia (US\$ 53 bilhões).

Figura 5 - Exportação mundial de microeletrônica em 2013.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da UNCTstat.

A partir dos números no quadro 07 pode-se perceber que o Leste Asiático juntamente com os números japoneses concentra cerca de 70% da produção mundial no ano de 2012 e 2013. As projeções realizadas pelo WSTS sugerem que em 2014 e 2015 a percentagem deva se manter, porém com um maior peso para os demais países em detrimento da participação japonesa, notadamente ocasionada pelo crescimento da importância da indústria chinesa, dos antigos e novos tigres asiáticos.

Quadro 7 - Produtores Mundiais de Microeletrônica de 2012 a 2015.

| Primavera 2013 | Montantes em US\$ milhões | | | |
|----------------------|---------------------------|------|------|--------------------|
| | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 ²⁴ |
| Américas | 19% | 19% | 18% | 18% |
| Europa | 11% | 12% | 12% | 12% |
| Japão | 14% | 12% | 12% | 12% |
| Ásia Pacífico | 56% | 58% | 58% | 59% |

Fonte: WSTS, 2013.

A Europa e as Américas apresentam uma tímida retomada na produção nas projeções realizadas pelo referido órgão, porém não ameaçam a importância assumida pelos países orientais no setor

²⁴ Valores estimados pelo WSTS.

produtivo da indústria de microeletrônica. Vale ressaltar que os números de produção, mesmo estando atrelados a maiores intensidades de crescimento industrial e econômico, não podem ser assimilados à ideia de controle por parte dos países asiáticos do movimento da indústria, uma vez que as antigas IDMs e as atuais *Fabless* retêm a capacidade de comandar dinâmica setorial. Tais números colocam que a grande parte da produção da microeletrônica está concentrada nos países do leste asiático e no Japão, renegando aos antigos centros, americano e europeu, participações coadjuvantes na fabricação física dos componentes do paradigma tecnológico. Já os países da América Latina, incluindo o Brasil, praticamente não se inserem na cadeia produtiva internacional de microeletrônica.

3.4 INDÚSTRIA MICROELETRÔNICA: AVALIAÇÃO TEÓRICA E ANALÍTICA

Nessa última seção, o trabalho apresenta os fatores e características notadas no panorama sobre a indústria de microeletrônica, os quais estão presentes na análise teórica utilizada. Esse tópico procura explicar como a microeletrônica veio a se consagrar como paradigma tecnológico, observando também quais os condicionantes e as implicações institucionais influenciam na mudança de paradigma.

Os transistores e circuitos integrados individualmente não foram os responsáveis pela consolidação de um modelo tecnológico, porém a transformação que tais tecnologias sofreram e suas respectivas aplicações impactaram na indústria mundial de forma a incitar a mudança nesse padrão. As novas máquinas-ferramenta, que nasceram da crescente aplicação dos dispositivos microeletrônicos nos bens de capital, foram as responsáveis pela elevação do CIs ao nível de *key fator* de um paradigma tecnológico. O impacto da utilização das mesmas no setor industrial condicionou não apenas as empresas e produtos, mas também o trabalhador e suas características (DOSI, 1988).

A partir da aplicação dos primeiros dispositivos microeletrônicos na linha de produção industrial e a gama de possibilidades que os avanços na ciência apresentavam à indústria, fez com que Castells (1999) notasse que a aliança entre o capital e a ciência tinha agora a presença da tecnologia da informação. Para o autor, o último fator inclui o conjunto de tecnologias de microeletrônica, computação (*software e hardware*), óptica eletrônica e, até mesmo, a engenharia genética. A

microeletrônica trouxe juntamente com o seu conjunto de avanços tecnológicos no ramo da codificação e digitalização dos processos produtivos, uma reconfiguração do papel da máquina e do trabalho humano no chão de fábrica. Essa trajetória tecnológica se deu uma vez que as máquinas passaram a executar certas atividades que apenas a perícia humana estava apta a realizar (DOSI, 2006).

O movimento de consolidação como paradigma tecnológico fica perceptível no desenvolver do caminho da tecnologia industrial. Ainda sobre égide do modelo da metal-mecânica, percebe-se que as tecnologias relacionadas à microeletrônica foram galgando seu espaço naquelas de cunho industrial, à medida que propiciaram superação de determinadas demandas produtivas. Entre os possíveis percursos tecnológicos, a capacidade de conferir às máquinas faculdades seletivas, permitiu as empresas que aplicassem determinado procedimento eletrônico obtivessem também ganhos de escala em sua produção (DOSI, 2006).

Bampi et al. (2004) resgata os conceitos de Perez (1982) sobre a descrição das características do setor que o capacitam a ser classificado como o paradigma tecnológico vigente, acrescentando-os das especificidades da indústria de microeletrônica habilitadas a gerar progresso técnico de forma generalizada na cadeia produtiva. O custo relativamente baixo com tendências ao declínio é a primeira característica que podemos notar na indústria de microeletrônica, uma vez os avanços nos ramos tecnológicos vieram confirmar a Lei de Moore, na qual se tem uma queda do custo por função (centavos por transistor ou *bit*) de um *chip* de em média 30% ao ano. Isso se deve ao fato de conseguir integrar um número maior de transistores em “pastilhas” (*chips*) de silício cada vez menores, sendo que a densidade desses transistores contidos nos circuitos integrados dobra a cada 18 meses.

Outra questão, levantada por Perez (2004) sobre essas particularidades, é a de “oferta aparentemente ilimitada apesar de demandas crescentes” na indústria de microeletrônica. Bampi et al. (2004) coloca que a matéria prima do *chip* (silício) é abundante na natureza, e sua utilização é pequena devido também à aplicação da Lei de Moore. O autor salienta que o principal insumo do setor é a inteligência humana e a capacidade de projetar, integrar e produzir novos sistemas cada vez mais complexos e intensos em tecnologia.

O ponto seguinte de Perez (1982) é o potencial de uso universal, principalmente em atividades produtivas, o qual está amplamente

presente na microeletrônica, uma vez que não existem limites para a aplicação dos circuitos integrados, seja por “atividades-meio”, seja incorporada aos produtos e serviços. Por outro lado, Bampi et al. (2004) salienta que o valor agregado a bens e serviços pela microeletrônica está ligado aos *chips* dedicados, chamados de ASICs (*Application Specific Integrated Circuits*).

Por fim, a inserção da tecnologia no sistema de inovações técnicas e organizacionais, capazes de reduzir custos e melhorar produtos, é apontada por Perez (1982) como a quarta característica de um paradigma tecnológico. Observa-se que na indústria de microeletrônica tem-se a utilização do *chip* permitindo o desenvolvimento de tecnologias e atividades paralelas (computadores, automação, comunicação e entretenimento). Também, pode se verificar sua capacidade de incorporação a produtos pré-existentes, diminuindo o tamanho, redução do consumo de energia, aumento do desempenho e eficiência. E, ainda, a aplicação em gestão de processos, aumentando a flexibilidade e produtividade do trabalho, a eficiência do capital, e a produção e processamento de informação que modificam a organização institucional das empresas. Percebemos, assim, o impacto tecnológico e institucional promovido pela mudança no paradigma.

A partir dos dados e características apresentados anteriormente, é possível identificar os acontecimentos que marcam as fases de desenvolvimento de um paradigma tecnológico proposto por Perez (2004). No caso da microeletrônica, seu nascimento, ainda no domínio do paradigma da metal-mecânica, no final dos anos de 1970, tem seu momento de irrompimento a partir dos anos de 1980. Durante as décadas subsequentes, a indústria de microeletrônica viveria seu momento de frenesi com o crescimento vertiginoso das empresas de tecnologia da informação durante a década de 1990. A crise financeira 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, voltando a crescer em proporções consideráveis. A maturidade do paradigma, que possivelmente esteja ocorrendo a partir dos anos de 2010, acontece concomitantemente à manifestação de uma série de novas tecnologias candidatas a novo paradigma industrial (nanotecnologia, biotecnologia).

O modelo da microeletrônica passa a fazer parte da estrutura de rotina das empresas que iniciaram o uso da eletrônica em suas máquinas e equipamentos. Em um primeiro momento, aquelas que praticavam

rotina ótima ou de otimização, tiveram maior capacidade de notar a aplicabilidade e viabilidade da automação das máquinas. Assim, à medida que a microeletrônica diminuía os custos e apresentava uma relação positiva entre lucro e contração (devido a crescente capacidade de processamento do *chip*), o processo de seleção colocou a elegria como uma nova rotina a ser adotada no interior da empresa (NELSON; WINTER, 2006).

O conhecimento sobre a tecnologia da microeletrônica merece ser também discutido, já que viria se consolidar a partir de conhecimentos codificados, específicos e privados. As empresas que se mostrariam aptas a ingressar precocemente no setor da microeletrônica foram aquelas que sabiam qual a aplicabilidade dos componentes (*know-what*), detinham os conhecimentos físicos e químicos das placas de silício (*know-why*) e tiveram a capacidade de implementar e auferir ganhos dessa nova tecnologia (*know-how*). As capacidades de aprendizagem, que melhor se encaixaram no desenvolvimento do paradigma da microeletrônica, foram aquelas que aprenderam a partir de pesquisas e avanços científicos, esse comportamento se justifica no tipo de conhecimento necessário à aplicação da microeletrônica (LUNDVALL, 2006).

Devido à necessidade de uma intensa base científica, além do domínio das tecnologias existentes, o padrão setorial de inovação da indústria de microeletrônica deve ser classificado com base na ciência. A dinâmica inovativa da trajetória tecnológica dessa indústria esteve intimamente ligada aos investimentos em P&D, tanto por parte das empresas como por parte dos governos. À medida que os avanços tecnológicos e científicos eram desenvolvidos, possibilitavam a diminuição do *chip*, aumento da capacidade processada e penetrabilidade nos demais ramos industriais. O desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias cria também uma barreira à entrada de novos integrantes, devido ao alto custo de angariar os conhecimentos necessários para se enquadrar e aprimorar a trajetória tecnológica (alta cumulatividade). Assim, as firmas baseadas em ciências se colocam como a fonte de inovações tecnológicas e P&D, responsáveis por desenvolvimento de novas tecnologias em circuitos integrados e a respectiva aplicação nos demais setores (MALERBA, 1992).

Avaliando, então, o regime tecnológico da microeletrônica, percebe-se que, na janela de oportunidade da mudança de paradigma, a cumulatividade do conhecimento foi fundamental para que a tecnologia iniciasse sua escalada como modelo tecnológico. A alta cumulatividade

de conhecimento se mostra importante na apropriação e desenvolvimento da indústria de microeletrônica, uma vez que seus respectivos avanços tecnológicos vinham cada vez mais atrelados à necessidade de conhecimento técnico científico. Isso se justifica pela necessidade de domínio tanto do desenvolvimento de circuitos integrados como também no setor de destino do mesmo (MALERBA; ORSENIGO, 1993).

A trajetória tecnológica que a indústria de microeletrônica desenvolveu garantiu à economia industrial alta oportunidade de inovação, uma vez que a crescente capacidade de processamento do *chip*, fez com que os custos de processar a informação fossem também decrescentes. Nesse sentido, entende-se que, as várias oportunidades surgidas da penetrabilidade da microeletrônica a partir de sensores, processadores e memórias, garantiriam rentabilidade devido à aplicação de componentes microeletrônicos em diferentes setores. Então, as chances de avanço tecnológico viriam das rotinas de P&D em máquinas e equipamentos como também dos avanços científicos em torno das placas de silício (DOSI, 1988).

Durante a consolidação do paradigma da microeletrônica, 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. Esse cenário esteve presente também nas estratégias das empresas no momento de desverticalização da produção. No setor de processadores (INTEL e AMD) foi mantido o domínio de todas as etapas produtivas, devido ao interesse de manter o comando sobre a tecnologia e seu desenvolvimento, guardando assim maior apropriabilidade. Nos demais segmentos, com a maturação do paradigma, observa-se o surgimento de empresas especializadas e que determinadas seções passam a ser terceirizadas, viabilizando uma maior penetrabilidade da indústria via DH2 integradoras, *foundries* nível 1 e 2 e as encapsuladoras independentes.

Assim, a partir de um cenário de alta cumulatividade e apropriabilidade, juntamente com grandes oportunidades, o paradigma tecnológico da microeletrônica viria a se confirmar com inovações radicais (processadores, memórias) e incrementais (sensores, *displays*) (MALERBA; ORSENIGO, 1993).

No que diz respeito ao arranjo institucional, pensando nas chamadas entidades formais e informais, apresentadas por North (1991) anteriormente, pode-se inferir ao mesmo tempo em que a indústria inicia

sua trajetória, ela influencia e sofre influência das instituições. Mais especificamente no caso da microeletrônica, a indústria passa a demandar uma série de competências, tanto das máquinas como do trabalho e estado que não existiam previamente. As máquinas passam a assumir maiores e mais versáteis funções, o trabalho industrial exige melhor qualificação e uma atualização do papel do estado na parte econômica e na questão jurídica.

Aqui, vale ressaltar o ambiente institucional que se iniciou a microeletrônica, e como essa tecnologia evoluiu a partir da interação com o tecido institucional existente, modificando-o. A inserção da microeletrônica no setor produtivo viria transformar as características da máquina bem como do trabalho vivo. Primeiro, aumentando as atividades das máquinas, via uma variedade de programações, realizando diferentes tarefas, de forma seriada e adaptável, assumindo o papel ainda mais central dentro da dinâmica produtiva industrial. Já em relação ao homem, que com a revolução das máquinas e a esteira fordista assumira o papel coadjuvante na indústria, com o novo paradigma tecnológico sua importância aumenta, uma vez que as novas máquinas dependem de programação e conhecimento do seu funcionamento. Com isso a microeletrônica vem desempenhar o papel de numa nova tecnologia industrial e contribuir com a mudança institucional. Essa mudança repousa no impacto no modo de produção capitalista, na alteração da característica dos meios de produção e do trabalho e também no comportamento dos indivíduos (NELSON; 2002).

O novo papel assumido pelo trabalho com a mudança de paradigma viria a demandar diferentes características. Se antes, a disponibilidade de mão de obra com baixos salários era desejável no modelo da metal-mecânica, agora as indústrias passam a demandar trabalho tecnicamente capacitado para operar as máquinas cada vez mais versáteis e tecnológicas. No entanto Kurz (1991) chama atenção para esse movimento, já que agora o sistema capitalista excluía sistematicamente parcelas maiores de força de trabalho, ou seja, quanto mais se aplica as tecnologias da microeletrônica mais se dispensava trabalhadores industriais.

Notamos a mudança de paradigma tecnológico e suas influências no arranjo produtivo industrial, uma vez que durante o anterior se observou a verticalização das atividades e a diversificação produtiva das grandes empresas do setor. Já no paradigma da microeletrônica, com os avanços tecnológicos no ramo de comunicação e logística, juntamente com as evoluções físicas do *chip*, foi promovida uma segmentação

produtiva na indústria, de modo que alguns segmentos produtivos recuam para posições necessariamente estratégicas e delegam a responsabilidade produtiva a outras empresas especializadas na atividade (HODGSON, 2002).

A questão da flexibilidade produtiva fica latente na análise da evolução da indústria, uma vez que as segmentações ocorridas vêm contribuir na facilidade de se executar determinadas etapas do processo produtivo em diferentes regiões. Além de permitir a desconcentração espacial da produção, a segmentação da indústria possibilitou que algumas economias angariassem condições necessárias para o desenvolvimento de determinados segmentos, os quais seriam responsáveis pelo dinamismo industrial das mesmas. Por esse lado, a subdivisão garantiu penetrabilidade nos mais diferentes setores industriais e econômicos, além de se beneficiar de características particulares a cada região (NELSON, 2002).

As *foundries* de nível 2 desempenham um papel importante tanto na indústria de microeletrônica como na indústria como um todo, já que possibilitam a inserção da microeletrônica em ramos específicos e permitem o avanço tecnológico desses setores, abrindo mercado para aplicação do paradigma. O que percebemos é que esse modelo possibilita a penetrabilidade industrial do paradigma tecnológico.

O modelo de negócio da indústria microeletrônica, em especial o segmento de *Design Houses*, provocou mudanças institucionais importantes, sem as quais impossibilitariam o surgimento dos respectivos modelos. A promulgação de novas e mais atuais leis de propriedade intelectual nos *chips*, de forma que permitam a comercialização segura de projetos entre os segmentos da indústria. Com a produção segmentada ao redor do mundo e o alto grau de especificidade técnica dos componentes, se fez cada vez mais necessário o conhecimento da tecnologia para a entrada em qualquer um dos segmentos da indústria da microeletrônica. As economias que apresentassem maior flexibilidade e capacidade de adequação do quadro institucional estariam mais aptas a desenvolver esse setor, uma vez que garantiria os direitos à propriedade das tecnologias desenvolvidas (NORTH, 1991).

As empresas passam a avaliar diferentes variáveis condicionantes ao investimento em determinadas regiões. O novo paradigma passa a desejar mão de obra mais qualificada do que de trabalhadores do paradigma anterior, também necessita de cadeia produtiva adensada, de forma a permitir segmentação das etapas produtivas, e não mais

verticalização. As políticas comerciais de proteção ao mercado, que visavam garantir acesso ao mercado interno e incentivos à produção interna, migram para arranjos institucionais alinhados ao liberalismo e a globalização produtiva, mais adequados ao paradigma da microeletrônica (ZYSMAN, 1994)

Por fim, o trabalho adequou o quadro apresentado pelo PNM (2002), acrescentando as informações das principais empresas e dos fundamentais países atuantes em determinados setores, apresentados no quadro 08. A partir do mesmo pode-se perceber que as atividades de DH1 das principais *fabless* ainda estão sob domínio das economias centrais, devido principalmente à origem de suas marcas e aos custos de design estarem mais ligados ao capital e a propriedade intelectual. As demais DHs se concentram próximo à cadeia produtiva da microeletrônica no leste asiático. O segundo segmento, de fabricação, está ligado à capacidade industrial instalada e infraestrutura produtiva, dessa forma, os países do leste asiático se destacam na concentração das atividades manufatureiras. As encapsuladoras apresentam a maior diversidade regional, uma vez que os conhecimentos necessários à entrada do setor são consideravelmente menores do que no segmento de fabricação. Assim, podem-se notar unidades fabris de encapsulamento e testes na maioria das economias industrializadas, porém as de maior escala estão concentradas próximo às *foundries*.

À medida que a o paradigma da microeletrônica veio se consolidando na dinâmica industrial mundial e, concomitantemente, 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.

Quadro 8 - Segmentação produtiva, disposição geográfica e principais empresas da indústria de microeletrônica em 2013.

| Segmento | Tipos de Empreendimentos | Principais países | Principais Empresas | |
|----------------------|---------------------------------|--------------------------|----------------------------|------------------------------------|
| Design Houses | DH1 | – | EUA | INTEL |
| | Vinculada | / | Israel | Motorola |
| | Verticalizada | | Índia | |
| | DH2 | – | Coreia do Sul | Qualcomm |
| | Integradoras independentes | | EUA | 3Com |
| | DH3 | – | China | BroadCom |
| Back-end | Prestadoras independentes | | China | ARM – Advanced Risk Machine |
| | | | Japão | ANKOR - Technology Inc |
| | | | | MIPS Technologies |
| Foundries | Nível 1 | | Taiwan | Chartered Semiconductor |
| | | | EUA | AMI – American |
| | | | Cingapura | Microsystems Inc. |
| | Nível 2 | | Taiwan | TSMC |
| | | | | UMC |
| | Nível 3 | | EUA | Samsung |
| | | | China | LG |
| Back-end | Independente | | Cingapura | ASE |
| | | | Malásia | STMicroelectronics |
| | Verticalizada | | Indonésia | |
| | | | EUA | AMD |
| | | | Coreia do Sul | |
| | | | Japão | |

Fonte: Adaptado pelo autor a partir do Programa Nacional de Microeletrônica, 2002.

A INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA NO BRASIL

3.5 INTRODUÇÃO

No presente capítulo o trabalho passa a estudar a relação do desenvolvimento econômico brasileiro com o desenvolvimento da indústria de microeletrônica. Dessa forma, buscam-se entender quais foram as características e o comportamento da economia brasileira durante o processo de maturação e consolidação do paradigma da microeletrônica. Para tanto, o capítulo foi subdividido em mais três seções além dessa introdução.

Na primeira seção resgatam-se as características da economia brasileira na segunda metade da década de 1970, de forma a dissertar sobre o estágio da indústria e quais os determinantes que impactaram em seu desenvolvimento. Seguindo cronologicamente, o trabalho trata a respeito da década de 1980 e a economia brasileira, de forma a elucidar ao leitor quais acontecimentos e de que forma os mesmos impactaram no avanço tecnológico e institucional da economia brasileira. Por fim o trabalho estuda a década de 1990 e a estabilização da economia brasileira, analisando de que forma as políticas econômicas impactaram no desenvolvimento industrial do período.

O trabalho, em seguida, inicia a análise a respeito de como se desenvolveu o setor de microeletrônica no Brasil. O objetivo dessa seção é apresentar quais foram as primeiras iniciativas na produção dos circuitos integrados, em quais moldes tal setor se manifestou no país e, ainda, quais os principais acontecimentos relacionados ao setor. A partir do levantamento da trajetória industrial da microeletrônica, o trabalho visa identificar quais os arranjos institucionais que influenciaram no desenrolar do desenvolvimento e como se deu a interação com as novas instituições nascidas do novo paradigma tecnológico.

A seção seguinte é composta por números da indústria de microeletrônica no Brasil. Essa seção vem então apontar qual o perfil da indústria doméstica sobre a égide do novo paradigma no que tange às principais empresas, valor da produção, exportação e importação do setor.

Na última seção o trabalho volta-se para a aplicação da base teórica na análise das seções anteriores, dissertando a respeito da interação do ambiente institucional brasileiro e da dinâmica de inovação industrial. Assim, procura-se mostrar como as características que a indústria brasileira apresentava na década de 1970, juntamente com as

políticas econômicas das décadas subsequentes, minaram as possibilidades do avanço tecnológico industrial brasileiro em direção ano novo paradigma tecnológico que se formara.

3.6 A ECONOMIA BRASILEIRA DURANTE A MUDANÇA DE PARADIGMA TECNOLÓGICO

Antes de iniciar os relatos a respeito do comportamento do setor de microeletrônica no Brasil, o trabalho relembra o momento histórico da industrialização brasileira, juntamente com as características existentes que influenciariam a dinâmica industrial microeletrônica brasileira.

Na segunda metade da década de 1970 o dinamismo do paradigma tecnológico da metalomecânica já vinha apresentando sinais claros de fadiga. Laplane (1992) relembra que a forte queda no crescimento logrou uma ociosidade na indústria, ao mesmo tempo em que se observa o aumento dos custos básicos da produção (energia e matéria-prima). Dessa forma, o autor destaca a importância do incentivo na busca por inovações capazes de viabilizar uma produção mais eficiente quanto aos insumos. Entretanto, no mesmo momento, o autor cita as condições favoráveis à ampliação da base industrial nos países em desenvolvimento, de modo que países da América Latina e da Ásia, que já vinham de um processo de industrialização, iniciaram políticas de instalação e expansão de setores pesados, completando e ampliando a sua estrutura industrial.

No período pós-plano de metas e “milagre econômico brasileiro”, segundo Lago (1990), tivemos na economia nacional um crescimento tanto por parte da indústria de bens de consumo como da indústria de bens de capital, crescimento dos produtos primários, elevação controlada, altas taxas de investimento, baixo nível de desemprego, balança comercial e de pagamentos relativamente estável. Singer (1982) salienta, durante a industrialização dos anos de 1970 percebemos um aumento da capacidade produtiva industrial, tanto de bens de consumo duráveis como de bens de capital, mas é importante perceber que esse movimento foi possível graças ao sistema de financiamento internacional via captação de poupança externa e também da importação de bens de produção. Dessa forma, o autor já atenta para a dependência à qual a indústria brasileira continua mantendo-se à medida que necessita tanto do financiamento quanto da tecnologia industrial externa.

No que tange a economia brasileira, Carneiro (2002) relembra a contribuição de Malan e Bonelli (1983) que trazem o retardamento dos ajustes à nova realidade economia internacional, causando maior vulnerabilidade aos choques externos. Pra os autores, a perda de dinamismo do setor industrial estaria atrelada aos efeitos dos choques do petróleo na balança de pagamentos, à perda de dinamismo industrial e à recessão e aceleração inflacionária. A manutenção do crescimento econômico na segunda metade da década de 1970, segundo Malan e Bonelli (1983), só foi possível graças à disponibilidade e captura da poupança externa, a qual possibilitou o retardo dos ajustes necessários frente à nova realidade da economia mundial.

O resgate do trabalho de Arend e Fonseca (2012) é conveniente à medida que os autores identificam o movimento de *catching up* tecnológico da economia brasileira durante o paradigma da metalomecânica-química, fruto da estratégia de atração de investimentos diretos externos, promovidos a partir do Plano de Metas. Esse movimento é confirmado a partir da comparação, no Brasil e nas economias centrais, da participação na produção industrial do paradigma metalomecânico-químico. O referido paradigma, no Brasil, foi responsável em 1980 por 58,8% do produto total da indústria, bem próximo do observado em economias desenvolvidas como a americana (64,4%), japonesa (64,5%) e alemã (69,8%). Arend e Fonseca (2012) apresentam que a rentabilidade dos investimentos no paradigma da metalomecânica já mostrava, no final dos anos 1970, sinais de esgotamento. Sendo assim, as economias centrais iniciavam um processo de reestruturação tecnológica.

A indústria brasileira e sua reestruturação proposta pelo II PND, segundo Fonseca e Moreira (2012), percebem a necessidade de uma nacionalização da produção a partir de um processo de substituição de importação mais intenso, beneficiando o industrial nacional e criando condições para o avanço tecnológico industrial. O objetivo dessa medida era a diversificação produtiva industrial para que a mesma encontrasse a fonte de dinamismo necessária não apenas no mercado interno, mas também no mercado externo. Suzigan (1996) reconhece que apenas no Plano de Metas, e posteriormente no II PND, o Brasil tenha de fato desenvolvido uma política industrial com diretrizes claras e metas setoriais específicas. Para o autor, no período entre os dois planos, observou-se a especialização do aparato institucional, o qual garantia o caráter funcional, mas dificultava a coordenação.

No que tange ao II PND e suas propostas para o novo desenvolvimento econômico e industrial do Brasil, Lessa (1998) apresenta como foi concebida a nova ideia de tripé econômico, composto pela empresa nacional, empresa estatal e empresa estrangeira. A participação ativa do estado na economia via empresas de capital público, que durante os anos anteriores foi amplamente difundida, no planejamento de execução do II PND assumia agora um papel menor devido à necessidade de se equilibrar o tripé. Segundo a leitura do governo, o seu papel na economia aumentara de forma intensa nos últimos anos, assim o governo se recolheria a um estado de provedor de necessidades básicas aos investimentos, garantindo questões como infraestrutura de transporte e energia, sistema judiciário idôneo, políticas fiscais, comerciais e cambiais de acordo com a necessidade de crescimento de cada um dos apoios do tripé. Em relação às empresas estatais, o II PND via-as como uma janela de oportunidade para o crescimento do Brasil, sendo importante então que as mesmas garantissem a legitimidade brasileira sobre os seus recursos naturais, de modo a ir de encontro com o fornecimento de insumos básicos para a indústria de bens de capital, intermediários e transformação, além do seu papel importante na promoção do avanço tecnológico.

A empresa nacional deveria tornar-se o foco do II PND, segundo Lessa (1998), à medida que o governo percebesse que, no tripé proposto para o desenvolvimento, a empresa de capital nacional era aquela que estava em menores condições de sustentação de suas atividades e de acompanhar o crescimento proposto. É notável a opção de fortalecimento da empresa de capital nacional via a formação de grandes conglomerados financeiro-produtivos nacionais, no estilo japonês. Nesse ínterim, percebe-se a intenção de diversificação não somente produtiva, mas de característica do setor produtivo nacional, uma vez que o governo determinara que os melhores e mais incentivados setores fossem desenvolvidos pelas empresas de capital nacional. Porém, o próprio autor salienta que esse objetivo perdeu-se em meio às políticas econômicas da década de 1980, quando as estatais passaram a assumir um papel mais decisivo na industrialização brasileira.

A respeito da política industrial praticada durante o II PND, Suzigan (1996) vem dissertar a respeito das principais características desta política. No que tange o incentivo às exportações e o desestímulo às importações, o autor relembra que a tarifa aduaneira, mesmo sendo alta, não apresentava efeito prático, visto que os regimes especiais de importação garantiam inúmeras concessões de alíquotas reduzidas e até

mesmo alíquotas zero, além da autonomia da Comissão de Política Aduaneira (CPA) de alterar alíquotas via pleito das empresas.

O autor destaca que a principal forma de barreira não era via taxação, mas a partir de barreiras não tarifárias. Neste sentido, o controle de emissão de guias de importação, aplicação do exame de similaridade, índices mínimos de nacionalização, acordos para participação de empresas nacionais no fornecimento de bens de capital, orçamento de importações de órgão público e empresas estatais e controle de importação de computadores seriam as principais medidas adotadas pelo governo no que tange às importações. Pelo lado das exportações, o regime de *drwnback*, isenções fiscais, créditos fiscais, financiamentos subsidiados e programas especiais de exportação foram as principais formas de estímulo à atividade. A intenção do governo era conservar as alíquotas aduaneiras altas e controlar discricionariamente as importações para, concomitantemente ao desestímulo à importação, permitir a entrada daquelas que eram necessárias à política industrial. No entanto, Suzigan (1996) denuncia que o sistema de proteção se tornou incongruente uma vez que era não seletivo e fortemente discricionário, ao passo que se fechavam completamente as importações ao mesmo tempo em que os regimes especiais de importação eram amplamente utilizados.

A política industrial sobre a égide do II PND no que tange ao desenvolvimento tecnológico, segundo Suzigan (1996), contava com fundos especiais de financiamento, planos indicativos de desenvolvimento científico e tecnológico que evoluíram para o sistema nacional de desenvolvimento científico e tecnológico (SNDCT) e regulação de mecanismos de transferência de tecnologia e direitos de propriedade industrial. Outra ferramenta da política industrial do período, eram as políticas reguladoras e de competição: licenciamento de investimentos, controle de preços e regulação do mercado de trabalho.

Carneiro (2002) traz a hipótese de que a reestruturação da indústria brasileira do II PND não foi concluída, de forma que os vários setores da indústria, agricultura e extração não foram alinhados. Nem mesmo a própria indústria nacional realizou elos produtivos e dinâmicos capazes de impor um novo ritmo de investimento e desenvolvimento econômico independente do capital e conhecimento internacional. Para o autor, em momentos de crescimento econômico o consumo interno foi capaz de manter o nível de utilização da capacidade produtiva das empresas nacionais apenas no setor de bens de consumo duráveis. No

setor de bens de capital e bens intermediários o que se verifica é a necessidade das indústrias nacionais buscarem no mercado internacional a dinâmica necessária para manter seu nível de atividade. Na avaliação de Laplane (1992) a industrialização dos países periféricos foi limitada, em especial para aqueles que já apresentavam certo nível de atividade industrial. Para o autor, o próprio grau de maturidade alcançado pela estrutura industrial desses países dificultaria o avanço e o acompanhamento da revitalização da eletrônica em curso nas economias centrais. Contrário do que observado na década anterior em que os fluxos de IDE, tecnologia e mercado possibilitaram às economias periféricas convergirem para o modelo industrial padrão.

Na leitura de Suzigan (1996), mesmo tendo sido bem sucedida no desenvolvimento industrial, a política industrial acumulou uma série de incongruências ao longo da década de 1980: protecionismo excessivo, não-seletivo, sem metas nem prazos de *pashing out* e sem metas e contrapartidas de desempenho, principalmente no ramo tecnológico; insuficiente e tardio incentivo às exportações; descuido com a capacitação tecnológica inovativa juntamente com o fomento à capacitação para a produção; reserva de mercado setoriais oriundas de regulação sobre investimentos, preços e salários, eliminando a competição via preços; não sequencialidade das políticas econômicas no que tange ao planejamento indicativo, metas setoriais e coordenação dos instrumentos. Assim, o autor avalia que o resultado foi a concentração de renda, agravamento das desigualdades sociais e crescimento de atividades rentistas provenientes de proteção e subsídios.

Durante esse período, na leitura de Arend e Fonseca (2012), a estratégia de industrialização brasileira, ao mesmo tempo em que possibilitou um relativo *catching up* durante o paradigma da metalomecânica, foi também responsável pela incapacidade de avanço tecnológico em direção ao paradigma seguinte. A justificativa faz-se à medida que o setor industrial produtivo nacional foi tomado pelo capital internacional. Assim, no momento de transição tecnológica essas mesmas empresas recuaram em seus investimentos e focaram a dinâmica inovativa nos centros econômicos. O Brasil, que tinha sua indústria comandada pelos interesses internacionais, não teve dinâmica industrial suficiente para a entrada no paradigma seguinte. Esse movimento pode ser notado, segundo Arend e Fonseca (2012), na evolução da participação do setor de material elétrico, eletrônico e de comunicações. Em 1980, início do paradigma da microeletrônica, a participação na produção industrial do setor era de 7,12%, passados 20

anos e a consolidação do paradigma o mesmo setor apresentara a soma de 6,56%, em 1999.

Os fatores que inviabilizariam a manutenção da execução do II PND são dados por Tavares (1985), a qual explica os movimentos realizados pelo EUA no início da década de 1980 no sentido de recuperar a hegemonia econômica mundial. Nesse sentido, a autora primeiramente caracteriza o ambiente econômico internacional, onde as empresas europeias e japonesas apresentavam uma melhor produtividade, tecnologia e dinâmica que a indústrias americanas. A partir dessa situação, o EUA iniciou uma política keynesiana às avessas: cortando gastos de *welfare*, concentrando renda em favor dos mais ricos e atraindo o capital financeiro com juros mais altos e prazos mais curtos. Essa mudança de postura americana jogaria todo o sistema capitalista em uma recessão de três anos, inclusive da própria indústria americana. Com o fluxo de capital e captura de grande parte dos recursos financeiros disponíveis, juntamente com uma política de apropriabilidade da tecnologia desenvolvida por europeus e japoneses, os EUA iniciam uma reformulação completa de seu parque indústria, capacitando a mesma a retomar a centralidade das relações comerciais internacionais. Para Laplane (1992), o movimento americano justifica-se a medida que o país reafirma o papel hegemônico do dólar a partir do aumento drástico dos juros, visando o equilíbrio em sua balança de pagamentos. Para o autor, observa-se no cenário internacional um agravamento na instabilidade do câmbio, dos juros e dos preços das *commodities*, de forma a encurtar as expectativas dos agentes e incentivar a busca por flexibilização das relações de débito e crédito.

No que tange ao capital internacional produtivo, Curado e Cruz (2012) salientam que no momento de reestruturação econômica americana a tecnologia industrial também passava por uma modificação no seu padrão de produção com novas tecnologias, sendo a principal a eletrônica. Por isso o capital produtivo restante volta para seus mercados de origem, buscando desenvolver e reequipar sua indústria com a nova tecnologia. As empresas multinacionais, as quais tinham em mente possíveis expansões produtivas no Brasil, revisaram suas expectativas para o cenário atual, de forma a aumentar sua taxa de lucro e migraram também para o mercado financeiro a fim de defender seus rendimentos

O agravamento do processo inflacionário e desequilíbrio do setor externo, segundo Suzigan (1996), colocaram em foco a necessidade de ajuste macroeconômico e estabilidade econômica, renegando ao segundo planos as políticas industriais de médio e longo prazo. As

iniciativas de política industrial nos anos seguintes, segundo o autor, fracassariam devido à falta de base política, sendo minimamente implantados. Poucos programas sobreviveram e mesmo assim tiveram suas ferramentas inviabilizadas por falta de apoio da equipe econômica, como o caso da Política Nacional de Informática. O desempenho da indústria durante a década de 1980 seria, segundo Suzigan (1992), de “absoluta estagnação do PIB *per capita* (que em 1990 voltou ao nível de 1979) a produção industrial brasileira também permaneceu estagnada nos anos 1980”. Olhando mais atentamente o comportamento da indústria ao longo da década, o autor destaca o crescimento pífio de 3,6%, mesmo com a indústria extrativa mineral tendo crescido consideravelmente, juntamente com poucos seguimentos exportadores.

O padrão de financiamento via captação da poupança externa, que veio promovendo o crescimento econômico brasileiro nas últimas décadas, esvai-se abruptamente. Segundo Carneiro (2002), a partir da migração para a esfera financeira do capital internacional produtivo, devido à alta dos juros da economia americana, juntamente com a intensa necessidade desse capital para os países do terceiro mundo, criaram os fatores necessários para que o arrocho americano fosse atenuado nos países periféricos. Com os capitais internacionais voltando-se todos para a economia americana ficou cada vez mais complicado para o Brasil refinar sua dívida, gerando assim juros cada vez maiores e mudando a longevidade da dívida, de médio e longo prazo para curto e curtíssimo prazo.

O movimento de racionamento do financiamento e transferência de divisas para o exterior dividiu-se em duas etapas, segundo Carneiro (2002): 1979 a 1982 e 1983 a 1989. A primeira etapa foi marcada por um racionamento das divisas, uma vez que era cada vez mais difícil para o Brasil conseguir refinar seus deveres, tendo que optar por menores prazos e juros mais elevados. Nesse momento observa-se ainda um superávit comercial capaz de financiar basicamente a dívida e possibilitar certo acúmulo de divisas oriundas de refinanciamento. O segundo e mais longo movimento veio do processo de desaceleração da economia brasileira que passa a enxugar as divisas internas do Brasil. Dentro desse movimento o autor divide em três etapas: 1983 e 1984, o qual os recursos reais ainda são maiores que os recursos financeiros; 1985 e 1986, quando as transferências de recursos reais são bem inferiores a de recursos financeiros, gerando um imenso rombo; 1987 a 1989, onde se apresenta certo equilíbrio entre remessas de recursos financeiros e entrada de recursos reais. Porém, dois movimentos estão

inseridos nesse ínterim: a continuidade do processo de estatização da dívida e a mudança dos credores, que migraram de instituições privadas para agências multilaterais (FMI). Dessa forma, durante a década de 1980 a economia brasileira passa de receptora de capital internacional para remetente de recursos financeiros às economias centrais.

Carneiro (2002) demonstra que o comportamento do investimento durante a década de 1980 sofreu uma grande instabilidade, tendo inclusive momentos de crescimento negativo do investimento atrelados a uma intensa variabilidade devido à estagnação do começo da década e à recuperação na segunda metade. O papel do governo no investimento também foi considerado altamente volátil, à medida que os cortes fiscais eram em sua maioria realizados nos planos de investimentos em obras de infraestrutura.

Vale salientar a mudança no direcionamento das políticas econômicas que optaram pelo chamado *drive exportador*, o que realizou uma desvalorização real da moeda nacional frente aos mercados internacionais, propiciando incentivos às exportações e oprimindo as importações de modo a manter um superávit comercial. Nos planos do governo, o novo modelo de crescimento econômico estaria situado no mercado externo e a expectativa era de que o crescimento das exportações fosse suficiente para manter o nível de investimento, viabilizar importações necessárias e cobrir os acréscimos no serviço da dívida. O que se nota, segundo Carneiro (2002), é a dinâmica de exportação da indústria brasileira e o comportamento descompassado em seus diversos setores. Alguns setores tradicionalmente exportadores mantiveram seus modestos níveis de exportações, o maior resultado do modelo do *drive exportador* foi percebido sobre o comportamento dos bens intermediário, sendo que a indústria de bens de capital não apresentou significativo aumento nas exportações.

Avaliando de forma conclusiva o II PND, Carneiro (2002), apresenta que devido à conjuntura internacional recessiva e à desaceleração cíclica da indústria interna lograram um momento não apropriado para o programa, ao passo que não se desenvolveu a articulação dos investimentos, principalmente no setor de bens de capital sob encomenda. Outro ponto de destaque foi a excessiva utilização do financiamento externo, vulnerabilizando a economia aos choques externos. E, por fim, a intenção de manter o crescimento acelerado a qualquer custo, mesmo frente ao cenário inapropriado, justificado pelo interesse da ditadura militar em sustentar o regime. Para Laplane (1992), têm-se duas características que impediriam as

economias em desenvolvimento que mantivessem o processo de industrialização na década de 1980: a armadilha da dívida e a queda dos preços de *commodities* não mais favoreciam o aprofundamento da industrialização; e o acesso ao crédito e tecnologia oriunda dos países desenvolvidos ficou cada vez mais escasso e praticamente se esgotaram na segunda metade da década de 1980.

A partir dessa situação, segundo Carneiro (2002), há um duplo constrangimento das finanças públicas. Em primeiro lugar devido à intensificação do setor público na viabilização dos superávits comerciais, de forma a suprir a transferência de recursos reais, aumentando a renúncia fiscal e a queda dos subsídios. Em segundo devido ao estado ser o principal devedor em moeda estrangeira, o qual arca com o a elevação dos juros. A necessidade de garantir a remessa de lucros ao exterior fez com que o governo praticasse políticas cambiais e monetárias que impactariam diretamente na expectativa dos agentes. Para Carneiro (2002), Tavares e Beluzzo (1986) explicam que a instabilidade criada em torno dos dois principais preços da economia (câmbio e juros) fizeram com que os agentes flexibilizassem suas taxas de lucro, aumentando-as na prerrogativa de se defender de possíveis mudanças abruptas no valor dos juros e do câmbio. Almeida e Novais (1989), apud Carneiro (2002), apontam que os reajustes de margem foram possíveis graças ao poder de mercado das grandes empresas e devido à necessidade de diminuição do coeficiente importado. Segundo os autores, a diminuição do coeficiente importado serviu de barreira à entrada, permitindo maior liberdade na fixação dos preços.

Com a virada de década e a mudança no quadro econômico, tanto internacional como nacionalmente, iniciou um processo de escalada inflacionária no Brasil, de modo que a variável tornou-se foco dos planos econômicos pela necessidade de contenção antes que se atingisse o patamar de hiperinflação. Os planos de estabilização econômica implementados no Brasil foram, em ordem cronológica: Cruzado, Cruzado II, Bresser, Verão; sendo que em todos esses se têm apostado no chamado “choque heterodoxo” de congelamento de preços, diferindo-se quanto à duração do congelamento, indexações e desindexações, política cambial, administração de preços, pactos sociais e política fiscal.

O número apresentados por Perin (2014) no quadro 09 vêm contribuir com o entendimento a cerca do comportamento das variáveis macroeconômicas antes e durante o paradigma tecnológico da microeletrônica. No que tange o crescimento do PIB, nota-se um

satisfatória desempenho ao longo da década de 1960 e 1970 conhecido como “milagre econômico brasileiro”. Em seguida a variável passa a assumir um comportamento variável ao longo da década de 1980 e enquanto se observa a diminuição do nível de atividade econômica do país. O PIB *per capita* se manteve abaixo dos US\$ 5.000 anuais ao longo de quase todo período, excetuando nos últimos 10 anos. O IPC usado para mensurar a inflação chega a crescer 1.237% no período entre 1984 e 1989, recuando com o processo de estabilização da economia brasileira ao longo da década de 1990.

Perante o conturbado cenário econômico brasileiro, em 1990, o governo lança sua política industrial sobre a égide da tentativa de estabilização econômica. A política buscava, segundo Suzigan e Vilela (1997), maximizar a taxa de crescimento da produtividade, juntamente com elevação do salário real e abertura econômica. Para tanto, a política procurou estabelecer a competição como regra e a competitividade como objetivo das empresas, adequando assim os instrumentos de política comercial, industrial e tecnológica a esse cenário.

As chamadas Diretrizes Gerais para a Política Industrial e de Comércio Exterior (PICE) iniciam-se em junho 1990 seguindo, segundo Suzigan e Vilela (1997), as seguintes estratégias: (i) redução gradual das tarifas e eliminação de incentivos generalizados; (ii) reestruturação produtiva da indústria, (iii) fortalecimento de novos setores a partir da especialização produtiva; (iv) planejada exposição da indústria à competição externa; e (v) aumento da capacidade tecnológica da firma nacional a partir de proteção seletiva das indústrias de alta tecnologia e suporte à difusão de inovações para outros setores.

No entanto, o desenvolver do programa sob cenário econômico internacional resultaria na falta de articulação entre as políticas industrial e macroeconômica durante o período. No que tange ao descompasso com a política monetária observou-se uma taxa de juros excessivamente alta (SUZIGAN e VILELA, 1997), de modo a desencorajar investimentos produtivos e reduzir o tamanho do mercado. Como a questão fiscal não havia sido resolvida, esta prejudicou a implementação de medidas desenvolvimentista, tanto financeiras e fiscais como também comprometeu os investimentos em ciência, tecnologia, educação e infraestrutura. Assim, a principal crítica à PICE, segundo Suzigan (1997), está no descompasso entre os mecanismos: se por um lado tentava estimular a inovação via redução de custos, por outro aumentava a incerteza de investimento devido à ampla concorrência via importação e tecnologia, agravado ainda pela recessão

econômica. Assim, quando foi permitido à indústria nacional amplo acesso às importações observou-se, devido às condições de longa data de oligopolização da economia brasileira, a migração das atividades produtivas para atividades comerciais, visto a ausência de restrições cambiais e o cambio sobrevalorizado (ERBER, 1991).

Quadro 9- Desempenho econômico brasileiro entre 1950 a 2012, em %

| Período | Momento político-econômico | Cresc/PIB | PIB Per capita (US\$) | Indústria | FBCF/PIB | IPC | Dívida externa/PIB | IDEr/PIB | Fluxo IDEr (US\$) |
|---------|--|-----------|-----------------------|-----------|----------|------|--------------------|----------|-------------------|
| 50-62 | Plano de Metas | 6,9 | | 28 | 15 | 0 | 0 | 0 | - |
| 63-67 | Crise política e reformas sob o governo do gen. Castelo Branco | 3,2 | | 32 | 16 | 0 | 0 | 0 | - |
| 68-74 | "milagre econômico" sob auge do regime autoritário | 11,0 | 566 | 37 | 20 | 0 | 11 | 0 | 738 |
| 75-80 | II PND, conclusão da base da indústria pesada | 6,6 | 1.342 | 40 | 23 | 0 | 18 | 9 | 1.820 |
| 81-83 | Recessão provocada pelo "choque da crise da dívida" | -1,0 | 1.663 | 40 | 22 | 111 | 32 | 10 | 2.321 |
| 84-89 | Crescimento irregular com inflação alta, <i>stop 'n go</i> , pré e pós Plano Cruzado | 4,5 | 1.753 | 41 | 22 | 331 | 36 | 12 | 1.390 |
| 90-93 | Recessão decorrente dos planos fracassados, Collor I e II, com início de abertura | -1,3 | 2.507 | 32 | 19 | 1237 | 24 | 12 | 1.361 |
| 94-98 | Estabilização com Plano Real, juros altos e câmbio valorizado | 3,6 | 4.731 | 28 | 18 | 34 | 15 | 9 | 13.039 |
| 99-00 | Crise cambial e recuperação precária | 1,3 | 3.554 | 27 | 16 | 6 | 31 | 18 | 30.679 |
| 01-02 | Desaceleração | 0,6 | 2.976 | 27 | 17 | 8 | 31 | 21 | 19.524 |
| 03-08 | Crescimento, internacionalização | 3,1 | 5.499 | 29 | 17 | 6 | 11 | 22 | 23.637 |
| 09-12 | Desaceleração interna e do IDBE | 1,8 | 10.819 | 27 | 19 | 5 | -3 | 29 | 51.597 |

Fonte: Perin (2014)

Entre setembro de 1992 e dezembro de 1994, segundo Suzigan e Vilela (1997), foram implementadas algumas medidas de política industrial juntamente com uma política de liberalização comercial. Essas abrangem políticas de incentivo, políticas de concorrência e medidas adicionais de política 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. Os sutis ganhos de competitividade, segundo os autores, foram mais uma consequência da reestruturação induzida pela liberalização do comércio do que o resultado das medidas de política industrial; os poucos avanços foram consequência das dificuldades impostas pelas variáveis macroeconômicas e pelas dificuldades do estado em formular e implementar uma nova agenda para a política industrial dado o cenário; e as restrições macroeconômicas e dificuldades de intervenção do estado explicam o desequilíbrio entre as políticas de concorrência e de competitividade do período.

Plano após plano, o histórico de fracasso na contenção da inflação perpassava caminhos semelhantes, iniciando a partir do processo de congelamento de preços até recair novamente sobre a política de minidesvalorizações cambiais. Segundo Modiano (1992), todos os planos tentaram de maneira geral enfrentar o problema da inflação inercial a partir do “choque heterodoxo” do congelamento de preços obtendo, em um primeiro momento, uma inflação moderada para os patamares (abaixo de dois dígitos mensais), calculada a partir dos indicadores de preços para o período. Tais indicadores (IGPM, INPC, IPC), segundo o autor, eram comumente modificados ou mutilados, de modo a condizer com as políticas do plano de estabilização seguindo diferentes justificativas, hora sendo por expurgo de preços administrados ora por diminuição da participação de determinados preços na composição total. Assim sendo, no primeiro momento, enquanto duravam os congelamentos de preços, os planos logravam sucesso. Porém, à medida que os efeitos da inflação real da economia começavam a pressionar os preços dos bens, os quais não obtinham reajuste anterior ao congelamento, as pressões políticas e sociais sobre os preços inviabilizavam a manutenção do congelamento e uma nova disparada do nível de preços.

Diante desse fato, os planos subsequentes ao primeiro adotaram diferentes discursos quanto à duração, abrangência e responsabilidade pelo reajuste de preço. Enquanto no plano Bresser tivemos um período

de congelamento pré-definido, no plano Verão o congelamento não foi determinado, diferenciando-se quanto à liberdade de remarcação de alguns preços (altos salários, setores específicos). Outro ponto de evolução dos planos de estabilização está ligado à política fiscal. No primeiro momento, o discurso era de não sacrificar completamente o crescimento para alcançar a estabilidade no nível dos preços, porém à medida que os planos foram falhando a importância da austeridade fiscal ficou cada vez maior sobre o planejamento econômico, aproximando-se da opção ortodoxa.

Nos anos que se seguiram antes do início das reformas proposta pelo plano real, a política industrial, segundo Suzigan (1997), abrangeu políticas de incentivo, políticas concorrenciais e comerciais. A partir da leitura do autor, percebe-se que as políticas de abertura da concorrência e da economia tiveram maior impacto sobre a indústria do que as políticas de competitividade. O ganho de competitividade observado no período esteve mais ligado aos impactos da liberalização comercial e concorrencial do que ligado às políticas industriais.

Essas medidas abrangem políticas de incentivo, a política de concorrência e as medidas de política comercial adicionais. Eles serão brevemente discutidos abaixo. Vale ressaltar desde o início, no entanto, que as avaliações usuais de política industrial nesse período confirmam o fato já comentado de que a liberalização do comércio avançou com sucesso, enquanto os ganhos com as políticas de competitividade foram modestos. Os ganhos modestos de este último parecem ter sido mais a consequência da reestruturação induzida pela liberalização do comércio do que o resultado das medidas de política industrial.

Durante a escalada dos números inflacionários da economia brasileira, nos primeiros anos de 1980, a academia se alvoroçou sobre várias propostas de diferentes correntes do pensamento econômico. Até então diagnosticada como inflação de demanda ou de oferta, o debate levou à configuração de uma nova categoria para a inflação brasileira: a inflação inercial (MODENESI, 2005). Depois de se manter uma política fiscal completamente austera, devido à crença na inflação oriunda do crescimento da oferta monetária maior do que da produtividade da economia, percebe-se que o Brasil não obedecia aos principais manuais de política monetária à medida que a inflação permanecia em sua escalada.

O fracasso de seguidas estratégias de estabilização econômica durante a primeira metade da década de 1980 acarretaria, segundo Carneiro (2002), na financeirização dos preços e na hiperinflação. Após

utilizar repetidamente o mecanismo de congelamento dos preços para conter a inflação, os agentes econômicos passaram a se precaver de possíveis futuros congelamentos praticando lucros maiores e mais flexíveis. Assim, a economia brasileira assistiu à diminuição dos prazos e à correção dos preços até o patamar de se utilizar a taxa de juros de curtíssimo prazo “*overnight*”. A tentativa de reversão desse quadro pelo plano Collor, segundo Carneiro (2002), seria mais maléfica às empresas uma vez que a perda de 80% da liquidez, em alguns casos, não foi suficiente nem para cobrir gastos com os salários. À medida que a concessão de crédito foi praticamente interrompida, as empresas de ciclo longo dependiam de empréstimo interempresarial para manter a mínima atividade industrial. Dessa forma, segundo o autor, o período foi marcado por inviabilidade de qualquer tipo de investimento, tanto em formação bruta de capital fixo como também de investimento em P&D.

A inflação inercial foi apresentada, segundo Modenesi (2005), como a situação na qual os agentes já encontram-se tão fadigados pelo processo inflacionário que passam a determinar o nível de preços não mais com base em suas expectativas, mas com base na retrospectiva do passado. A tentativa de se imunizar do aumento dos preços e garantir a mesma participação da renda nacional elevou ainda mais seus respectivos preços, gerando assim uma inflação inercial, já que a inflação atual passa a ser determinada pela inflação passada. Perante a validação dessa inflação para o ambiente econômico brasileiro, as propostas de políticas monetárias destinadas ao combate à inflação inercial foram tomando forma.

Os planos de estabilização da inflação utilizados durante meados da década de 1980 e início da década de 1990 não apresentaram o sucesso necessário para a contenção da escalada inflacionária. A partir do conhecimento gerado e de um melhor entendimento sobre o funcionamento da inflação inercial no Brasil, o Plano Real, segundo Bacha (1998), trouxe como proposta um elaborado plano de reforma monetária subdividido em três etapas. Primeiramente a equipe de governo entendeu o papel fundamental do governo na contenção da inflação no que tange seus respectivos gastos, uma vez que o mesmo vinha aprovando sistemáticos orçamentos deficitários, os quais fechavam devido à elevação da inflação. Nesse sentido, o primeiro passo foi a aprovação na câmara de um compromisso do governo federal com a austeridade fiscal, de forma a não trabalhar mais com a inflação ao seu favor. A segunda etapa do plano vai de encontro com a chamada “proposta Larida”, ou seja, o entendimento de que no limite a inflação

inercial transmitida por indexadoras leva a economia para o equilíbrio dos preços. O governo eliminou todos os indexadores paralelos existentes e criou o que seria o mais próximo de um “indexador universal”.

Sobre a égide do plano Real e objetivando a estabilização econômica, Suzigan (1997) apresenta que nenhuma política industrial abrangente foi implementada no período de 1994 a 1996. Apesar de um novo conjunto de diretrizes e programas para o desenvolvimento industrial, 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 e, mais tarde, com o aumento no déficit em conta corrente.

Uma industrialização baseada na captura de poupança externa e IDE dos países centrais se mostrou falha no início da década de 1980, segundo Silva e Laplace (1997). A concentração de recursos promovida pelos EUA durante sua reestruturação produtiva, a partir da política de fortalecimento do dólar, tiveram desdobramentos sobre a economia brasileira. Vale destacar que o ambiente econômico nacional instável oriundo desse momento minou a capacidade das empresas nacionais de investirem em inovação e produtividade a fim de competir no mercado externo. Essa situação, segundo os autores, seria notada de forma evidente somente dez anos depois, devido à instabilidade econômica e à consequente necessidade de abertura comercial e financeira imposta pelo plano real.

A partir da abertura, evidenciou-se o quanto a indústria nacional encontrava-se defasada frente às concorrentes internacionais nos setores mais dinâmicos, apresentando vantagem apenas em setores intensivos, em mão de obra e em recursos naturais. Assim, a indústria se viu forçada a adotar uma série de posturas na tentativa de sobrevivência frente à concorrência internacional como: reduções hierárquicas, reestruturação produtiva e, concentração seletiva. As modificações, no entanto, não foram e não poderiam ser feitas na velocidade exigida pela abertura, forçando a indústria doméstica à assumir posições consideravelmente defensivas e minando seus encadeamentos produtivos e sinergias.

Sobre a abertura comercial, reestruturação produtiva e inserção externa, Carneiro (2002) apresenta que a política cambial de valorização da moeda nacional junto ao dólar, abertura comercial às importações e a retirada de incentivos fiscais às indústrias nacionais reconfigurariam

drasticamente nosso setor produtivo e sua respectiva inserção no mercado externo. A partir da abertura financeira e comercial percebe-se a especialização reversa do nosso parque produtivo à medida que a importação de máquinas, equipamentos, peças, insumos e matéria-prima passaram a ser muito mais intensa na pauta de importação, desarticulando nossa indústria e forçando a mesma a se especializar em determinadas atividades secundárias. Esse comportamento, no entanto, foi verificado com mais intensidade na indústria intensiva em tecnologia e capital.

Na indústria intensiva em mão de obra e recursos naturais nota-se um aumento na inserção comercial à medida que o processo de abertura e valorização cambial permitia acesso à variados mercados. É apontada ainda pelo autor a existência, nesse momento, de uma típica relação entre centro e periferia cepalina do Brasil com os países desenvolvidos e do mesmo com os países em desenvolvimento. Essa relação bilateral é notada à medida que se tem déficit comercial em artigos de alto valor agregado e superávit em recursos naturais, insumos básicos e bens de baixo valor agregado. Deste modo, o Brasil conseguiu manter um comércio com os demais países subdesenvolvidos a partir da penetração da sua indústria em seus mercados.

A respeito da desnacionalização produtiva nacional, o autor coloca que durante a década de 1990 viveu-se uma quebra do padrão de desenvolvimento baseado no tripé capital internacional, capital nacional e estatal. A nova configuração traria novamente a empresa multinacional para o foco da indústria nacional nos setores mais dinâmicos, enquanto que o capital nacional recuava novamente para setores secundários, juntamente com a perda considerável do papel estatal na economia por meio das privatizações. A respeito do crescimento pífio da década, o autor coloca que devido à perda de encadeamentos produtivos, a balança comercial se manteve deficitária devido à necessidade de bens intensivos em tecnologia e capital. Observando também a questão do investimento realizado durante a década, tem-se uma intensa variação entre os setores segundo os interesses das multinacionais no mercado interno ou dos interesses no mercado externo dos países subdesenvolvidos. A questão infraestrutural é tratada como sendo o movimento de perda de controle do poder de investimento do estado via privatização das estatais e das empresas responsáveis pela infraestrutura nacional, assim o autor coloca que o setor entrou também na dinâmica de mercado variando os investimentos segundo os interesses do capital privado envolvido.

A abertura comercial imprescindível para a estabilização econômica, o processo de globalização da economia internacional, a estabilização da inflação e as privatizações levaram à necessidade de que a indústria doméstica se adequasse às novas regras sobre a pena de virem à falência. Nesse novo cenário, segundo Barros e Goldenstein (1997a), aquelas empresas que se mantiveram acomodadas durante todo o processo de industrialização brasileiro devido a reserva de mercado propiciada pelo mercado protegido, tiveram que se aproximar tecnologicamente das empresas internacionais ou sucumbir a sua vasta liberalização econômica do nosso mercado. Ao mesmo tempo, verifica-se um processo intenso na globalização tanto produtiva quanto financeira que também se impõe como condição necessária à sobrevivência das empresas; o impacto redistributivo que a estabilização causa, de modo a aquecer o mercado e tornando ainda mais chamativo à concorrência internacional; e por último a saída de cena das empresas estatais como fontes políticas econômicas atreladas aos investimentos, tarifas e mercado.

Barros e Goldenstein (1998) debatem sobre a necessidade de uma reforma no setor produtivo nacional em direção à níveis de competição mais próximos dos observados no mercado internacional no início da década de 1990. Segundo os autores esse seria o caminho para que o Brasil pudesse engendrar uma saída da vulnerabilidade financeira e a manutenção de um crescimento econômico, sem necessariamente incorrerem em inflação e déficit público.

Após um período de disseminação tanto na academia como no governo de que a inflação se baseava em variáveis financeiras e monetárias e o eventual fracasso nos planos de estabilização, o Brasil teve na liberalização promovida pelo plano real um dos pontos-chaves do controle da inflação, segundo Barros e Goldenstein (1998). Nesse ambiente os autores destacam a importância de se estruturar o parque produtivo de modo a engendrar o novo paradigma tecnológico, diminuindo o percentual importado e incentivando a exportação. Com esse objetivo é colocada uma série de medidas que vêm contribuir para a reestruturação da capacidade produtiva brasileira.

O primeiro ponto trata a respeito da necessidade de uma reforma tributária, uma vez que todas as reformas de cunho fiscal estavam atreladas à diminuição dos gastos do governo e privatizações. Essa medida, aliada à políticas que diminuem o “custo Brasil”, são consideradas primordiais para que a economia nacional possa colocar os seus produtos a preços competitivos no mercado internacional. O

segundo ponto deve-se à necessidade de promoção da exportação, o que não se faz simples devido aos vários anos de atração de IDE via reserva de mercado e alta taxas de rendimentos.

Era necessário garantir uma maior equidade nas taxas de retorno no mercado interno e uma atualização das políticas econômicas à nova realidade internacional, possibilitando iniciar um caminho de incentivo às exportações. Essa se caracteriza como a maneira mais barata de financiamento de capital de giro, além de manter as cotas nacionais e a capacidade de financiamento. A necessidade de incentivos à pesquisa e desenvolvimento tecnológico, juntamente com um intenso processo de investimento em educação, garantiriam ganhos de produtividade no longo prazo. Outros dois pontos vêm da necessidade de reforma e estruturação de um sistema financeiro mais produtivo, o qual era acostumado com ganhos oriundos das altas taxas de juros comparadas no mercado internacional, limitando assim os recursos destinados ao setor produtivo. Tais medidas possibilitariam o último ponto, que tange à questão dos investimentos produtivos e a busca pela implementação dos avanços tecnológicos no parque produtivo nacional.

A partir desse conjunto de medidas, os autores acreditavam que nosso parque produtivo poderia reestruturar-se de forma a saciar o consumo interno e manter ainda uma competitividade no mercado externo, garantindo dessa forma uma reestruturação da economia brasileira e um crescimento estável ao longo dos anos de 1990.

Objetivando avaliar os movimentos durante a reestruturação, Haguenaer et.al (2002) apresentam os setores da economia e o seu comportamento quanto a participação do PIB, exportação e importação durante os primeiros anos de década de 1990. Perante a análise, é possível perceber que com a abertura comercial e a sobrevalorização cambial promovida pelo plano Real teve-se uma manutenção da competitividade daqueles setores os quais já se inseriam no mercado internacional e um enfrentamento da indústria nacional com a competição internacional. Exemplificando, os autores percebem que o setor agroindustrial conseguiu aumentar sua participação relativa no PIB mantendo um alto índice de exportação e durante o período de sobrevalorização cambial se voltou para o mercado interno; já a indústria de metalomecânica se mostrou dinâmica frente à competição internacional, de modo que manteve próxima sua participação no PIB e conseguiu manter as exportações, porém com aumento da participação das importações na sua produção. Já os demais setores se mostraram mais suscetíveis à abertura, uma vez que tiveram maior participação das

importações tanto no montante total destinado ao consumo final como também de insumos intermediários.

O que pode inferir-se, segundo os autores, é que a abertura comercial não foi tão benéfica para aqueles setores os quais já se qualificavam para a competição internacional e foi maléfica para a indústria nacional no sentido de concorrência com produtos estrangeiros, ao mesmo tempo em que foi um choque de realidade ao nosso parque produtivo, forçando o mesmo a se aperfeiçoar perante a nova realidade competitiva.

Laplane (1992) lembra que no novo cenário da economia brasileira a flexibilização da produção e da gestão se tornou necessário para a rentabilidade, devido as condições de instabilidade e acirramento da concorrência. Os esforços de investimento em P&D, modernização e novos produtos foram transferidos para o aprimoramento da capacidade produtiva e para o desenvolvimento de processos mais eficientes. Nesse interim, as alianças estratégicas ganharam notoriedade uma vez que diluíam os custos e riscos de novos empreendimentos.

A leitura de Carneiro (1990) vem qualificar os novos perfis de investimento durante no início da década de 1990. Para o autor, vale destacar o tímido crescimento do investimento em máquinas e equipamentos sem a correspondência no aumento da construção. Esse dado é caracterizado como “investimento de modernização”, no qual predomina a incorporação de novas máquinas e equipamentos com inovações de *lay out* e gerenciais, alcançando ganhos de produtividade sem que seja significativa a mudança na capacidade produtiva. A respeito da reestruturação produtiva promovida pela abertura comercial, o autor nota que o incremento da produtividade física resultante da abertura da economia foi parcialmente compensado pelo aumento de preços relativos.

Sobre o investimento privado, Carneiro (1990) destaca que o processo de liberalização econômica atraiu novos fluxos de IDE para o Brasil, aumentando assim o dinamismo dos investimentos privados, porém ao mesmo tempo coloca tais investimentos suscetíveis à variações econômicas internacionais. Outro ponto importante a respeito do comportamento do investimento tange à posição cada vez mais defensiva dos investimentos públicos em infraestrutura, quem veio deteriorando-se desde a crise da dívida nos anos 1980 e atenuando durante os anos 1990. Além da saída cada vez maior de cena do governo no investimento infraestrutural, existe ainda a dificuldade do investimento privado no setor devido à falta de definições dos riscos

econômicos e riscos regulatórios, sendo necessária a delimitação entre monopólio natural ou legal.

Carneiro (2010) deixa sua crítica ao processo de industrialização brasileiro e aos seus desdobramentos: “A intensidade do processo de internacionalização das empresas de um país – número de empresas e setores envolvidos – traduz o grau de desenvolvimento empresarial do país e sua capacidade de concorrência global.”. No Brasil é evidente, segundo o autor, a insuficiência da política de desenvolvimento, devido a sua incapacidade de promover a internacionalização da grande empresa brasileira, bem como de dotá-la de escala de produção adequada para concorrer em nível global.

A partir da análise do valor adicionado e da densidade da indústria, Comin (2009) traz que as mudanças na indústria brasileira no período 1996 a 2006 passaram por um processo de desindustrialização, uma vez que nenhum setor industrial sofreu processo significativo de adensamento produtivo enquanto que a queda foi particularmente pronunciada nos setores mais dinâmicos da indústria. Um significativo empobrecimento da indústria brasileira, uma vez que foram os setores de alta tecnologia e média-alta tecnologia os mais penalizados, em termos de participação na agregação de valor e emprego bem como em termos de densidade produtiva. Ou seja, o sentido mais geral da reestruturação industrial foi o da redução de sua intensidade tecnológica.

Nos anos que se seguiram, e com a rotatividade democrática do poder, 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 segue três diretrizes: linhas de ações horizontais (inovação, inserção externa, modernização, 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 a importância do setor de semicondutores e suas características no desenvolvimento industrial nacional, a política promoveu uma consulta aos especialistas do setor no mundo a fim de determinar de que modo seria possível a inserção da indústria brasileira

no setor. Segundo Salermo (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). A partir de editais do FINEP disponibilizou 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 permite 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, que visa 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 (SALERMO, 2004).

A falha no planejamento da PITCE, segundo Suzigan e Furtado (2006), 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 da indústria e de sua contribuição para o crescimento e inserção da economia brasileira no mercado internacional, a PITCE se mostraria estéril, segundo Cano e Silva (2010), devido às amarras da política macroeconômica. Vermulm (2004) entende a dificuldade do governo federal voltar a propor políticas industriais após mais de 20 anos de sobreposição da gestão macroeconômica sobre as demais políticas.

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, segundo Carneiro (2000). Para o autor, é possível associar o baixo dinamismo tecnológico e produtivo à três fatores cruciais: pequena diferenciação da estrutura produtiva, internacionalização assimétrica e insuficiente ampliação da infraestrutura. 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. Sendo assim, os autores entendem que a PITCE vem incentivar a entrada no segmento de *Design Houses* visto que os pacotes de benefícios previstos pelo setor são tímidos no tange ao montante e horizontal, limitando então as possibilidades de desenvolvimento da indústria no Brasil.

Com o intuito de dar continuidade nas propostas da PITCE, a Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) iniciado pelo governo federal em 2008 tinha como objetivo, segundo a ABDI, fortalecer a economia do país, sustentar o crescimento e incentivos às exportações e estabelecer diálogo entre o setor privado e determinadas metas de crescimento, exportação e encadeamento produtivo. A partir da coordenação do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), em parceria com os Ministérios da Fazenda e da Ciência e Tecnologia, a política estipulou como metas a aceleração do investimento físico, estímulo à inovação, ampliação da inserção externa e aumento do número de micro e pequenas empresas exportadoras. Sobre a égide da política nota-se um avanço institucional em direção ao desenvolvimento industrial, à medida que se tem a criação do Conselho

Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI²⁵), da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI²⁶), reorganização da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP), reestabelecimento de linhas de crédito específica no BNDES, sancionada a Lei da Inovação²⁷, Lei do Bem²⁸ e Lei da Biossegurança²⁹.

Em 2007 o governo federal sanciona a Lei Nº 11.484, instituindo o Programa de Apoio ao Desenvolvimento tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS), o qual permite às empresas que investissem 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 desenvolvido e implementado 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 apresentara duas grandes metas, segundo Salermo (2004): (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, fortalecendo sua atuação. 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, consolidar as *Design Houses* e financiar a estruturação do capital. No que tange ao mercado e ao incentivo, pelo lado da demanda o PDP planeja uma série de investimentos em infraestrutura e gastos governamentais: (i) ampliar o acesso à Internet para 25% dos domicílios brasileiros; (ii) garantir o

²⁵ Lei Nº 11.080/2004

²⁶ Lei Nº 11.080/2004

²⁷ Lei Nº 10.973/2004

²⁸ Lei Nº 11.196/2005

²⁹ Lei Nº 11.105/2005

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, são 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

Com a eclosão da crise internacional se fez necessário um conjunto de políticas anticíclicas, de forma a diminuir os desdobramentos da crise sobre a economia do Brasil. Algumas medidas inseridas na política industrial do PDP se mostrariam alinhadas com as medidas conjunturais da crise econômica, Cano e Silva (2010) citam as desonerações tributárias em setores estratégicos e o subsídio a construção civil com o programa “Minha Casa, Minha Vida”. Além dos efeitos negativos sobre as decisões de investimento, a crise derrubou as exportações brasileiras, com implicações diretas no nível de atividade econômica. Cano e Silva (2010) trazem que a meta de participação no total de exportações mundiais e no número de micro e pequenas empresas ficaram bem abaixo do crescimento médio necessário de 10%. Não foi alcançada também a meta mais importante da PDP, segundo o autor: a elevação do investimento fixo para 21% do PIB até 2010 (crescimento de 5%). Quanto ao estímulo à inovação no setor industrial, esperava-se que os investimentos privados em P&D cresceriam 9,8% ao ano, alcançando 0,65% do PIB.

Na avaliação de Guerreiro (2012), o PDP foi feliz quando promoveu a desoneração dos gastos em inovação e utilizou as compras governamentais para garantir demanda para a indústria local. Na leitura da FIESP (2011), a política foi pouco ousada uma vez que as desonerações pontuais e disponibilidade creditícia ainda estão muito distantes dos benefícios concedidos às atividades de inovação em outros países. A Federação entende que a crise econômica e o impacto no ambiente macroeconômico minimizou a eficácia dos instrumentos da modesta política indústria. No entanto, faltou ao PDP usar o mecanismo de compras do governo articulada com a política comercial, com a política tecnológica e o desenvolvimento de mecanismos de defesa comercial de forma a estimular as inovações.

O principal descompasso da PDP, segundo Guerreiro (2012), está no fato que o incentivo à competição internacional depende de parâmetros dos números macroeconômicos no que tange à lucratividade

(juros), preços relativos (câmbio) e por fim à demanda internacional. Dessa forma, à medida que a demanda internacional foi comprometida a partir do cenário pós-crise econômica, a opção pela manutenção das taxas de juros em patamares elevados e a valorização cambial inviabilizaram a competição nacional no mercado externo. O descompasso com a macroeconomia seria responsável pela inversão vetorial da pressão competitiva do mercado internacional, ao invés de promover a competitividade no mercado internacional via exportações, tem-se uma competitividade interna devido às importações.

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 intensão do governo é promover incentivos específicos à indústrias específicas, buscando desenvolver determinadas características fundamentais no desenvolvimento 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.

Seguindo o avanço institucional que o estabelecimento de metas para as políticas industriais implementou a partir do PDP, o BPM estipula dez metas para 2014: (i) elevação da taxa de investimento de 18,4% do PIB para 22,4%, (ii) elevar gasto primário em P&D de 0,59% para 0,9%, (iii) aumento da qualificação da mão de obra industrial de 53,7% para 65% com ensino médio completo, (iv) Aumento do relação

VTI/VBPI³⁰ de 44,3% para 45,3%, (v) aumentar a participação do VTI da indústria de alta tecnologia de 30,1% para 31,5% na relação com o VTI da indústria, (vi) aumento de 50% do número de micro e pequenas empresas com base em 2008 (37 mil), (vii) diminuir 10% o consumo de energia por parte da indústria, (viii) ampliar a participação no comércio internacional de 1,355% para 1,6%, (ix) aumentar a participação brasileira nos mercados de tecnologia, bens e serviços para energia de 64% do VTI/VBP setorial para 66% e (x) aumentar o número de domicílios com acesso a banda larga de 13,8 milhões para 40 milhões.

Para Guerreiro (2012), dado o cenário de concorrência internacional e a “guerra cambial” oriunda dos desdobramentos da crise, o principal desafio da política é elevar o grau tecnológico da indústria brasileira, na medida em que acelera o investimento em infraestrutura e impulsiona a qualificação da mão de obra. O autor salienta a importância da relação do PBM com os demais departamentos do governo (educação, gastos em infraestrutura e gestão macroeconômica). Na avaliação de Arruda, Vermulm e Hollanda (2006), a Política dispõe de um conjunto de instrumentos de apoio ao desenvolvimento tecnológico nas empresas muito abrangente, de forma que o governo tem dificuldade de operar esses mecanismos. Para os autores, a política unicamente não induz ao desenvolvimento tecnológico, elas caminham mais no sentido de desonerar e diminuir os riscos de P&D.

As políticas industriais recentes vêm contribuir para o resgate da preocupação a respeito do desenvolvimento econômico e industrial do país. No entanto, Cano e Silva (2009) salientam que a política indústria não pode ser vista de modo a contrabalancear a política macroeconômica limitadora dos instrumentos de financiamento e incentivo ao investimento.

A partir da análise do comportamento da economia ao longo da segunda metade da década de 1970, sua trajetória ao longo dos anos 1980 e o processo de estabilização dos anos 1990 têm-se o cenário nacional no qual o paradigma da microeletrônica estava condicionado. A importância de se construir os planos de fundo em torno do setor especificamente estudado nesse trabalho justifica-se à medida que se entende que o ambiente institucional econômico influencia diretamente nas características e trajetórias tecnológicas da indústria.

Em cada uma das décadas descritas no quadro 10 foram destacadas as respectivas características, de modo a captar as mudanças

³⁰ Valor da Transformação Industrial / Valor Bruto da Produção

institucionais e tecnológicas de cada período. Durante a década de 1970, enquanto a indústria internacional vinha sondando as tecnologias e consolidando o desenvolvimento da microeletrônica, no Brasil teve-se relativo avanço dessa tecnologia a partir de parcerias universidades (laboratórios) – empresa. A mesma indústria, durante a década de 1980, enfrentaria todo o processo de descontrole macroeconômico nacional ao mesmo tempo em que o paradigma tecnológico se confirmava nas economias centrais, naquelas capacitadas a ingressar no novo paradigma. Já na década de 1990, enquanto o paradigma se firmara e as posições foram sendo tomadas a indústria nacional enfrentava a estabilização econômica e a abrupta abertura econômica.

Por fim, nos anos 2000 percebe-se que o governo brasileiro vem tentando construir um aparato institucional adequado ao desenvolvimento da indústria de microeletrônica. Os anos de instabilidade econômica e financeira, no entanto, vem condicionar a atuação da política industrial à condução da política macroeconômica. A própria dinâmica do paradigma tecnológico já vem colocar-se como empecilho ao sucesso dos planos, uma vez que o paradigma já está consolidado juntamente com a posição das empresas e países já determinada (PEREZ, 2004). Sendo assim, os esforços que vem sendo feitos não apresentam grandes resultados à medida que no atual paradigma os segmentos e etapas produtivas de maior relevância já estão consolidados em determinadas empresas e nações.

Quadro 10 - Economia brasileira X Paradigma tecnológico: principais características

| | 1970's | 1980's | 1990's | 2000's |
|---|---|--|---|---|
| Ambiente institucional brasileiro | <ul style="list-style-type: none"> • II PND • Relativo <i>catching up</i> tecnológico • Crescimento com inflação • Estatização da dívida externa • Incentivo ao investimento produtivo • Protecionismo • Entrada de recursos financeiros e produtivos • Dependência tecnológica • Industrialização via IDE | <ul style="list-style-type: none"> • Fracasso do II PND • Escassez de recursos • Estagnação econômica • Inflação desequilibrada • Investimento majoritariamente estatal • Crise da dívida externa • Minidesvalorizações cambiais • Congelamento de preços • Fracasso dos planos de estabilização • Plano Cruzado II, Bresser e Verão | <ul style="list-style-type: none"> • Planos Collor I, Collor II e Real • Estabilização como foco • Descontrole inflacionário • Abertura comercial • Abertura financeira • Valorização cambial • Reestruturação produtiva • PICE insuficiente • Abandono das políticas industriais • Estagnação econômica | <ul style="list-style-type: none"> • Estabilidade macroeconômica • Retomada das políticas industriais • Sobreposição da política macroeconômica sobre as políticas industriais • PITCE • Desindustrialização • Perda de elos produtivos • Crise internacional • PDP • Plano Brasil Maior |
| Paradigma Tecnológico da microeletrônica | <ul style="list-style-type: none"> • Inserção no paradigma da metal-mecânica • Primeiras inovações (automação mecânica, dados, e sensores) • Irrupção • Baixas barreiras à entrada (poucos concorrentes, trajetória indefinida, montante de capital, conhecimento) • Janela de oportunidade de <i>chatchig up</i> tecnológico • Ganho de escala incremental • Cumulatividade (conhecimento, <i>know-how</i>, capital) • Verticalizada (parte das empresas multinacionais) | <ul style="list-style-type: none"> • Mudança de paradigma tecnológico • Frenesi • Reestruturação industrial • Construção da trajetória tecnológica • Intenso investimento em P&D • Modelo de IDMs • Definição dos principais <i>players</i> da indústria • Apropriabilidade (<i>back-end</i>, licenciamento, <i>joint ventures</i>) | <ul style="list-style-type: none"> • Consolidação do paradigma da microeletrônica • Sinergia • Segmentação produtiva (<i>fabless</i>, <i>foundries</i>, DHs) • Investimento produtivo • Desverticalização • Cadeia global de valor • Penetrabilidade (bens de consumo duráveis, bens de capital) • Inovações incrementais • Cumulatividade (conhecimento, capital, mercado) • Barreiras naturais à entrada (escala, segmento) | <ul style="list-style-type: none"> • Maturação do paradigma tecnológico • Posições dentro do paradigma determinadas • Inovações incrementais • Penetrabilidade • Prospeções de novos paradigmas tecnológicos (nanotecnologia, biotecnologia) • Cadeia global de valor • "Bolha da internet" (2002) • Poucas oportunidades de egresso no paradigma (DHs e <i>back-end</i>) • Consolidação das empresas e países centrais ao paradigma |

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.7 A INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA NO BRASIL

Feito o resgate a cerca do comportamento da economia e das políticas industriais no Brasil durante o advento do paradigma da microeletrônica e sua consolidação, o trabalho resgata nessa seção o comportamento setorial da indústria de microeletrônica no mesmo período. Tomando como pano de fundo o que foi apresentado anteriormente, juntamente com a dissertação sobre a evolução setorial da indústria no Brasil, o trabalho busca entender sobre que cenário econômico e institucional a indústria de microeletrônica se desenvolveu.

Durante o estágio industrial da economia brasileira na segunda metade da década de 1970, juntamente com o início do paradigma da microeletrônica e a janela de oportunidade possibilitada pelo mesmo, observa-se no Brasil a existência de iniciativas industriais no setor. Assim, apesar de todo o período conturbado que a economia brasileira viveria durante os anos seguintes, o trabalho dissertará a respeito de como a indústria de microeletrônica se comportou a fim de elucidar o não êxito brasileiro no paradigma da microeletrônica.

Iniciando a dissertação a cerca da indústria de microeletrônica no que tange à indústria nacional, Ripper Filho (2004) destaca que o surgimento de iniciativas empresariais internacionais produtivas nos país esteve ligado em grande parte às políticas industriais do governo federal com o intuito de substituir importação de componentes. Outro papel fundamental do governo no desenvolvimento da indústria de microeletrônica foi feito a partir das empresas estatais e das pesquisas de cunho universitário, colocando assim sobre a administração federal boa parte da responsabilidade pelo fomento tanto tecnológico quanto econômico do setor. Medidas essas que não podem ser consideradas específicas para o setor de microeletrônica, no entanto, também a abrangeram e ajudaram à atrair investimentos estrangeiros. A partir do trabalho do autor, percebe-se que as primeiras iniciativas produtivas no setor de microeletrônica estiveram atreladas à crescente dinâmica industrial brasileira e à necessidade de componentes que antes eram importados. Lembrando ainda que o modelo de desenvolvimento vigente estava sobre a égide do paradigma da metalomecânico, de modo a se observar a diversificação das empresas para o setor de microeletrônica. A primeira iniciativa de investimento é apresentada por Ripper Filho (2004, p.3):

A primeira dessas linhas de montagem foi feita pela IBRAPE (grupo Phillips), ainda na década de 50. Sua instalação foi motivada por já existir no Brasil empresas fabricando rádios e televisões. Isso seguiu um caminho natural, pois já se fabricavam válvulas com a mesma motivação; a RCA, por exemplo, tinha uma grande fábrica em Contagem, MG.

Já nessa primeira atividade indústria no Brasil, Ripper Filho (2004) destaca o surgimento da importante relação entre academia e indústria. O autor lembra que o único curso de engenharia eletrônica existente até então no Brasil, estava localizado no Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), firmou uma feliz parceria com o IBRAPE. A partir desse relacionamento a empresa fornecia manuais detalhados de seus projetos e componentes à academia, juntamente com descontos substanciais na compra de equipamentos e componentes. Com isso grande parte dos trabalhos e pesquisas desenvolvidas pela instituição estava em maior ou menor grau atrelado aos componentes e equipamentos do grupo empresarial. Porém, vale destacar que grande parte dos avanços tecnológicos estava atrelada e limitada à utilização de componentes desenvolvidos internacionalmente. Ripper Filho (2004) destaca que dessa relação nasceria o primeiro computador projetado e construído no Brasil, já no ano de 1961.

Com o início das atividades industriais e sua intensa relação com a academia, o ambiente institucional em torno da tecnologia iniciou sua trajetória. A partir da mobilização acadêmica e do interesse empresarial, segundo Ripper Filho (2004), logrou-se força política para a viabilização junto ao governo, por meio do BNDE, do primeiro laboratório de microeletrônica (LME) em 1968. O autor apresenta que a criação do laboratório é fruto de um ideal compartilhado entre vários expoentes acadêmicos do setor visando à interação entre a universidade e empresas:

Essa decisão resultou de um estudo realizado no Instituto de Física da USP sobre microeletrônica, mecânica fina, do qual participaram, além de vários especialistas da área, José Pelúcio Ferreira, Mario Schenberg, Katuchi Techima e Alexandre Henriques,

Carlos Américo Morato de Andrade Carlos Ignácio Mammana, Cláudio Mammana, João Zuffo entre outros, e no qual se considerava fundamental para o desenvolvimento da eletrônica e dos componentes semicondutores o envolvimento de agentes das universidades e empresas, cobrindo o espectro de tecnologias que vai dos materiais, passa pelos dispositivos e equipamentos e sistemas (RIPPER FILHO, 2004, P.3)

A criação do LME seria então um importante marco histórico para a tecnologia da microeletrônica no Brasil. Vale notar que a nascente tecnologia industrial e a influencia que a mesma apresentou sobre determinados arranjos institucionais foi construída a partir da relação de industriais e academia por meio do conhecimento codificado em um processo comum de busca por avanços tecnológicos no setor. O sucesso do LME é apresentado por Ripper Filho (2004) em uma série de tecnologias desenvolvidas a partir de 1971, conforme pode ser observado no resumo apresentado no quadro 11.

O sucesso do primeiro laboratório de microeletrônica instalado no Brasil para criação de tecnologia era perceptível, porém ainda não suficiente para a sustentação de uma indústria de microeletrônica tecnologicamente e mercadologicamente compatível, exemplo disso é apresentado por Ripper Filho (2004, p.7) ao levantar a questão do laboratório de Montes Claros - MG:

Quase uma década depois, quando o laboratório já se sentia capacitado a transferir a tecnologia, o BNDE financiou uma indústria, a Transit, que se instalaram em Montes Claros, MG. O plano de que ela se basearia exclusivamente na tecnologia desenvolvida pelo LME se revelou inviável, por mais recursos que tenham sido alocados ao LME, mesmo tendo sido criada para ele uma estrutura diferente do padrão dos laboratórios universitários de então.

Quadro 11 - Marcos de desenvolvimento tecnológico ocorridos no LME.

Ano

Evento

| | |
|----------------------|---|
| 1971 | Desenvolvimento do primeiro circuito integrado no país, com lógica ECL (Dr. J. A. Zuffo) |
| 1973 | Desenvolvimento de tecnologia de transistores MOS, incluindo o projeto e construção do primeiro CI com tecnologia MOS na América Latina (Dr. Edgar Charry Rodriguez). |
| 1974 | Desenvolvimento de tecnologia de diodos e transistores bipolares, com transferência desta tecnologia para a empresa Transit, em Montes Claros, MG. |
| 1975 | Projeto e fabricação de memórias tipo ROM com a tecnologia nMOS com capacidade de 512 e 2k bits em 1975 e 1978 respectivamente. Estes circuitos podem ser considerados os primeiros circuitos integrados em nível MSI (Medium Scale Integration) e LSI (Large Scale Integration) respectivamente, no país. A primeira memória SRAM também foi realizada com a mesma tecnologia em 1978. |
| | Desenvolvimento de um implantador de íons (Dr. Joel Pereira de Souza). |
| 1978 | Desenvolvimento de tecnologias MOS com carga tipo depleção e porta metálica e porta de si-poli, em 1978 e 1987. |
| 1981 | Desenvolvimento de tecnologia CCD com canal enterrado e portas de si-poli, em 1981. |
| 1979 1988 1987 | Desenvolvimento de tecnologias CMOS com porta metálica e porta de si-poli em duas versões, em 1979, 1987 e 1988. |

Fonte: Elaborado a partir de SWART, 2001.

O autor destaca a imprescindibilidade da intensa relação da academia e laboratórios com as empresas e suas demandas quanto às características de componentes, viabilidade financeira e compatibilidades tecnológicas. Em seguida, Ripper Filho (2004) afirma que “tecnologia apenas não garante sucesso empresarial.”, evidenciando a importância da relação com o mercado e aceitando que os avanços tecnológicos não são por si mesmo capazes de garantir o avanço da indústria de microeletrônica.

A partir do primeiro laboratório (LME) instalado na Universidade de São Paulo, e devido ao seu sucesso em desenvolver novas tecnologias, vários outros centros acadêmicos iniciaram o processo de criação de seus próprios laboratórios de microeletrônica. Swart (2001, p.10) apresenta quais os laboratórios subsequentes que foram criados no Brasil. A segunda iniciativa que se deu em 1974 foi a criação do Laboratório de Eletrônica e Dispositivos (LED), o qual foi instalado em Campinas e vinculado a Universidade Estadual de Campinas; um

terceiro laboratório, agora de Sistemas Integrados, foi inaugurado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1975; o quarto laboratório de microeletrônica foi inaugurado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 1981; e em meados de 1980 é inaugurado também o laboratório da Universidade Federal de Pernambuco.

Além do grupo IBRAPE e a sua linha de montagem localizada no interior de São Paulo, outro grupo internacional identificou no Brasil da década de 1950 oportunidades de inversões. Outra empresa que iniciou suas atividades ainda em 1948 foi a empresa Philco, a qual se caracterizou como sendo o primeiro investimento privado no setor produtivo industrial brasileira. Ao contrário da IBRAPE que se concentrava em atividades de montagem. O movimento de investimento deve ser entendido sobre a égide das políticas industriais que incentivavam investimentos diretos e o processo de substituição de importação. Ripper Filho (2004) ainda destaca a questão mercadológica do investimento: “O acoplamento da fábrica de componentes com o mercado da própria Philco foi, provavelmente, a principal razão do sucesso do empreendimento”. Pela primeira vez a fábrica construída no Brasil produziu praticamente todos os seus principais componentes, inclusive desenvolvendo-os em território nacional. Ripper Filho (2004) expõe esse fato da seguinte maneira: “Sendo fabricante de eletrônica de consumo (rádios, TVs, etc.), a Philco possuía um significativo mercado próprio; isso a estimulou a desenvolver e fabricar semicondutores (transistores e diodos), inclusive com a produção dos chips (front end)”. Além de seu mercado de bens de consumo duráveis, a Philco contou com uma parceria estratégica firmada com a *Radio Corporation of America* (RCA), em 1970, a qual viabilizou a abertura de duas *joint ventures*. Swart (2001, p.16) também mostra que a parceria realizada entre as duas empresas para a produção no Brasil foram de suma importância para o desenvolvimento do setor no Brasil:

Mais tarde, em meados dos anos 70, esta fábrica foi transferida para Contagem, MG, agora em parceria com a RCA. A fábrica, modernizada e ampliada, implantou também processos de fabricação de CI's lineares com tecnologia bipolar e dimensões mínimas de aproximadamente 6 mm.

Fruto desse comportamento, a experiência da Philco no Brasil terminaria com o comportamento típico das empresas durante a abertura comercial brasileira e a chamada “estruturação produtiva”. Com vias de

aumentar sua produtividade e competitividade, a empresa foi aos poucos abandonando a atividade de desenvolvimento e produção de componentes de microeletrônica, passando a importa-los. Esse movimento se justifica com os ganhos de logística e crescente diminuição dos dispositivos, que passaram a facilitar a importação dos componentes *versus* produção nacional, importação essa oriunda de países que se dedicaram ao desenvolvimento de uma indústria de microeletrônica durante as décadas de 1970 e 1980.

Ripper Filho (2004) relembra que a Philco firmou uma parceria de transferência de tecnologia com a empresa japonesa HITACHI e, visando aproveitar os benefícios da Zona Franca de Manaus, passa a realizar a montagem de seus equipamentos nessa região, desatrelando assim os laços de desenvolvimento tecnológico. Ripper Filho (2004, p.5) discorre sobre essa migração:

[...] quando a Philco decidiu transferir sua produção, junto com a maior parte das empresas produtoras de eletrônica de consumo, para a Zona Franca de Manaus passando a utilizar tecnologia da Hitachi, não utilizando mais os componentes fabricados pela fábrica de Contagem. Essa transferência em massa acabou com a capacitação então existente no país de projeto de rádio e televisão. Com a utilização praticamente exclusiva de tecnologia estrangeira nos equipamentos produzidos em Manaus (situação que perdura até hoje [2004]) transferiu-se para o exterior a decisão de especificação e de compra dos componentes utilizados em Manaus, reduzindo grandemente o mercado acessível para as indústrias localizadas no país.

Após tratar das primeiras experiências do Brasil do setor de microeletrônica, percebe-se que o capital privado e academia no Brasil iniciaram uma trajetória de investimentos direcionados ao setor, uma vez que era perceptível a importância do desenvolvimento do mesmo em terras nacionais. Ripper Filho (2004) afirma que a primeira ação governamental que abarcava outros setores e que diretamente influenciou a dinâmica da microeletrônica no Brasil foi à criação do Ministério das Comunicações e a aprovação do decreto-lei que viabilizava 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, como apresentado por Maia (2003). 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.

Seguindo a linha de acontecimentos no setor brasileiro de microeletrônica, a criação do Ministério das Telecomunicações viabilizou o cenário político para que em 1972 fosse criada a Telebrás, juntamente com uma intensificação de políticas industriais federais voltadas para setor, como apresenta Ripper Filho (2004, p.10):

Com a criação da Telebrás em 1972, o Ministério passou a utilizá-la também como um instrumento de política tecnológica e industrial, inclusive para componentes. Assim, já a partir de 1973, a Telebrás assumiu o papel do principal incentivador da tecnologia de componentes.

Lago (1990) relembra que durante a industrialização brasileira as empresas estatais assumiram um papel de relevância econômica a partir de uma diversificação produtiva fruto da própria dinâmica de investimentos dos setores, o qual foi responsável por metade dos investimentos com capital próprio. A importância da criação de uma empresa forte e com aparato financeiro e tecnológico capaz de dinamizar o setor no país é apresentado por Melo, Rios e Gutierrez (2002, p.13): “Um marco importantíssimo para as políticas industrial e tecnológica do setor eletrônico foi a criação, em 1976, na Telebrás, do CPqD, que, sustentado financeiramente pelas operadoras do sistema, desenvolvia, sozinho ou em parceria com indústrias, equipamentos e sistemas voltados para as telecomunicações”. Esse movimento deve ser entendido também sobre o processo de estatização de setores estratégicos durante a industrialização brasileira. O autor ainda descreve que a iniciativa levou em consideração os aprendizados e experiências do passado, fomentando o estreitamento da estatal com a academia, como descrito por Ripper Filho (2004):

O primeiro contrato foi assinado com o Instituto de Física da Unicamp, dando origem ao Laboratório de Pesquisas em Dispositivos – LPD, onde foram desenvolvidas as tecnologias básicas de fibras ópticas, lasers e detectores ópticos.

A partir desses acontecimentos, o que se percebe é que o sistema nacional de inovação do setor da microeletrônica viria a orbitar em torno da grande empresa estatal e dos laboratórios de pesquisa vinculados às universidades. A trajetória tecnológica da microeletrônica brasileira ficaria assim comprometida pelo arranjo institucional, o qual separava os centros de pesquisa e a Telebrás (ambos estatais) da dinâmica inovativa industrial das empresas. As empresas, em sua maioria multinacionais, continuavam suas estratégias industriais, de modo que migravam da produção nacional para a importação de componentes para montagem. De qualquer maneira, as parcerias firmadas entre a pesquisa da academia e a dinâmica de mercado da estatal garantiram um progresso técnico satisfatório durante as décadas de 1960 e 1970. Fruto também de uma expansão de 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, como aponta o trabalho de Swart (2001, p.16):

[...] tivemos atividades de microeletrônica desde a década de 60 e que havia um bom estágio de desenvolvimento tecnológico na 2ª metade dos anos 70. Inclusive, podemos afirmar que na época, este estágio era superior aos dos países hoje chamados de Tigres Asiáticos.

Os laços gerados entre parcerias estatais e as universidades incentivaram o aumento de investimento no setor por parte do estado. Para tanto, o governo aumentou os investimentos em pesquisa e desenvolvimento via Telebrás. Porém, devido às iniciativas privadas, os investimentos não eram atrelados apenas ao meio acadêmico, mas também abrangendo empreendimentos que se dispusessem à pesquisar tecnologias inovadoras para o setor. Essa nova política foi responsável pela criação do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Telecomunicações, Ripper Filho (2004, p.6) apresenta:

Foi com base na nucleação e desenvolvimento dessas competências que foi criado, em 1976, o seu laboratório, o CPqD, com o objetivo de transformar os conhecimentos gerados em tecnologias capazes de serem repassadas para a indústria e em alguns casos, como projetos de circuitos integrados, para oferecer serviços tanto para seus projetos internos do próprio CPqD, como para empresas e universidades.

Os rendimentos provenientes do trabalho de pesquisa realizado pelos centros universitários eram incorporados à Telebrás tanto em forma de equipamentos como em forma de formação de mão de obra qualificada. Ripper Filho (2004, p.7) apresenta de que forma as transferências de tecnologia entre pesquisadores e empresas acontecia: “a transferência de tecnologia para indústrias ocorreu tanto de forma direta, com contratos formais de transferência de tecnologia, como indireta, através de absorção de pessoal treinado nas universidades envolvidas no programa e no próprio CPqD”.

Simiqueli (2008) apresenta que o setor de microeletrônica passa a chamar mais atenção das autoridades políticas brasileiras, então sobre ditadura militar. O motivo repousava no fato de que o baixo nível de desenvolvimento da microeletrônica estava gerando uma situação de ameaça à segurança nacional, e essa preocupação, segundo o autor, justifica-se devido à formação militar do então governo. O interesse militar a respeito da soberania foi importante politicamente para que se voltassem as atenções para um setor que já se apresentava de grande importância no mundo. A fim de aumentar e melhor gerir os gastos nesse setor foi criado em 1972 a Comissão de Atividades de Processamento Eletrônico (CAPRE), como apresentado por Simiqueli (2008, p.21):

Dando sequência à intensificação da atuação governamental no setor, é formada, em Abril de 72, a Comissão de Atividades de Processamento Eletrônico (CAPRE), vinculada ao Ministério do Planejamento, visando à racionalização do uso de computadores na administração pública federal, sobretudo no que

diz respeito à aquisição de equipamentos e treinamento de pessoal.

Essa época do apogeu da indústria microeletrônica brasileira estava muito atrelada às políticas econômicas de atração industrial no Brasil, gerando assim uma migração de empresas internacionais para o cenário nacional a fim de instalar plantas produtivas, que viriam a se tornar líderes do setor. Simiqueli (2008, p.20) chama atenção para esse aumento na indústria microeletrônica brasileira:

Além do aumento quantitativo, percebemos também claras transformações qualitativas no setor – várias das firmas líderes do mercado mundial (IBM, DEC, Burroughs, Facom, entre outras) expandem suas atividades no país, investindo em plantas maiores, capazes de realizar montagem de componentes mais avançados em escalas muito maiores às experimentadas anteriormente.

Ripper Filho (2004, p.8) em seu trabalho ainda completa: “Essa visão estratégica era consenso de amplos setores da sociedade que se mobilizaram para aprovar por ampla maioria no Congresso Nacional a lei de informática.”. A Lei permite que as empresas as quais aplicarem um dado percentual da sua receita bruta com bens e serviços de informática em P&D poderão beneficiar-se da redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) sobre os produtos para os quais estejam cumprindo o Processo Produtivo Básico (PPB).

Cabe salientar que a necessidade de se desenvolver tecnologia brasileira em meados de 1970 já se apresentava como uma questão de grande importância no cenário político nacional, alavancado principalmente pela questão militar que era pautada na soberania nacional. Após o estudo realizado pelo grupo de trabalhos especiais, Simiqueli (2008, p.22) escreve que não se discutia mais a respeito da necessidade, agora a discussão se pautava na finalidade e destinação das novas tecnologias a serem desenvolvidas, militar ou comercial, em que a primeira representava os interesses da Marinha, enquanto que a segunda se tratava dos interesses do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDE). Sendo assim, Simiqueli (2008, p.22) apresenta que nos primeiros anos da década de 1970 foi escolhida a empresa a ser

fomentada pelo governo no desenvolvimento de tecnologia avançada de informática:

A primeira favorecia a inglesa Ferranti, também responsável por suprir parte dos equipamentos de suas fragatas, enquanto a escolha do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico era pela japonesa Fujitsu, que vinha demonstrando desempenho satisfatório no período.

Considerando o ambiente político no período em que se passam todos os trâmites para a escolha da parceira do capital estatal e do capital estrangeiro internacional, percebe-se a importância dos militares sobre a política econômica brasileira, uma vez que a própria presidência estava sobre a responsabilidade dos militares. Dessa forma, o BNDE não dispunha da reputação necessária para garantir que os interesses econômicos e comerciais fossem sobrepostos aos interesses militares. Mesmo o conturbado cenário político não impede que em 1974 seja criada a Computadores e Sistemas Brasileiros S/A (COBRAS), como disserta Simiqueli (2008, p.22):

Em meio à polêmica sobre o financiamento do setor, é criada em 1974 a Computadores e Sistemas Brasileiros S/A, Cobra, fruto da associação entre capital privado nacional, estatal e estrangeiro – representados, respectivamente, por EE, Digibras e Ferranti- no lugar da empresa japonesa, preterida pela influência dos militares.

Os acontecimentos internacionais impactariam na política comercial, que era utilizada como um dos incentivos ao desenvolvimento do setor. A crise do petróleo faria com que o governo regulamentasse ainda mais o processo de importação e exportação de produtos tecnológicos. Simiqueli (2008, p.23) apresenta de que modo esse impacto se desdobrou na política comercial para o setor:

No âmbito das medidas de proteção ao setor, a Capre tem seus poderes ampliados e passa a gerir também a importação de produtos do setor de forma quase completa. A entrada de bens

estrangeiros de informática, fosse para o setor público ou para o privado, só se daria com anuência da Comissão - “caso único entre os diversos setores industriais”, no período.

Em 1976 inicia-se de fato a primeira política industrial destinada ao setor de informática no Brasil. Começa o estudo das diretrizes que pautariam a Política Nacional de Informática. Simiqueli (2008, p.27) apresenta os 5 objetivos da política:

- a) obter capacidade tecnológica que possibilitasse projetar, desenvolver e produzir equipamentos eletrônicos e software no país;
- b) assegurar que as empresas brasileiras tenham sua posição predominante no mercado nacional;
- c) criar empregos em geral e oportunidades de emprego mais aprimorados para os técnicos e engenheiros brasileiros;
- d) obter um balanço de pagamentos favorável em produtos e serviços de informática;
- e) criar oportunidades para o desenvolvimento de uma indústria de partes e componentes em informática (SIMIQUELI, 2008, p.24).

Direcionando ainda mais o estudo para a microeletrônica, Ripper Filho (2004) apresenta que as diretrizes seguiram quatro razões, classificadas por ele da seguinte maneira: estratégicas, econômicas, oportunidade e desenvolvimento autossustentável. A questão estratégica estava relacionada com a necessidade de desenvolver meios de comunicação com características diferentes dos então utilizados, uma vez que as principais tecnologias de comunicação eram estrangeiras, podendo assim comprometer a soberania nacional. A razão econômica pautava-se na proteção do mercado para computadores, em especial os de pequeno porte, devido ao seu crescente mercado e à dimensão de investimentos e proteção, também para os circuitos integrados com maior capacidade. Outra justificativa foi a questão da oportunidade, uma vez que nos anos entre 1970 e 1980 houve uma crescente demanda por circuitos integrados, o que viabilizava a entrada de novos agentes na economia internacional. Por último, a necessidade de um desenvolvimento autossustentável passava pela necessidade de um investimento de forma sistêmica tanto nas aplicações como nos serviços e equipamentos (computadores, periféricos, telecomunicação,

automação industrial e componentes). Ressalte-se que a diretriz da política industrial tinha como intenção garantir o crescimento autossustentado, ou seja, permitir que o crescimento fosse realimentado pelos próprios agentes da economia, justificando assim a inclusão da microeletrônica no âmbito da política de informática. Ripper Filho (2004, p.10) ainda apresenta a estratégia utilizada para com as indústrias do setor de microeletrônica:

A estratégia para estabelecer a indústria de microeletrônica compreendia: a atuação de empresas brasileiras, inclusive algumas de porte financeiro compatível com o desafio e um laboratório financiado pelo governo e estreitamente articulado com as empresas para assegurar o desenvolvimento continuado das tecnologias necessárias para manter a competitividade das empresas no mercado interno e no mercado externo.

A lei de informática (1984) impactou tanto no que tange à produção de bens de consumo de produtos tecnológicos nos Brasil, como também nas pesquisas e desenvolvimento de novas tecnologias que seriam responsáveis por manter a capacidade concorrencial dessa indústria no Brasil e no exterior. No que tange à etapa de produção de equipamentos e componentes, a lei de informática estimulava de várias maneiras e em várias etapas do sistema produtivo brasileiro. Ripper Filho (2004, p.12) apresenta de qual forma eram feitos tais incentivos:

No que se refere a empresas de microeletrônica, foi inserido na lei de informática um pacote de incentivos fiscais, não só para as empresas que assumissem o compromisso de implantar o ciclo completo (*front e back end*) como para os usuários desses componentes (podiam considerar em dobro o custo dos componentes para efeitos de imposto de renda).

Porém a migração intensa de empresas líderes mundiais do setor para o Brasil ocorreu de forma inviável ao desenvolvimento economicamente sustentável do setor. Simiqueli (2008, p.17) apresenta três razões para que a indústria nacional, mesmo aumentando sua

produção, não tenha conseguido diminuir a sua dependência em relação aos países centrais.

O primeiro ponto está atrelado às barreiras de entrada já que as empresas já estabelecidas no Brasil e que contavam com todas as vantagens de um mercado protegido tinham o aporte financeiro de suas sedes internacional. Tais barreiras tiveram dois efeitos: inviabilizar o surgimento de uma indústria de microeletrônica nacional e comprometer a competitividade da indústria nacional como um todo. O primeiro efeito está na capacidade de escala que as indústrias multinacionais produziam, a qual inviabilizava pequenas iniciativas, e o segundo efeito está na não necessidade de acompanhar a vanguarda tecnológica devida à impossibilidade de entrada de novos concorrentes internacionais. A segunda característica importante da indústria de microeletrônica no Brasil foi a falha na formação de recursos humanos nacionais, o autor escreve que como o país importava máquinas e equipamentos, a mão de obra era qualificada de forma a saber como instalar e operar tais bens de capital, não sendo capaz de vir a desenvolver sistemas nacionais. Por fim, a ausência de políticas de transferência de tecnologia, uma vez que os bens de capital utilizados na produção eram, em sua grande maioria, importados sem que houvesse uma transferência de *know-how* para a indústria doméstica.

As mudanças ocorridas no cenário econômico internacional e os respectivos desdobramentos sobre a economia fizeram com que o papel do estado na economia fosse revisto e reestruturado ao longo da década de 1980. 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 à inviabilizar projetos de pesquisa em tecnologia. Dessa forma, todo o sistema nacional de inovação, que tinha na relação estatal e universidade seu principal motor, perde a base de sustentação. Os desdobramentos desse mostrar-se-ão relevante para a compreensão da evolução do setor no Brasil.

Como colocado anteriormente por Ripper Filho (2004), a importância do relacionamento dos laboratórios com empresas do setor não foi aprimorado no cenário brasileiro, ficando a dinâmica industrial inovativa limitada aos interesses da estatal. Com o desenrolar da década de 1980, e as mudanças no perfil do papel do estado na economia, a

única fonte da dinâmica tecnológica do setor se esvai, devido principalmente ao recuo da estatal. Os pesquisadores, em sua grande parte lotada em universidades, continuam suas pesquisas, porém de forma mais acadêmica, agora com mínima relação com a indústria.

Com o passar dos anos e a escalada da microeletrônica para a consolidação como paradigma tecnológico, reviveu o interesse de desenvolvermos esse setor no Brasil. Percebeu-se que era importante que se desenvolvesse no Brasil uma indústria capaz de processar todas as etapas do processo produtivo, devido à rede produtiva envolvida para suprir com componentes um setor de tal porte. Isso implicava em se ter profissionais e equipamentos desde a fase de projeto dos componentes até a fase de encapsulamento. Para tanto, implicava financiamento de maior aporte e uma parceria mais direta entre o capital privado nacional e o incentivo estatal. Ripper Filho (2004, p.10) apresenta as empresas que firmaram parceria com o governo em 1989.

Depois de várias rodadas de negociação foram selecionados dois grandes grupos empresariais (Itaú e Docas de Santos), que aceitaram assumir o compromisso de implantar o ciclo completo em circuitos integrados de silício. A esses dois grupos se juntou o grupo Machline, que comprou por um valor relativamente pequeno a fábrica da Philco/RCA, em Contagem, [...]. Surgiram assim, a Itaucom, a Elebra Microeletrônica e a SID Microeletrônica.

As propostas destinadas às empresas do setor foram de modo que os subsídios gerados pelo governo garantiriam as expectativas dos empresários que investiriam. Porém, os empreendimentos apenas se viabilizariam economicamente se tais incentivos fossem contínuos e se tivesse um bom cenário macroeconômico. A conjuntura macroeconomia brasileira influenciou diretamente na política industrial do país, fazendo com que o setor de microeletrônica fosse relegado ao segundo plano. Os incentivos não eram suficientes, mesmo sendo postergados por mais algum tempo, não sendo capazes de viabilizar os projetos de investimento dos grupos econômicos. Ripper Filho (2004, p.12) descreve essa situação da seguinte maneira:

A crise financeira provocada pelo colapso do plano Cruzado obrigou a Elebra a abandonar seus planos, obtendo a concordância da SEI para

vender suas operações de CIs de silício para a Itaucom, de optoeletrônicos para a AsGa Microeletrônica e abandonando seu projeto de fabricação de fibras ópticas.

A indústria e microeletrônica seguiria então 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 bastante 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.

A busca pela realocação da produção dentre os grupos nacionais se mostraria uma tentativa frustrada de postergar um inevitável desmantelamento da produção, desmantelamento esse acelerado pela implementação dos planos econômicos do final da década de 1980 e início de 1990. Melo, Rios e Gutierrez (2002, p.16) apresentam argumento similar à justificativa para 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 o setor de tecnologia estava condenado. As empresas nacionais ainda não haviam atingido um estágio de desenvolvimento tecnológico suficiente para a concorrência internacional, inviabilizando-se qualquer tipo de produção nacional de microeletrônica, forçando as empresas que ainda tentavam continuar no mercado à importar a maioria dos componentes antes desenvolvidos e produzidos em território nacional, tornando assim meras montadoras de produtos finais. Os casos são expostos por Ripper Filho (2004, p.14):

Com o colapso do mercado de componentes em 1990, 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 o *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 conseguiu sobreviver, 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) trazem 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. Melo, Rios e Gutierrez (2002, p.16) escrevem um resumo a respeito de como ocorreu o encadeamento que levou as empresas que pertenciam à vulnerável cadeia produtiva brasileira de microeletrônica à encerrarem seus projetos e atuações na economia:

Uma vez extintas as empresas que projetavam bens de informática, foi extinta também a Vértice, assim como a estrutura de projetos de semicondutores da Itaucom, a qual manteve sua linha de encapsulamento de memórias. Já a Sid Microeletrônica gradativamente diminuiu seu ritmo de produção até encerrar suas atividades em outubro de 2000. A Asga, empresa controlada por antigo executivo da Elebra Microeletrônica, abandonou a produção de componentes optoeletrônicos, cuja tecnologia havia sido desenvolvida pelo CPqD. Quanto às fabricantes estrangeiras, viram-se frente à competição com similares importados, oriundos de plantas mais modernas e com maior grau de

concentração, ao mesmo tempo em que fechavam as portas diversos de seus clientes brasileiros. A transferência de quase todas as fábricas para outros países foi imediata.

Foi projetada a construção de um laboratório governamental que trabalharia em total sincronia com as empresas desenvolvendo, testando, aperfeiçoando técnicas, equipamentos e seguindo, assim, a Lei de informática que tinha como objetivo paralelo desenvolver o parque industrial tecnológico no Brasil. O intuito era de garantir a pesquisa e o desenvolvimento das tecnologias que sustentariam a produção. Para tanto, Ripper Filho (2004) relembra que o projeto estimava uma fábrica de porte pequeno e flexível, porém com o ciclo completo de produção, juntamente com laboratórios complementares responsáveis por desenvolver e testar novos processos desenvolvidos por empresas ou outras entidades (universidades, laboratórios, empresas). Esse modelo seria aproveitado futuramente para o planejamento do segmento de *front end* da Elebra.

Novamente a dinâmica da economia nacional se apresentou como um empecilho à aplicação tanto da unidade fabril proposta quanto do laboratório. Como a crise dos anos 1980 abalou as empresas nacionais, estas não geraram demanda suficiente para que se tivesse a necessidade de implementação do laboratório. Além disso, as empresas nacionais diminuíram consideravelmente o seu nível de investimento em pesquisa. Ripper Filho (2004, p.12) descreve essa situação:

Infelizmente, apesar de aprovado, o plano nunca foi implementado como projetado. Em parte, isso ocorreu pelo atraso das empresas em implementar seus projetos, reduzindo as pressões políticas que dariam ao Instituto de Microeletrônica do CTI sua sustentação política.

O que pode ser notado é que a indústria de microeletrônica no Brasil sempre foi considerada periférica na dinâmica industrial nacional: enquanto que a indústria mundial migrava a tecnologia industrial tendo a microeletrônica como o fator chave, no Brasil ela se manteve como uma provedora de componentes para bens finais. O pouco desenvolvimento que se obteve esteve atrelado à dinâmica da estatal e às pesquisas realizadas em laboratórios acadêmicos.

O governo, que do início de 1950 até meados de 1970, estava funcionando como o motor que impulsionava o desenvolvimento do setor, com as mudanças de 1980 e 1990 não apenas deixa de ser a fonte de dinâmica, como passa a impactar negativamente no desenvolvimento da microeletrônica. A mudança vetorial deve-se principalmente pela opção da política fiscal e comercial adotada no início dos anos 1990 para controlar a inflação. A consequência dessas políticas no setor de microeletrônica foi notada na drástica diminuição dos incentivos governamentais à produção. Uma das ações políticas que contribuíram para o fim precoce do setor de tecnologia no Brasil foi a renovação das concessões à Zona Franca de Manaus. A análise desta questão também faz parte do trabalho de Ripper Filho (2004, p. 14):

O fim da indústria de componentes semicondutores ocorreu em duas fases. A primeira ocorreu com a criação da Zona Franca de Manaus, para onde se transferiu toda a produção de bens eletrônicos de consumo (rádios, TVs, som, etc.) e que passaram a ser produzidos com tecnologia estrangeira, recebendo dos fornecedores da tecnologia todos os insumos principais, inclusive os componentes semicondutores. Isso tirou da indústria localizada no País o acesso a esse importante mercado.

A segunda fase de desmantelamento da indústria de microeletrônica brasileira viria com o anúncio da abertura para a importação de equipamento sem restrição comercial, sancionada pelo governo Collor. Com esse movimento, segundo Ripper Filho (2004), o governo assumira de uma vez por todas a opção por compra de componentes da microeletrônica, transferindo a responsabilidade e a autonomia da produção para o exterior e inviabilizando assim qualquer tipo de empreendimento produtivo no Brasil.

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), em 2002 um plano razoavelmente abrangente foi elaborado por um grupo de consultores e atores envolvidos no setor.

Após entendermos como se deu o desenrolar do setor de microeletrônica no Brasil, passaremos agora a analisar datas mais contemporâneas para elucidar quais os tipos de iniciativas vêm sendo desenvolvidas. 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 em Julho de 2001 e iniciada em 2002. Tal política visa 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 e MENDES, 2009)

O programa de microeletrônica proposto pelo MCT e apresentado pela equipe de Araújo (2002, p.28) previa como mecanismos de promoção do setor quatro tipos de incentivos: fiscal, crédito, capacitação tecnológica e facilitação do processo de comercialização para aquisição de insumos, equipamentos e venda de produtos. O incentivo fiscal é dado a partir da redução ou eliminação de taxas, contribuições e impostos federais e estaduais; Em seguida, com o estímulo via crédito, criando financiamentos por meio das agências de desenvolvimento, com taxas reduzidas ao investimento, P&D e comercialização. Por fim o esforço na capacitação tecnológica a partir de formação de recursos humanos e bolsas de fomento tecnológico. Além dessas formas de impulso ao setor o programa, ainda pôde agir de modo a melhorar logísticas e alfândega, desburocratizar os trâmites de importação e exportação e instituir políticas de compras governamentais.

Partindo das formas de apoio passíveis de serem aplicadas atualmente com o intuito de fomentar o setor, o PNM apresenta duas frentes para as quais suas políticas serão direcionadas a fim de dinamizar o setor e propiciar futuramente a autos-sustentação do mesmo: oferta e demanda. Justifica-se esta preocupação uma vez que não é suficiente o estímulo apenas das forças de mercado para se obter uma dinâmica capitalista no setor (ARAÚJO, 2002). Primeiro o trabalho apresentará o esforço de alavancagem planejado pelo lado da oferta, uma vez que se trata do lado com maior debilidade e que reflete diretamente na balança comercial do Brasil. O lado da demanda será

estudado em seguida, apresentando a percepção governamental quanto à necessidade de um mercado nacional consumidor de bens microeletrônicos de consumo e de capital, bem como as ações planejadas para sua dinamização.

A partir da principal política setorial para a microeletrônica no Brasil, o trabalho dissertará a respeito de como vêm sendo construídos os novos arranjos institucionais em torno da microeletrônica, entendendo a importância de se considerar os acontecimentos do passado nessa nova construção.

A necessidade de ampliar a cadeia produtiva brasileira no setor de microeletrônica faz com que o lado de incentivo à oferta dentro do PNM seja considerado mais importante devido ao déficit existente do setor na economia nacional. Para se fomentar essa indústria, como para qualquer outra, é importante fazer uma avaliação das subdivisões da cadeia produtiva para que a ação governamental possa realmente ser impulsionadora da dinâmica industrial e não apenas uma medida isolada da cadeia produtiva, sem causar os encadeamentos produtivos desejados. Posto isto, o setor de microeletrônica pode ser subdividido entre três grandes áreas: projeto, fabricação e encapsulamento/testes. Estas são denominadas tecnicamente como *Design Houses*, *Foundry* e *Back-ends* respectivamente.

Segundo Araújo (2002), as *Design Houses* (DH) se apresentam como sendo o caminho mais rápido, barato e necessário para o início do desenvolvimento do setor, sendo responsáveis pelo projeto dos circuitos integrados. O Plano Nacional de Microeletrônica concentra-se no desenvolvimento desse segmento, principalmente por suas especificidades, tais como: custo de investimento físico e intelectual, maturação dos projetos e indispensabilidade para o afloramento dos demais segmentos.

O PNM apresenta oito objetivos almejados para o segmento das *Designs Houses*, como apresentado por Araújo (2002, p.35):

- a) Ampliar a capacitação de recursos humanos na área de projetos de circuitos integrados (CI), visando atender às necessidades de empresas de design e instituições de ensino e pesquisa.
- b) Atrair para o Brasil atividades de design desenvolvidas internacionalmente por empresas do setor de TIC (INTEL, AMD, Ericsson, NEC, Nokia, Bosch, Siemens, etc.).

- c) Atrair para o Brasil empresas internacionais independentes, especializadas em *design*.
- d) Estimular a formação de *design-houses* brasileiras e/ou atividades de projeto de CI em empresas brasileiras de TIC.
- e) Estimular o desenvolvimento da engenharia de produto de bens finais no Brasil, com foco em sistemas do complexo eletrônico.
- f) Estimular o desenvolvimento de ferramentas de CAD eletrônico por software houses no Brasil.
- g) Criar sinergias e economias externas para centros de *design* através da criação de centros tecnológicos dotados de infraestrutura avançada de telecomunicações, software especializado, estações de trabalho e bibliotecas de uso compartilhado.
- h) Aumento da competitividade da indústria nacional, em vários setores da economia, através do desenvolvimento de produtos diferenciados e maior agregação de valor.

Responsável pela fabricação de fato dos circuitos integrados e demais componentes da indústria de microeletrônica, as *Foundries*, diferentemente das *Design House*, exigem uma formação de capital fixo muito maior, necessitando de um maior aporte financeiro e incentivos mais diretos ao seu desenvolvimento. Quanto ao modo técnico de fabricação dos produtos da microeletrônica, Araújo (2002, p.42) apresenta as características de produção almejada pelo Programa Nacional de Microeletrônica:

As perspectivas de evolução tecnológica da indústria permitem antever que a micro fabricação de silício é uma tecnologia habilitadora ou capacitadora para inúmeros segmentos de potencial futuro, e portanto é estratégico não abdicar da capacidade de desenvolver no Brasil um nível crescente de competência nesta área e em tecnologias a ela relacionadas

O último segmento que é tratado por Araújo (2002) no Programa Nacional de Microeletrônica é o encapsulamento e testes dos componentes que foram projetados pelas DH e produzidos nas *Foundries*. O *Back-end* não exige o nível de investimento em capital,

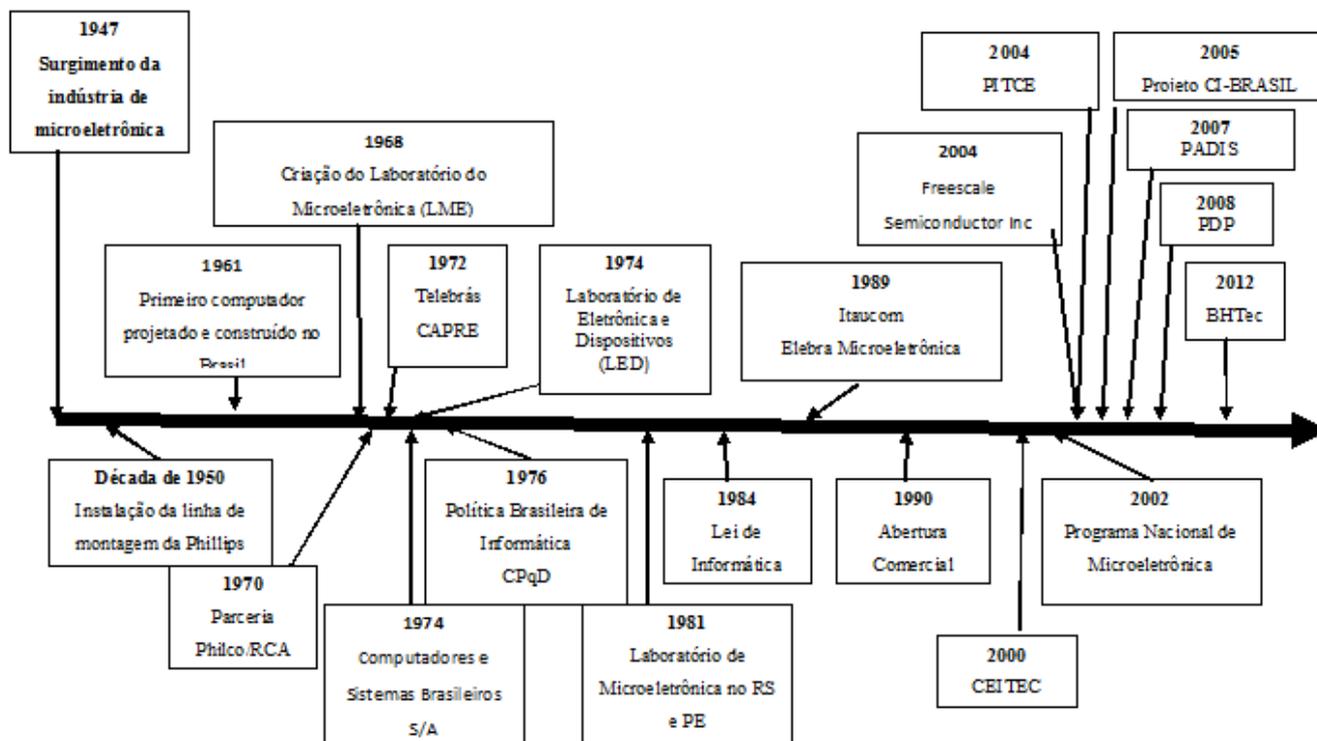
recursos humanos, e tecnologias necessárias nas demais etapas, porém é estratégico que a economia nacional apresente essa fase da produção também internalizada, uma vez que é nesta que se concentra a finalização dos produtos destinados ao mercado e sua ausência pode gerar empecilhos comerciais e logísticos.

O desenvolvimento de um setor industrial em um país está atrelado ao desenvolvimento tecnológico e institucional do mesmo e é nesse ponto que o desenvolvimento da demanda por produtos do setor de microeletrônica torna-se um dos fatores de dinamização do setor industrial. Segundo Araújo (2002), o PNM abarca em seu conteúdo medidas e ações a serem implementadas para incentivar o maior consumo por parte da indústria brasileira de componentes microeletrônicos. Mesmo sabendo do atual déficit comercial do setor, o programa preza pelos encadeamentos de valor produzidos pela microeletrônica.

Para obter respostas do setor demandante de bens e produtos da indústria em questão, o PNM utiliza uma série de mecanismos e instrumentos para o fomento (ARAÚJO, 2002, p.29). O primeiro mecanismo trata-se do incentivo à criação de grupos de engenharia de chips oriundos de empresas internacionais, a fim de passar para as *Designs Houses* brasileiras a demanda por determinado produto. Outro mecanismo utilizado pelo programa é o fornecimento de créditos de IPI para compradores de componentes projetados, produzidos ou encapsulados no Brasil, bem como isenção de IPI para *foundries* e empresas de *back-end* instaladas no Brasil. Por último, organizar o poder de compra da esfera federal, estadual e municipal a fim de viabilizar encomendas tecnológicas no país de base eletrônica.

Para finalizar essa seção foi construída uma linha cronológica da indústria e microeletrônica no Brasil, apresentada na figura 6. Nela estão os principais acontecimentos referentes ao setor de modo que o leitor, ao apreciá-la, possa entender de que forma o setor comportou-se durante o período analisado, em contraponto com a economia brasileira, e o comportamento do paradigma tecnológico da microeletrônica. A partir da apreciação da figura percebe-se que grandes partes dos avanços da indústria de microeletrônica no Brasil se concentraram na década de 1960 e 1970, no momento em que a tecnologia vinha sendo desenvolvida. Já nos anos que se seguiram, enquanto o paradigma tecnológico se firmava, o cenário nacional era configurado por iniciativas individuais e recuo das atividades da indústria de microeletrônica.

Figura 6 - Linha do Tempo da Indústria Nacional de Microeletrônica



3.8 DADOS DA INDÚSTRIA BRASILEIRA DE MICROELETRÔNICA

Ao analisar a composição das empresas inseridas na economia brasileira, o trabalho construiu o quadro 12 o qual traz as principais empresas atuantes no Brasil no setor de microeletrônica 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 encadecamento produtivo foi financiada com divisas governamentais, o CEITEC.

Quadro 12 – Principais empresas atuantes no mercado brasileiro até 2011.

| Nome da Empresa | Ano de Fundação | Elo de atuação | Capital | Origem |
|--|-----------------|---------------------------------|---------|---------------|
| Aegis Semicondutores | 1982 | <i>Foundry</i> | Privado | Nacional |
| C.E.S.A.R | 1996 | <i>Design House</i> | Privado | Nacional |
| CEITEC S.A Semicondutores | 2008 | <i>Fabless</i> | Público | Nacional |
| Centro de tecnologia da informação Renato Archer | 1982 | <i>Design House</i> | Público | Nacional |
| Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste | 2005 | <i>Design House</i> | Público | Nacional |
| Chipus | 2008 | <i>Design House</i> | Privado | Internacional |
| CT-PIM | 2003 | <i>Design House</i> | Privado | Nacional |
| DF Chip | 2010 | <i>Design House</i> | Público | Nacional |
| DHBH Microeletrônica | 2009 | <i>Design House</i> | Público | Nacional |
| Eldorado | 1997 | <i>Design House</i> | Privado | Nacional |
| Epcos | 1953 | <i>Design House/foundry</i> | Privado | Internacional |
| Excelchip | 2008 | <i>Fabless</i> | Privado | Internacional |
| Floripa Design House | 2009 | <i>Design House</i> | Público | Nacional |
| Freescale Semicondutores | 1997 | Fabless | Privado | Internacional |
| Idea! Electronic System | 1997 | <i>Design House</i> | Privado | Nacional |
| Itaúsa. | 1983 | <i>Foundry/Back- end</i> | Privado | Nacional |
| Laboratório de Sistemas Integráveis da Escola | 1975 | <i>Design House</i> | Público | Nacional |

| | | | | |
|--|------|---------------------|---------|---------------|
| Politécnica da Universidade de São Paulo | | | | |
| LSI-TEC | 1999 | <i>Design House</i> | Privado | Nacional |
| Minasic | 1987 | <i>Design House</i> | Privado | Nacional |
| NPCI-UFRJ | - | <i>Design House</i> | Público | Nacional |
| NSCAD microeletrônica | 2005 | <i>Design House</i> | Privado | Internacional |
| Oberthur Card Systems | 2003 | <i>Back-End</i> | Privado | Internacional |
| Perceptia™ IP e Design Services | 2003 | <i>Design House</i> | Privado | Nacional |
| Semp Toshiba | 1996 | <i>Design House</i> | Privado | Internacional |
| SENAI-CIMATEC | 2002 | <i>Fabless</i> | Público | Nacional |
| Semikron | 1951 | <i>Foundry</i> | Privado | Internacional |
| SiliconReef | 2009 | <i>Design House</i> | Privado | Nacional |
| Smart Modular Technologies | 1990 | <i>Back-end</i> | Privado | Internacional |
| SMDH | 2009 | <i>Design House</i> | Privado | Nacional |
| TE@I2 | 2008 | <i>Design House</i> | Privado | Nacional |
| Wernher von Brauns | 1997 | <i>Design House</i> | Privado | Internacional |
| Aegis Semicondutores | 1982 | <i>Foundry</i> | Privado | Nacional |

Fonte: Elaborado pelo autor a partir do relatório do CI-Brasil, Setembro de 2011

Comtemplando então 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. Assim, Araújo (2002) infere que o governo almeja que as empresas criadas em um ambiente de fomento, com o passar dos anos, demandarão cada vez componentes da indústria de microeletrônica. Seguindo então a dinâmica do setor, com essa demanda poderíamos viabilizar a fabricação nacional de *chips*, nacionalizando assim parte da produção dos componentes utilizados no Brasil. Uma alternativa mais plausível ao amadurecimento desse 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*. Seu negócio, anteriormente descrito, proporciona visibilidade no mercado consumidor, até porque os produtos saem com a marca da empresa. O volume de recursos necessários para a estruturação de uma *fabless*, entretanto, é bem maior, não somente para comandar toda uma cadeia de fornecedores, incluindo a administração de estoques, como para a realização do projeto.

Além do PNM, outro fator veio influenciar o comportamento do setor de microeletrônica no Brasil. A Zona Franca de Manaus é uma região do estado brasileiro que merece ser tratada separadamente devido à sua importância do cenário da indústria de microeletrônica nacional. A Zona Franca de Manaus (ZFM) foi criada sob os ideais do Plano de Ação Econômica do Governo (PAEG) em 1967 por um decreto-lei que visava o desenvolvimento de uma dinâmica capitalista na região por meio de incentivos fiscais e comerciais. Segundo Ferreira (1994), a região concentra boa parte da indústria de microeletrônica, sendo assim, essa seção do trabalho será dedicada a apresentar dados a respeito da microeletrônica na ZFM.

A situação da região amazônica frente ao desenvolvimento do país sempre foi considerada atrasada devida, entre muitas variáveis, à distância do centro dinâmico do país (Sudeste), às dificuldades naturais da região e ainda à falta de uma atividade capitalista capaz de dinamizar sua economia. A Zona Franca de Manaus desde a sua criação conta com uma série de incentivos fiscais para a atração de indústrias, ou seja, o governo federal incentiva por meio da isenção completa ou percentual de impostos aos processos produtivos realizados na região, sendo os principais: Imposto de Importação (II), que garante uma redução de 88% sobre os insumos destinados à industrialização de bens de informática; isenção do Imposto sobre produtos industrializados (IPI); e redução de 75% do Imposto de Renda (IR).

Por essas medidas percebemos a tentativa do governo de impor uma dinâmica industrial e tecnológica sobre um arranjo institucional inadequado. Assim sendo, percebe-se que as empresas atuantes passaram a utilizar a concessão segundo seus interesses, no caso, utilizando-a de porta de entrada para o mercado brasileiro. Segundo Ferreira (1994), o governo exige uma série de contrapartida das indústrias visando o desenvolvimento da economia regional, sendo elas: comprimento do processo produtivo básico, geração de emprego na região, concessão de benefícios sociais aos trabalhadores, níveis crescentes de produtividade e competitividade, reinvestimento dos lucros na região e investimento na formação e capacitação de recursos humanos para o desenvolvimento científico e tecnológico.

Para que se possa entender a importância da ZFM no cenário da microeletrônica nacional, pode-se analisar a composição das 10 maiores empresas localizadas na região quanto ao setor inserido, à origem do controle acionário e ao valor das vendas apresentados no quadro 13. A Moto Honda no setor de auto indústria vem liderando o quadro com um

faturamento de US\$ 4,4 bilhões. Em seguida percebe-se o domínio das empresas de eletroeletrônico, onde a Samsung de capital coreano aparece na segunda colocação com cerca de US\$ 3,8 bilhões em vendas em 2011, seguida pela finlandesa Nokia com US\$ 1,9 bilhões e em terceiro lugar a LG, também coreana, com vendas de US\$ 1,6 bilhões. Em oitavo e nono lugares temos mais duas empresas do setor, a Philips e a Semp Toshiba que juntas venderam em 2011, US\$ 1,6 bilhões. Importante salientar ainda a origem das empresas líderes de vendas localizadas na SFM, em sua grande maioria de origem internacional.

Quadro 13 – 10 maiores empresas instaladas na ZFM em 2010

| Empresa | Setor | Controle acionário | Vendas em US\$ milhões |
|-----------------------------|------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Moto Honda | Auto indústria | Japonês | 4.474,70 |
| Samsung | Eletroeletrônico | Coreano | 3.832,80 |
| Nokia | Eletroeletrônico | Finlandês | 1.905,40 |
| LG – AM | Eletroeletrônico | Coreano | 1.634,10 |
| Petróleo Sabbá | Atacado | Brasileiro | 1.298,70 |
| Eletróbrás Amazonas Energia | Energia | Estatal | 1.249,30 |
| Procter & Gamble | Bens de Consumo | Americana | 1156,20 |
| Philips da Amazônia | Eletroeletrônico | Holandês | 1.069,2 |
| Semp Toshiba – AM | Eletroeletrônico | Brasileira | 671,6 |
| Arasuco | Bens de Consumo | Belga | 648,1 |

Fonte: Revista Exame, 2011.

A partir de dados coletados juntos à Superintendência da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA, 2011), infere-se a importância do setor de microeletrônica tanto na produção de bens finais como na produção de componentes destinados a outros bens de consumo. A tabela 04 mostra que o setor de eletrônicos representou no ano de 2010 um faturamento maior que US\$ 12 bilhões, quase o dobro do que observado pelo subsetor Duas rodas. Se considerarmos ainda o quarto colocado, com cerca de US\$ 4 bilhões, tem-se que a microeletrônica está

intensamente presente em quase metade do faturamento total das empresas beneficiadas pela ZFM.

Tabela 4 - Principais produtos da Zona Franca de Manaus no ano de 2010.

| Subsetores | Participação (%) | Faturamento (US\$ 1.000) |
|----------------------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Eletroeletrônico | 35,11 | 12.339.853 |
| Duas Rodas | 19,86 | 6.980.139 |
| Químico | 11,97 | 4.207.181 |
| Bens de Informática | 9,67 | 3.399.953 |
| Metalúrgico | 7,01 | 2.462.202 |
| Termoplástico | 5,17 | 1.815.376 |
| Mecânico | 4,21 | 1.478.483 |
| Isqueiros, Canetas e Barbeadores | 1,92 | 675.205 |
| Relojoeiro | 1,44 | 506.445 |

Fonte: SUFRAMA, 2011.

Relembrando as empresas atuantes no Brasil apresentadas anteriormente, segunda a SUFRAMA (2011) o Centro Ciência, Tecnologia e Inovação do Polo Industrial de Manaus (CT-PIM) comporta-se como um catalisador da microeletrônica na Zona Franca de Manaus, sendo responsável por firmar parcerias com instituições locais, nacionais e internacionais. O centro firmou uma série de parcerias com o intuito de desenvolver o polo industrial de Manaus a partir do desenvolvimento da indústria de microeletrônica na região. Algumas empresas que estão atuando na ZFM, fruto das ações de incentivo e pelo intermédio do CT-PIM, são elas: a alemã VDI/VDE Innovation, que firmou convênio para a fabricação experimental de semicondutores específicos; a francesa Le Pôle Minatec, responsável por treinamento em micro e nanotecnologia; a belga IMEC, que também firmou convênio para formação de recursos humanos; e a Fraunhofer Gesellschaft que atuará em integração de sistemas, encapsulamento e sistemas microeletromecânicos.

O Projeto Perspectivas do Investimento no Brasil (PIB), coordenado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) entre 2008 e 2010, fornece perspectivas de longo prazo do investimento na economia brasileira. O setor de microeletrônica vem inserido no relatório “Perspectivas de Investimento em Eletrônica” produzido sobre

a coordenação de Bampi (2009). Dentro do estudo os autores identificam o grupo CNAE 26.1 - Fabricação de componentes eletrônicos - como sendo da indústria de microeletrônica, o qual é composto pelas seguintes atividades:

- Fabricação de capacitores e condensadores eletrônicos;
- Fabricação de microprocessadores;
- Fabricação de placas de circuito impresso;
- Fabricação de conectores eletrônicos;
- Fabricação de tubos catódicos e tubos de imagens;
- Fabricação de circuitos integrados (analógico, digital ou híbrido);
- Fabricação de diodos, transistores e componentes semelhantes;
- Fabricação de indutores (p.ex.: reatores, bobinas, transformadores eletrônicos);
- Fabricação de solenóides, interruptores e transdutores para aplicações eletrônicas;
- Fabricação de semicondutores, acabados ou semiacabados;
- Fabricação de placas de interface (p.ex.: som, vídeo, controladores de rede);
- Fabricação de componentes de displays, telas e mostradores (plasma, polímero, lcd);
- Fabricação de diodos emissores de luz (led).

Utilizando a classificação do relatório acima citado, foram levantados os números de empresas e o número de empregados do setor no Brasil. A partir desses dados foi construída a tabela 05, a qual foi adicionada o tamanho médio das empresas por número de funcionários. Vale destacar o comportamento do Estado do Amazonas, o qual apresenta o maior tamanho médio das empresas, 477 empregados por estabelecimento, caracterizando-se pela Zona Franca de Manaus e pelas atividades que se utilizam da mão de obra barata para realizar atividades de baixo valor agregado, em suma encapsulamento.

Tabela 5 - Número de estabelecimentos, empregados e tamanho médio das empresas do setor de microeletrônica do Brasil em 2007, 2010 e 2013

| | 2007 | 2010 | 2013 |
|------------------|--------|--------|--------|
| Estabelecimentos | 865 | 949 | 969 |
| Empregados | 42.805 | 39.200 | 45.326 |
| Tamanho médio | 49,5 | 41 | 46,5 |

Fonte: Elaboração a partir dos dados do MTE. Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), 2015.

Apresentado o número de estabelecimentos, o trabalho destaca a seguir a quantidade de empresas que inovaram entre 2005 e 2011 a partir dos dados coletados juntos ao IBGE na Pesquisa de Inovação (PINTEC). A partir da análise da tabela 06, percebe-se que entre 2005 e 2008 130 empresas implementaram inovação em produto, contra 136 inovações em processo. Dentro das inovações em produto, as que apresentaram avanços tecnológicos à empresa particularmente foram 71; enquanto que aquelas as quais foram novidade para o mercado nacional, porém existente no mundo, foram 58; e de inovação para o mundo tivemos apenas uma. Nas inovações de processo percebe-se que uma grande maioria (95%) tratou-se de inovações para a própria empresa. Em 2011 as inovações de processo superaram em 20% as inovações em produto, sendo a maioria das inovações novidade para empresa, mas já existentes no cenário nacional.

Tabela 6 - Empresas que implementaram inovações no setor de fabricação de componentes eletrônicos entre 2005 a 2011

| Tipo de Inovação | 2008 | 2011 |
|---|------|------|
| Inovação de produto | 130 | 168 |
| Novo para a empresa, mas já existente no mercado nacional | 71 | 152 |
| Novo para o mercado nacional, mas já existente no mercado mundial | 58 | 13 |
| Novo para o mercado mundial | 1 | 2 |
| Inovação de processo | 136 | 205 |
| Novo para a empresa, mas já existente no setor no Brasil | 129 | 190 |
| Novo para o setor, mas já existente em termos mundiais | 7 | 15 |
| Novo para o setor em termos mundiais | - | - |

Fonte: IBGE – PINTEC, 2014.

Seguindo na caracterização do setor de microeletrônica no Brasil, o trabalho levantou dados na Pesquisa Industrial Anual (PIA) de modo a mensurar o comportamento de cada um dos principais segmentos do setor. Para tanto, o trabalho elegeu na pesquisa as seguintes rubricas na Classificação Nacional de Atividades Econômicas 2.0 (CNAE):

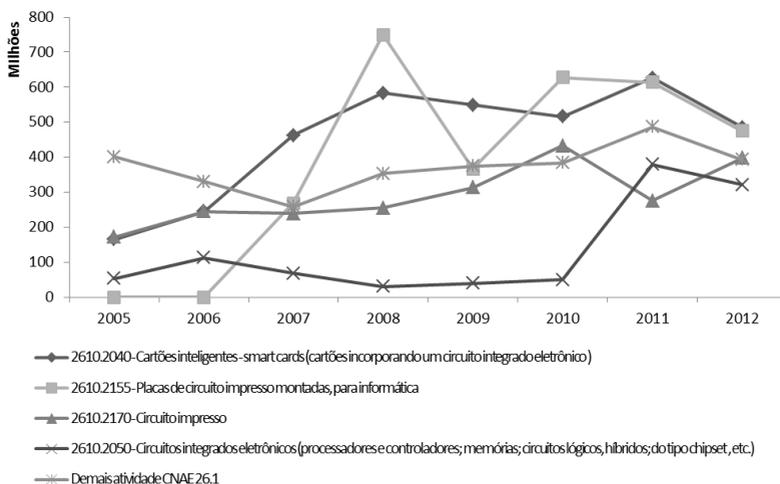
- 2610.2040 Cartões inteligentes - smart cards (cartões incorporando um circuito integrado eletrônico);
- 2610.2155 Placas de circuito impresso montadas, para informática;
- 2610.2170 Circuito impresso;
- 2610.2050 Circuitos integrados eletrônicos (processadores e controladores; memórias; circuitos lógicos, híbridos; do tipo chipset , etc.);
- Demais atividades da CNAE 26.1 (2610.2060 - Materiais eletrônicos básicos, não especificados; 2610.2010 - Cabos de impressora, de monitor, USB e semelhantes; 2610.2070 - Conectores para circuito impresso; 2610.2120 - Partes ou peças para circuitos integrados eletrônicos; 2610.2130 - Partes ou peças de outros tipos para montagem de semicondutores; 2610.2090-Lâmpadas, tubos ou válvulas , eletrônicos, não especificados; 2610.2190-Soquetes para microestruturas eletrônicas.).

Os produtos escolhidos para a construção dos dados da microeletrônica no Brasil podem ser identificados segundo a atividade desenvolvida por cada segmento da indústria. Os cartões inteligentes – smart cards se tratam de atividades tanto de *foundry* nível 1 como também de encapsulamento, no entanto grande parte da produção brasileira está atrelada a produção da Zona Franca de Manaus, de forma que as memórias são importadas e encapsuladas em território nacional. A segunda CNAE escolhida seria aquela de atividade de *foundries* nível 2 e nível 3, sendo a atividade de maior tecnologia e valor agregado do segmento. As demais CNAEs se justificam por se tratarem dos componentes necessários à produção de circuitos integrados, sendo insumos imprescindíveis à atividade industrial.

Analisando os números abaixo, pode-se notar em quais segmentos a indústria brasileira está inserida na microeletrônica. 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), apresenta 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*. As demais rubricas demonstram a inexpressividade da indústria nacional, de forma que suas respectivas produções não ultrapassam R\$ 100 milhões em nenhum momento da série. 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.

Gráfico 4 - Evolução do valor produção industrial brasileira de Microeletrônica de 2005 a 2012.

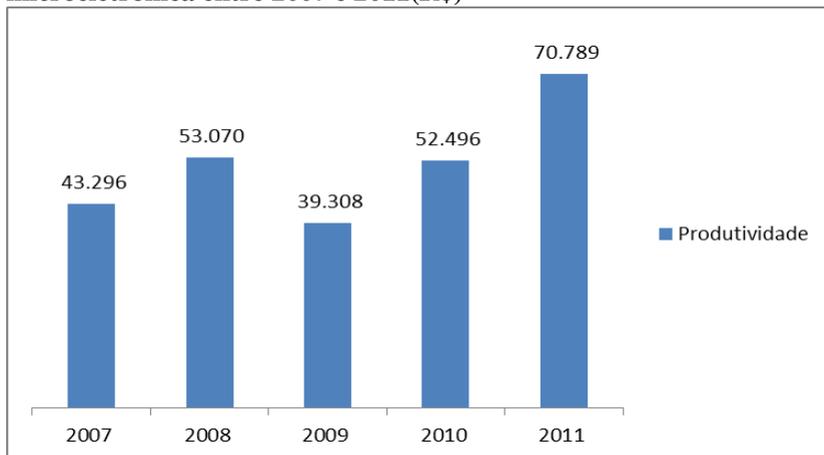


Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PIA/IBGE de 2001 a 2012

A partir do gráfico 05 e a produtividade do setor de microeletrônica, pode-se notar que o crescimento da variável nos últimos anos esteve, entre outros aspectos, atrelado ao início das

atividades do CEITEC e à produção de circuitos integrados. Como apresentado no gráfico 04, os cartões inteligentes, que entre 2007 e 2008 quase que dobraram o valor da sua produção, teriam impactado de forma a aumentar em 23% a produtividade da indústria. Já a atividade de fabricação de circuitos integrados, que chegou próximo a R\$ 500 milhões em 2011, promoveu dentre outros fatores um acréscimo de produtividade de 34%.

Gráfico 5 - Evolução da produtividade da indústria de microeletrônica entre 2007 e 2011(R\$)



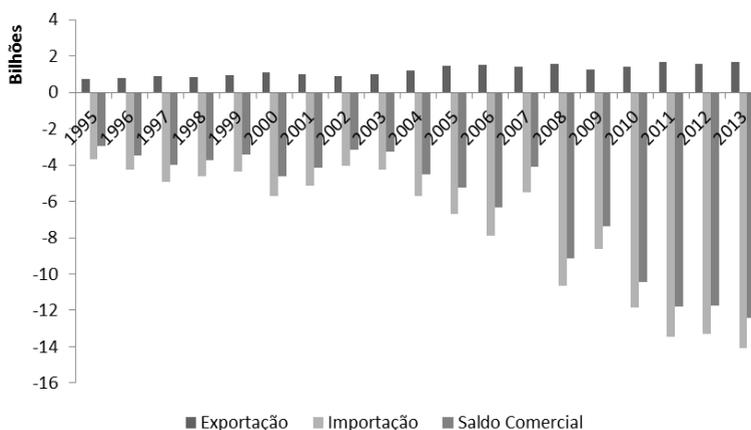
Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da PIA/IBGE de 2001 a 2012

Para tratar a respeito dos números do comércio exterior do setor no Brasil, foram coletados os dados junto ao sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior, conhecido por AliceWeb, da Secretaria de Comércio Exterior do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Nas buscas realizadas no banco de informação apresentado, foram coletados os dados referentes a uma rubrica classificadora de mercadorias, seguindo a Nomenclatura Comum ao MERCOSUL (NCM) que é baseado no Sistema Harmonizado de Designação e de Codificação de Mercadorias (SH), metodologia adotada pela quase totalidade dos países. Dessa forma, a rubrica que abarca a grande maioria dos produtos oriundos do setor estudado é a rubrica 8542 - Circuitos Integrados e Micro conjuntos Eletrônicos. Tomando essas duas classificações de mercadorias, foi feito um levantamento a respeito

da quantidade exportada e importada e a partir dos números encontrados foi composta uma balança comercial do setor.

A fim de caracterizar melhor o comércio exterior da indústria de microeletrônica brasileira foram construídos dois mapas os quais trazem os países de origem das importações brasileiras e o destino das exportações desse setor. Os números foram coletados no site das Nações Unidas, UNCTADstat, e as rubricas utilizadas foram as mesmas usadas na confecção dos dados a respeito do setor de microeletrônica mundial no capítulo 3, na seção 3.3. Dessa forma, foi construído o gráfico 06 que apresenta o histórico de importação/exportação, bem como o saldo comercial brasileira entre 1995 e 2013. A partir da apreciação do gráfico nota-se o estrutural déficit comercial do setor, o qual vem se atenuando aceleradamente nos últimos anos fruto exclusivamente do aumento das importações, haja visto que as exportações se mantêm relativamente constante ao longo da série.

Gráfico 6 - Saldo comercial brasileira na indústria de microeletrônica entre os anos de 1995 a 2013.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da UNCTstat.

Analisando os números da tabela XX que traz a participação da indústria de microeletrônica no total importado e exportado, é possível inferir que a participação nas exportações da indústria de microeletrônica é praticamente nula. A mesma varia entre 0,1% obtido no ano de 2002, e 0,01 % nos últimos anos da década de 1990; diferente da indústria de automóveis, que mesmo defasada perante o mercado internacional, apresenta uma participação maior nas exportações

brasileiras. Já pelo lado da demanda, a indústria de microeletrônica sempre apresentou uma maior importância na balança comercial, correspondendo em 2005 a 3,4% das importações e mesmo nos anos de menor participação como em 1997 e 1998, a indústria respondia por 1,5% do total importado pela economia nacional, ultrapassando em alguns anos a importação de automóveis.

Tabela 7 - Participação percentual das exportações e importações de microeletrônica frente a balança comercial de 1997 a 2011

| | Exportação total/ Exportação Microeletrônica (%) | Importação total/ Importação Microeletrônica (%) |
|-------------|---|---|
| 1997 | 0,01 | 1,57 |
| 1998 | 0,01 | 1,50 |
| 1999 | 0,01 | 2,14 |
| 2000 | 0,08 | 3,05 |
| 2001 | 0,09 | 2,59 |
| 2002 | 0,12 | 2,64 |
| 2003 | 0,05 | 3,04 |
| 2004 | 0,05 | 3,24 |
| 2005 | 0,04 | 3,43 |
| 2006 | 0,06 | 3,18 |
| 2007 | 0,03 | 2,46 |
| 2008 | 0,02 | 2,00 |
| 2009 | 0,02 | 2,24 |
| 2010 | 0,03 | 2,15 |
| 2011 | 0,02 | 1,88 |

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da ALICEWEB, 2012

Quanto às importações brasileiras, apresentadas na figura 07, a China lidera os números com cerca de US\$ 4,5 bilhões representando 31%; seguida por Coreia do Sul e EUA, ambos com US\$ 1,5 bilhão e participação de 10%; Taiwan, Japão e Malásia vêm completar 70% das importações do Brasil. Esses números evidenciam que a concentração

dos principais ofertantes da indústria nacional estão localizados no leste asiático.

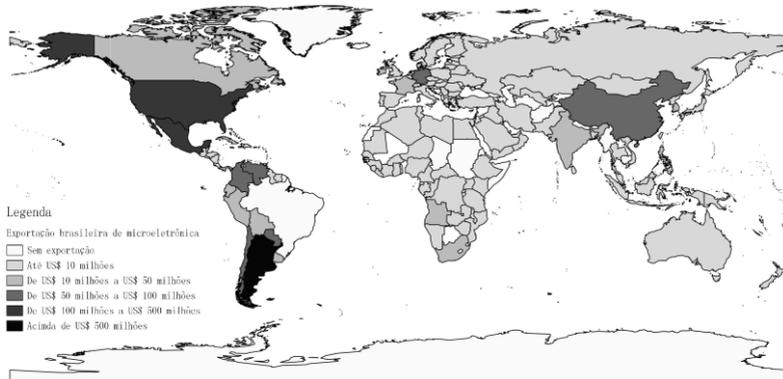
Figura 7 - Origens das importações brasileiras do setor de microeletrônica em 2013



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da UNCTstat.

Em seguida é apresentado na figura 08 os destinos das exportações brasileiras do setor de microeletrônica. Mesmo não apresentando números próximos aos números de importação, o mapa a seguir mostra para quais mercados nossos produtos são exportados. A Argentina comprou em 2013 US\$ 507 milhões em produtos da indústria de microeletrônica brasileira, representando 30% das exportações; em segundo lugar os EUA somaram apenas US\$ 132 milhões no mesmo ano, compreendendo 8%; México, Alemanha e Chile completam os cinco principais mercados de destino com participações de 8%, 5% e 3% respectivamente.

Figura 8 – Destino das exportações do setor de microeletrônica brasileira em 2013.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da UNCTstat.

A partir destas informações é possível perceber que o setor vem se desenvolvendo, nos últimos 10 anos, justamente após o lançamento do PNM. Vale ressaltar que das empresas listadas, 22 empresas são de capital privado, sendo que 12 dessas são de capital nacional, ou seja, tem se obtido uma resposta da classe capitalista não só nacional como internacional aos incentivos governamentais, o que pode ser apresentado como um possível avanço na obtenção de dinâmica de investimento capitalista no setor. No entanto essas iniciativas vêm se concentrando no setor de *Design Houses* que, como visto no capítulo anterior, depende estruturalmente dos demais segmentos e não é a grande força motriz da indústria de microeletrônica. Essas empresas atuam, em sua maioria, desenhando *chips* de utilização específicos, aproveitando a proximidade com os clientes locais e utilizando-se das *foundries* nas etapas seguintes.

3.9 INDÚSTRIA MICROELETRÔNICA BRASILEIRA: AVALIAÇÃO TEÓRICA E ANALÍTICA

Na análise institucional pode-se inferir que as políticas de industrialização promovidas pela internacionalização da economia a partir do Plano de Metas construíram um aparato institucional alinhado ao paradigma da metalomecânica, juntamente com um contexto institucional internacional alinhado, capacitando a economia brasileira a realizar o *catching up* tecnológico, como verificado por Arend e Fonseca (2012). Porém, as mesmas instituições edificadas durante o paradigma da metalomecânica não se mostrariam suficientemente

dinâmicas para acompanhar a mudança de paradigma tecnológico. Dessa forma, com a superação do paradigma da metalomecânica pelo paradigma da microeletrônica e o desalinhamento institucional brasileiro, minou-se estruturalmente as chances de egresso no novo paradigma durante a década de 1980.

As primeiras iniciativas industriais no setor de microeletrônica no Brasil guardam características oriundas do processo de industrialização desenvolvido anteriormente, da situação da economia brasileira, do II PND e ainda da dinâmica industrial da época. Nesse sentido, a indústria brasileira vinha de um *catching up* tecnológico promovido nos últimos anos do paradigma da metalomecânica, como colocado por Arend e Fonseca (2012). Porém, o grau de maturidade da indústria doméstica não condiciona a autonomia, uma vez que o desenvolvimento tecnológico não havia sido internalizado devido a característica da indústria nacional ser altamente dependente de IDE e transferência tecnológica via multinacional. Nesse primeiro momento percebe-se que a economia brasileira e sua indústria não estavam em plenas condições para concorrer no novo paradigma tecnológico que se despontava.

Vale notar a proximidade das iniciativas industriais do setor de microeletrônica, ainda na segunda metade da década de 1970, com o paradigma da metalomecânica no que tange aos modelos de negócio e produtivo. A Philips e Philco iniciam suas atividades de produção industrial de componentes microeletrônicos a partir de um processo de diversificação vertical, no sentido em que elas produziam os transistores e capacitores a serem utilizados na sua produção de televisores e aparelhos de rádio. A partir da leitura do capítulo três, que trata a respeito do desenvolvimento da estrutura da indústria de microeletrônica, e com os fatos relatados na terceira seção desse trabalho percebe-se que a maturação do paradigma da microeletrônica promoveu um processo de segmentação produtiva. No caso de indústria de bens de consumo duráveis, a microeletrônica é incorporada aos seus produtos cada vez mais, porém produzidos por empresas especializadas em design, fabricação e teste de componentes destinados a setores específicos, dentre eles televisores e aparelhos de rádio.

A experiência brasileira no caso confirmaria o movimento observado na relação das demais indústrias com a indústria de microeletrônica. As empresas viriam a instalar plantas produtivas de microeletrônica sobre a égide dos incentivos propostos pelo II PND no final da década de 1970. Porém, à medida que o programa não fora implementado de forma satisfatória devido à deterioração dos números

macroeconômicos, tais empresas recuam em seus investimentos produtivos.

O II PND influenciaria diretamente o desenvolvimento setorial da indústria de microeletrônica no Brasil a partir da criação da Telebrás. A empresa estatal assumira ao longo da década de 1980 o papel central na tímida dinâmica inovativa industrial da microeletrônica. Como apresentado anteriormente, a partir de uma intensa relação com os laboratórios ligados às universidades federais a empresa permitiu avanços tecnológicos no setor. Dessa forma, percebe-se o papel nuclear do governo no desenvolvimento da indústria da microeletrônica durante a década de 1980, seja pela estatal, seja a partir dos investimentos em laboratórios das universidades federais. À medida que o paradigma tecnológico da microeletrônica despontava e se firmara na dinâmica inovativa industrial, no Brasil o processo de inovação era guiado pela empresa estatal a qual contava com reserva de mercado e monopólio legal de sua atividade. Neste sentido, a trajetória tecnológica do setor no Brasil ficara limitada aos interesses e demandas da empresa estatal, de modo que não se desenvolvera componentes e processos com a penetrabilidade necessária para egresso no paradigma tecnológico.

Um descompasso institucional notado durante a dissertação do comportamento da indústria nacional e especificamente da indústria de microeletrônica reside nas políticas industriais setoriais ao sistema. Construído ainda sobre o baluarte do paradigma tecnológico da metalomecânica, o modelo de incentivo ao desenvolvimento do setor no Brasil utilizava-se de ferramentas antiquadas e não alinhadas ao comportamento da indústria internacional. O aparato institucional brasileiro vinha incentivar às empresas nacionais e multinacionais à instalarem plantas produtivas completas de circuitos integrados a partir de reserva de mercado, incentivo às exportações e barreiras à importação. No entanto a indústria caminharia na direção oposta, observou-se a segmentação produtiva e uma maior integração desses segmentos com os demais setores industriais via liberalização das barreiras comerciais. O descompasso entre a flexibilidade do aparato institucional frente ao novo paradigma tecnológico comprometeria o desenvolvimento econômico brasileiro, assim como sugerido por North (1991) e Zysman (1994) ao tratar da importância da capacidade de adequação do aparato institucional de uma economia frente às mudanças no contexto externo.

As ações apresentadas acima podem ser consideradas as primeiras iniciativas de desenvolvimento de tecnologia nacional, e sua

evolução ao longo dos anos está intimamente ligada aos projetos desenvolvidos em território nacional. O leitor pode perceber que nesse primeiro momento a indústria internacionalizada no Brasil apresentava uma intensa relação tecnológica e institucional com a academia, propiciando assim acompanhamento da evolução tecnológica desse setor. Percebe-se que a indústria de microeletrônica, nesse primeiro momento, no Brasil pode-se enquadrar no terceiro grupo de Pavitt (1984) no que tange ao padrão inovação, uma vez que os avanços tecnológicos realizados oriundos da parceria entre indústria e academia eram aplicados no mercado e apresentava uma sinergia benéfica ao sistema de inovação.

A experiência entre o ITA e a Philco, descrita acima, pode ser classificada como a melhor e mais duradoura experiência de produção e desenvolvimento de máquinas e componentes de microeletrônica no Brasil. A partir dessa relação foi possível às empresas ter acesso ao conhecimento público e específico do instituto enquanto contribuía com o conhecimento privado no desenvolvimento do setor (LUNDVALL, 2006). A parceria entre a empresa e o ITA conferiria o primeiro acesso à aprendizagem a partir dos avanços da ciência e tecnologia (*learning from advances in science and technology*), aprendizagem a partir da pesquisa (*learning by searching*) e, quando analisado ambas as partes, percebe-se o processo de aprender por interação (*learning by interacting*) (MALERBA, 1992). O que se observa é que o setor nasce como uma opção de diversificação industrial para as indústrias atuantes no Brasil de modo a contornar dificuldades de importação de outros países. Ao contrário do que observado em outros países, a indústria de microeletrônica brasileira não tomaria as atenções dos esforços tecnológicos industriais, mantendo-se à margem da atividade industrial. Enquanto isso, nos principais países as empresas do setor de microeletrônica passam a assumir cada vez mais o papel de motor tecnológico da indústria, despertando o interesse tanto do capital como dos governos.

Durante o paradigma da metalomecânica, a política de atração de IDE via reserva e mercado se mostrara eficaz no desenvolvimento e industrialização, porém a virada de paradigma impactou no aparato institucional, modificando a eficiência dessas políticas. As medidas propostas pela Lei Nacional de Informática usaram o receituário do paradigma anterior, porém os impactos na indústria de microeletrônica não fora os mesmos observados anteriormente. O descompasso 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 apresentara maturidade tecnológica suficiente na demanda por componentes microeletrônicos, de forma a viabilizar investimentos em larga escala na produção de circuitos integrados. As barreiras à importação funcionariam de maneira reversa no desenvolvimento tecnológico à medida que impossibilitara a indústria nacional de ter acesso aos avanços tecnológicos da indústria de microeletrônica internacional, impossibilitando a penetrabilidade desse setor em nossa indústria. Novamente o aparato institucional brasileiro mostra-se inadequado ao contexto histórico e à dinâmica do paradigma tecnológico, de modo que esse descompasso segundo Dosi(1988), Zysman(1994) e North (1991) justifica a incapacidade da indústria brasileira engendrar o novo paradigma.

A dinâmica de inovações da indústria de microeletrônica no Brasil ficara resumida na relação empresa estatal e universidades e nas poucas empresas que se beneficiaram das políticas protecionistas. Dessa forma, o aparato institucional não estimulava 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. À medida que o sistema setorial de inovação concentrava-se em torno de instituições governamentais, o modelo de rotina de busca para novas soluções não fora desafiado e não precisara apresentar desempenho de vanguarda. Como salientado por Dosi (1988) e Zysman (1994), o aparato institucional influencia diretamente a trajetória do sistema setorial de inovação, de forma que no caso da indústria de microeletrônica o aparato institucional não induzira o avanço tecnológico de fronteira e sua aplicabilidade em outros setores.

A partir da análise do comportamento da economia brasileiro no evoluir da década de 1980, percebe-se que enquanto a indústria de microeletrônica vinha firmando-se como fator chave da tecnologia industrial, o Brasil enfrentava a crise da dívida e a escalada inflacionária. O desequilíbrio macroeconômico e os seguidos planos de estabilização viriam a inviabilizar investimentos em P&D tanto por parte das empresas nacionais como por parte das empresas multinacionais, ficando a cabo da Telebrás incentivar o avanço tecnológico do setor, ao mesmo tempo em que as demais economias se voltavam para o desenvolvimento e reestruturação do seu parque industrial, a fim de galgar espaço na dinâmica do novo paradigma que vinha se desenvolvendo.

Outro aparato institucional brasileiro que se mostraria maléfico ao desenvolvimento da indústria de microeletrônica foi a Zona Franca de Manaus. Objetivando o desenvolvimento industrial e

desconcentração espacial, a concessão de privilégios fiscais às indústrias que se instalassem na capital amazonense viria a comprometer o desenvolvimento da indústria nacional como um todo. Criado sobre uma determinada justificativa e sob paradigma da metalomecânica, a relação institucional entre a Zona Franca de Manaus e o desenvolvimento tecnológico industrial brasileiro seria controverso à medida que as empresas passam a transferir etapas industriais realizadas em território nacional para importação e montagem na Zona Franca de Manaus. As empresas, perante determinado cenário institucional, adequaram-se à determinada realidade e fizeram uso desse benefício sem, no entanto, contribuir para a dinâmica inovativa nacional.

Durante a década de 1990 o paradigma tecnológico da microeletrônica viria a se consolidar na dinâmica inovativa industrial em nível mundial, ao mesmo tempo em que o cenário econômico nacional ficava ainda mais conturbado. Os sucessivos fracassos dos planos de estabilização, 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. Ao mesmo tempo em que o paradigma tecnológico da microeletrônica veio consolidando-se, as oportunidades de egresso foram esvaindo-se. Aquelas economias as quais apresentavam melhor alinhamento institucional às novas características do paradigma conseguiriam inserir-se na dinâmica industrial. No caso do Brasil enquanto ao paradigma se firmava, o país enfrentava desequilíbrio macroeconômico e os respectivos planos de estabilização, minando mais uma vez a entrada no novo paradigma.

Após mais de 10 anos de desequilíbrio macroeconômico as iniciativas industriais no setor da microeletrônica são arruinadas com a abertura comercial dos anos 1990. Enquanto as economias dos países centrais estavam reestruturando-se e desenvolvendo a indústria de microeletrônica, o Brasil enfrentava os efeitos da crise do financiamento público, a exaustão do padrão de financiamento externo e a escalada da inflação. Esse descompasso de estágio de desenvolvimento industrial faria com que as indústrias domésticas sucumbissem à concorrência, ao passo que os componentes industriais passaram a ser importados sem barreiras.

A partir da análise feita, pode-se perceber que a indústria de microeletrônica não encontrou no Brasil um aparato institucional e econômico capaz de engendrar no novo paradigma. Enquanto as políticas econômicas estavam focadas no controle das variáveis macroeconômicas, o paradigma tecnológico da microeletrônica

despontou e se consolidou dificultando ainda mais o *catching up* tecnológico para o paradigma seguinte. Nos anos 2000 teve-se então a primeira iniciativa de política setorial com o Programa Nacional de Microeletrônica, sendo uma tentativa mesmo que tardia de desenvolver o setor no Brasil. O programa vem trazer a compreensão de que a indústria já se encontra segmentada e em fase de maturação do paradigma, dificultando assim a entrada de economias retardatárias. Dessa forma o programa vai de encontro ao aparato institucional existente, fomentando a entrada de empresas no segmento de menor densidade tecnológica, as *Design Houses*. Nesse segmento o programa vem se mostrando alinhado aos interesses privados à medida que se observou um crescimento das *Design Houses* nos últimos anos no Brasil. Nos demais segmentos, devido à necessidade de cumulatividade de conhecimento e de capital, não vem demonstrando sinais de avanços.

Essas afirmações podem ser feitas com a apreciação dos dados recentes apresentados sobre a indústria de microeletrônica no Brasil. 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 ZFM vem então completar 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 aparece também nos principais produtos do nosso setor produtivo, uma vez que os cartões inteligentes (encapsulamento) respondem por 23% do valor da produção industrial. Por fim os dados de comércio exterior vem confirmar o déficit estrutural na balança comercial do setor, US\$ 12 bilhões em 2013, e também 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. No entanto, como apresentado anteriormente, tal segmento se encontra no final da cadeia produtiva e não requer altos níveis tecnológicos. As indústrias que vem desenvolvendo tais atividades no Brasil buscam aproveitar benefícios alfandegários, como da Zona Franca de Manaus, para ter acesso ao mercado interno. O Brasil vem então se inserindo nas duas pontas da cadeia produtiva da microeletrônica: a primeira devido à baixa barreira à entrada e a última atrelada aos ganhos tributários ao se montar, no 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 de modo que a mesma se inserisse na dinâmica industrial já o fizeram há 20 anos atrás, permitindo que suas empresas participassem da trajetória tecnológica do paradigma e se inserissem em determinados seguimentos 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.

4 A INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA NA COREIA DO SUL

4.1 INTRODUÇÃO

Após o trabalho tratar a respeito do caso da economia brasileira e o desenvolvimento da indústria de microeletrônica, o trabalho se volta para segundo estudo de caso, a Coreia do Sul. Nesse capítulo utiliza-se o caso coreano como contraponto à experiência brasileira, uma vez que o país apresenta considerável nível de inserção no paradigma atual. Dessa forma o trabalho se propõe a analisar o comportamento da economia coreana e o respectivo desenvolvimento da indústria de microeletrônica durante a mudança de paradigma tecnológico.

Para tanto, além dessa introdução o capítulo contará com mais três seções, assim como os dois capítulos anteriores. Na segunda seção, o trabalho se concentra em dissertar a cerca do comportamento da economia sul-coreana durante a segunda metade da década de 1970 até a segunda metade da década de 1990. Faz-se natural o regresso a datas anteriores apenas para contextualização e resgate de determinados acontecimentos influentes sobre a trajetória do desenvolvimento sul-coreano. A partir de um resgate do cenário e comportamento da economia coreana durante o surgimento e maturação do paradigma da microeletrônica, elucida-se de que forma o país enfrentou o mesmo cenário econômico internacional do período.

Na terceira seção desse capítulo, o trabalho se volta novamente para a indústria de microeletrônica, focando no desenvolvimento da indústria coreana. O objetivo dessa seção é entender como se deu a trajetória tecnológica da indústria durante o processo de mudança de paradigma tecnológico. Essa análise se justifica, uma vez que o respectivo país pode ser considerado um caso de sucesso de *catching up* tecnológico durante o paradigma da microeletrônica, contrapondo a impossibilidade brasileira de realizar o mesmo movimento.

Dissertado sobre o desenvolvimento da indústria de microeletrônica da Coreia do Sul, a penúltima seção o trabalho levanta uma série de dados junto à base de dados internacionais da situação atual da indústria, quanto ao nível de produção, empregados, estabelecimentos, produtividade e comercio exterior. Dessa forma o leitor pode comparar os estágios atuais de desenvolvimento a partir de variáveis comuns a ambas economias. Tais dados vêm somar às demais seções na caracterização do desenvolvimento e estágio da indústria.

Por fim, na última seção desse capítulo, o trabalho apresenta sua avaliação e analisa das três seções anteriores, seguindo a base teórica do trabalho. A partir da análise do comportamento da economia coreana, juntamente com o desenvolvimento da indústria de microeletrônica no país, o trabalho analisa, de que forma o ambiente institucional coreano se capacitou para estar alinhado à mudança de paradigma e em que estágio e quais as características da indústria coreana que a capacitou a realizar o *catching up*.

4.2 A ECONOMIA SUL-COREANA E A MUDANÇA DE PARADIGMA TECNOLÓGICO

A partir dessa seção objetiva-se reforçar a compreensão sobre a importante relação existente entre desenvolvimento econômico e egresso no paradigma tecnológico da microeletrônica. Para tanto é necessário levantar algumas características pré-paradigma as quais seriam de fundamental importância no decorrer do desenvolvimento industrial e tecnológico sul coreano. O final da segunda guerra mundial juntamente com o início dos acirramentos políticos e militares entre EUA e URSS confere ao leste asiático importância estratégica do ponto de vista político e econômico. Durante a segunda guerra o Japão compunha os chamados “países do eixo” (Alemanha, Itália e Japão), porém o fim do conflito e a conseqüente derrota japonesa reconfiguraria a posição do Japão frente aos EUA. O Japão, uma das nações mais destruídas pela guerra, iniciou sua reconstrução sobre apoio norte-americano. Esta ajuda era considerada estratégica, uma vez que a extrema proximidade da antiga União Soviética tornava o país um ponto chave na disputa que permeava a guerra fria. Dessa forma, era necessário desenvolver, além das indústrias básicas e da indústria de infraestrutura, outras áreas industriais ainda não exploradas maciçamente pelo capital estrangeiro. A partir disso, obter algum ganho em sua balança comercial, para voltar a ser uma importante economia no cenário mundial. A partir desse cenário o capital das empresas japonesas se alastrou para outros territórios que também almejavam o desenvolvimento no pós-guerra e que apresentavam condições para tanto (BERTONHA, 2008).

Bertonha (2008) salienta que os países asiáticos, em especial a Coreia do Sul, à medida que desenvolveu a indústria de microeletrônica nacional logrou-se também desenvolvimento econômico. Para compreender como o processo de inserção da Coreia do Sul no paradigma da microeletrônica, se faz necessário entender a trajetória

industrial do país. O processo de industrialização sul-coreano nasce do crescimento econômico obtido pelo Japão nas décadas pós-guerra. Otaviano Canuto (1999, p.2) apresenta as mudanças na trajetória do desenvolvimento japonês que afetaram a Coreia do Sul:

(i) ocorreu uma extroversão para países periféricos dos segmentos básicos das indústrias de processamento de recursos naturais, particularmente sem maior comprometimento de capital de risco pelas firmas japonesas (o que era obtido via joint ventures com integralização japonesa sob a forma de capitalização da tecnologia repassada, licenciamento etc.); e (ii) acentuou-se a especialização e aceleração do *upgrading* na metal-mecânica, bem como nos segmentos menos padronizados e mais intensivos em P&D dos ramos de processamento.

A conjuntura política internacional foi de grande importância para o desenvolvimento do país, já que a chamada “Ameaça Vermelha” por parte da União Soviética, fez com que os Estados Unidos penetrassem nas economias dessas nações, de modo a desenvolvê-las nos moldes capitalistas. Best et al (2005) denomina como “desenvolvimento a convite” os estímulos favoráveis oriundos do contexto da Guerra fria no momento de *take-off* nos anos de 1960. Outra situação política que favoreceu no médio prazo o país foi a guerra da Coreia, que serviu de motor para indústria nascente do país (MASSIERO, 2002, p.3). Devido ao interesse geopolítico estratégico, o autor Dall’Acqua (1991) relembra que o governo americano proveria assistência técnica e financeira a partir de dois planos: *Nathan Report* e *Three-Year Task Assistance Program*. Para Coutinho (1999), não é possível explicar o rápido e contundente desenvolvimento econômicos sem os aportes financeiros e facilidades comerciais oriundas dos EUA devido aos interesses estratégicos e políticos. Por fim, Bertanha (2008) vem contextualizar o início do desenvolvimento sul coreano com as características históricas e econômicas do início da década de 1960.

A saída era entrar no mercado internacional de manufaturados, mas simplesmente competir livremente neste mercado era inviável, já que não havia, inicialmente, mercado consumidor interno,

empresas, base tecnológica, etc. Os trunfos dos tigres asiáticos eram a proteção dos Estados Unidos e o acesso fornecido por eles ao mercado internacional, a mão-de-obra barata, a máquina do Estado e uma ética de trabalho, além da vontade de modernização.

Partindo da análise da economia coreana a partir do pós-guerra, o que temos segundo Castel-Branco (2007) era “Coreia como um Mundo de desespero sem esperança em finais dos anos 1950, princípios dos anos 1960”. Segundo o autor, essa característica está no fato de 80% da população ser pobre e iletrada, 75% da população camponesa e vivendo no limite da sobrevivência em latifúndios, migração descontrolada aos centros urbanos, indústria inexistente e riqueza proveniente de rendas, monopólios e posses especulativas de recursos, além da corrupção.

O desenvolvimento econômico sul-coreano a partir da segunda guerra mundial inicia-se sobre um cenário político e econômico conturbado. No exato momento pós-guerra o que se verificou foi uma forte presença americana nos mercados antes sobre domínio dos europeus e japoneses. Segundo Teixeira (1983) a nascente ameaça comunista sobre os países europeus e asiáticos juntamente com a revolução cubana e chinesa levaram os EUA a promover políticas internacionais de modo a recuperar e desenvolver as economias europeias e asiáticas. Nesse sentido os Estados Unidos iniciam uma política de transferência monetária para a reconstrução, libera a transferência tecnológica industrial e permite a imposição de barreiras alfandegárias aos produtos americanos. Incorrendo em déficits comerciais, a economia americana garantia o renascimento da indústria europeia e japonesa (Plano Marshall).

No ambiente interno, segundo Dall’Acqua (1991) os Estados Unidos impactaram na economia sul coreana de modo a criar bases para um novo modelo de crescimento e atenuar as tensões sociais. Nesse bojo, o incentivo à realização da reforma agrária viria a modificar estruturalmente o regime de posse de terra, uma vez que historicamente os latifúndios agrários do país estavam ligados à elite japonesa. Ao mesmo tempo em que criava um ambiente politicamente mais seguro, a reforma agrária reestruturava a economia à medida que contribuía com uma distribuição de renda razoavelmente equilibrada.

Além da proximidade com a URSS sobre o contexto da guerra fria, a localização geográfica próxima ao Japão complementa a

explicação pelo crescimento econômico obtido pela Coreia do Sul ao longo da segunda metade do século vinte. Segundo Palma (2004), a partir da intensificação da expansão dos investimentos japoneses na Ásia, permitira à Coreia do Sul acesso a capital e tecnologia responsável pelo salto qualitativo da sua indústria ao longo da década de 1980. Essa apropriação se deu à medida que no processo de reestruturação industrial, o Japão reorganizou a divisão regional do trabalho transferindo capital, tecnologias e também de setores de menor grau de intensidade tecnológica. O mesmo comportamento, segundo o autor, seria notado na própria Coreia do Sul em relação aos chamados “tigres de segunda geração” (Malásia, Tailândia, Indonésia) à medida que foi se esgotando força de trabalho condizente com as indústrias de menor coeficiente tecnológico. A economia japonesa teria grande influência e crédito pelo desenvolvimento sul coreano à medida que promoveu transferência tecnológica e produtiva durante a década de 1950 e 1960 e colocou como opção de mercado financeiro frente a escassez de recursos no mercado internacional durante a segunda metade da década de 1980.

Com o fim da segunda guerra mundial e início da guerra fria, o interesse geopolítico norte-americano traria novos rumos à economia coreana. O país iniciou uma reforma em todo o seu sistema socioeconômico, com o objetivo de melhor estruturar sua sociedade e iniciar uma caminhada de crescimento frente ao cenário mundial. A seguir, o trabalho apresenta o quadro 14, construído por Masiero (2002), sobre os governantes coreanos até 2003 e os principais acontecimentos socioeconômicos em seus respectivos governos.

Quadro 14 - Governos e principais acontecimentos do desenvolvimento Sul-Coreano entre 1948 e 2003.

| Período e Governo | Principais Acontecimentos |
|---------------------------------|--|
| 1948-60 Syng-Man Rhee | Desenvolvimento econômico sob condições subdesenvolvidas. Reforma agrária em 1947 e 1950. Educação elementar tornada compulsória. Instabilidade política e social. Guerra civil de 1950 a 1953. Surgimento de grupos com taxas de crescimento maior que a média nacional. O crescimento econômico não fazia parte dos objetivos políticos. |
| Agosto 60/Maio 61 Chang Myon | · Frágil sistema parlamentarista com Chang Myong eleito primeiro ministro. |
| 1961-1979 Chung-Hee Park | Com o estabelecimento do primeiro e do segundo plano quinquenal de desenvolvimento econômico, a economia passou a crescer duas vezes mais rápido do que no governo Rhee. Controle das atividades do setor privado para assegurar que os |

| | |
|------------------------------|--|
| | recursos e as oportunidades do governo iriam contribuir para o crescimento do país. Na década de 70, o governo promoveu o desenvolvimento de indústrias químicas e pesadas. |
| 1979 Choi Kyu-Há | Ênfase na estabilidade econômica e igualdade ao invés de crescimento. |
| 1980-1988 Chun Doo Hwan | Reorganização das indústrias químicas e pesadas para diminuir o monopólio dos chaebol. Durante este período os grupos coreanos estavam altamente endividados: 83,5% dos recursos dos 10 maiores eram financiados por dívidas, enquanto que a média da Coreia era de 65,2%. Os grupos passaram a atuar nas indústrias de alta tecnologia. Início dos investimentos estrangeiros diretos. |
| 1988-1992 Roh Tae-Woo | Reforçar a competitividade da economia coreana. Liberalização das finanças, das importações e do comércio internacional. Democratização do país. |
| 1993-1997 Kim Young-Sam | Estabelecimento de plano de desenvolvimento para a nova economia, com ênfase na administração da economia sem o controle do Estado. Intenso movimento pela globalização total denominado segyehwa. Entrada do país na OCDE. |
| 1998-2003 Kim Dae Jung | Reestruturação financeira, do trabalho, das corporações e das repartições públicas. Maior atenção as pequenas e médias empresas e as indústrias de informação. Intenso movimento de reaproximação para a reunificação com a Coreia do Norte. Realização da Copa do Mundo de futebol em conjunto com o Japão. |
| 2004 – 2008 Roh Moo-hyun | Especialização produtiva dos chaebols Baixos níveis de crescimento Globalização Fortalecimento micro e pequenas empresas |
| 2008 – 2012 Lee Myung-bak | Plano de cinco anos para o crescimento verde Fortalecimento das micro e pequenas empresas. Tentativa de reaproximação |
| 2013 Park Geun-hye | Economia da Inovação criativa Fortalecimento das micro e pequenas empresas Diversificação mercadológica e industrial Fortalecimento da capacidade inovativa |

Fonte: MASIERO, 2002 e complementado pelo autor.

A partir dos governantes e acontecimentos acima citados, podemos entender brevemente a trajetória industrial coreana. O primeiro governo iniciado em 1948 sob comando de Syng-Man Rhee duraria 12 anos, vale destacar que nesse período a reforma agrária ocorrida entre 1947 a 1950, a guerra civil entre as duas Coreias posteriormente separadas e a educação elementar passar a ser obrigatória. Amsden

(1991) salienta a importância da distribuição de renda ocorrida antes do processo de industrialização, visto que uma maior igualdade induziu um fluxo considerável de recursos provenientes da produção de matéria-prima para a indústria e também resolveu o paradoxo político em favor da indústria.

No olhar mais econômico, Coutinho (1999) elenca quatro medidas governamentais do mesmo período: (i) Apoio a industrialização do setor de bens de consumo não duráveis, com baixa intensidade de capital a partir do crédito e licenças de importação; (ii) Subsídios a grupos capitalistas nacionais para a compra das empresas estatais privatizadas; (iii) reforma agrária e fomento a criação de pequenas burguesias rurais; e (iv) alfabetização e desenvolvimento do ensino básico. O sucessor de Syng-Man 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.

O general daria início ao estado desenvolvimentista na Coreia do Sul que buscava a independência econômica e autonomia militar. Para tanto, a partir da década de 1960, o Estado passa a assumir a coordenação econômica através dos Planos Quinquenais de Crescimento Econômico e social (PQDE). Os planos permitiram ao governo manter uma forte intervenção tanto na formação de preços como no desenvolvimento dos conglomerados empresariais, chamados de *chaebol*³¹. Outro ponto importante destacado por Coutinho (1999) é que mesmo a industrialização por meio da substituição de importação já foi feita sobre uma seletividade quanto às características de egresso do capital internacional. A relação entre o governo militar e os *chaebol* iniciaram, segundo Nicolas, Thomsen e Bang (2013), com concessões monopolísticas de determinados recursos.

Com esse movimento o governo garantia aos grupos empresariais além do direito de se envolver nesses setores, políticas creditícias subsidiadas, benefícios fiscais, licenças de importação e exportação. A prerrogativa aqui, é que o governo assumiu o papel de viabilizar o crescimento industrial via a iniciativa privada nacional, ao mesmo

³¹ 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.

tempo em que a mesma se comprometia em alcançar determinados indicadores, sobre pena de perda dos 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 desenvolvimento econômico.

Para orquestrar o crescimento econômico, o estado garantiu um aparato institucional a partir da criação do Conselho de Planejamento Econômico, Ministério das Fianças e o Ministério do Comércio e da Indústria. Dessa forma, segundo Lee (2011), o governo além de elaborar as políticas econômicas, controlava também os capitais 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. Dentro da égide do primeiro plano quinquenal de desenvolvimento econômico (PQDE) entre 1962 – 1966, segundo Masiero (2000), o governo procurou focar os interesses industriais nas áreas de energia elétrica, fertilizantes, refinarias de petróleo, fibras sintéticas, cimento e industrialização por substituição de importação de bens de consumo. Nesse primeiro momento, tem-se o crescimento econômico atrelado ao crescimento das importações, com esse diagnóstico o governo aumenta o foco do primeiro PQDE para o crescimento das exportações, a partir de melhores e mais baratos empréstimos, benefícios fiscais e facilidade burocrática para as empresas exportadoras.

O governo militar na Coreia do Sul seria então 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 vinha se industrializando a partir do modelo de substituição de importação na indústria de bens de consumo não duráveis, bem como nas demais intensivas em trabalho. 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. A tabela 07 retirado do trabalho dos autores vem apresentar a importância da construção de um estado desenvolvimentista no processo de industrialização da Coreia do Sul.

Tabela 8 - Padrões e estratégias de desenvolvimento na Coreia do Sul, 1953 em diante

| Períodos | Padrões comportamentais (de transformação estrutural) | Estratégias de desenvolvimento | Tx. Cres. Anual |
|--------------------|--|--|------------------------|
| 1953 – 1961 | Reorganização econômica após Guerra da Coreia. Tentativa de substituição de importações | Reformas estruturais (relação com EUA), reforma educacional, reforma agrária. | 7,2 |
| 1961 – 1970 | Primeira fase de substituição de importações: indústria de bens de consumo leves. | Estado nacional desenvolvimentista: planos nacionais de desenvolvimento, política fiscal, comercial, industrial e tecnológica orientados para fomento da indústria, de grupos nacionais e das exportações. | 8,6 |
| 1971 – 1980 | Segunda fase de substituição de importações: indústria pesada, química e metalomecânica. Esforço exportador. | | 7,3 |
| 1981 – 1993 | Desenvolvimento do segmento high tech – eletrônica. Aprofundamento da internacionalização. | | 8,4 |
| 1994 - 2006 | Estrutura industrial e social de economia madura. | Reformas liberalizantes. Administração da crise. Novo arranjo entre setor privado e estado | 5,3 |

Fonte: LAPLANE; FERREIRA; BORGHI, 2013.

Aproveitando a situação política internacional favorável, aliada aos incentivos governamentais para o desenvolvimento de tecnologia e atrelada a reformas sociais, a Coreia do Sul impôs um alto ritmo de crescimento, e em alguns anos passou a ser um dos principais parceiros econômicos no ramo de tecnologia de países como Japão e Estados Unidos (MASSIERO, 2003, p.5). Bier e Lizárraga (1992, p. 88) apresentam uma síntese realizada por Eun Mee Kim em sua obra “Big

Business, Strong State: Collusion and Conflict in South Korean Development, 1960-1990” de quatro medidas governamentais adotadas pelos governos sul-coreanos que justificam o desenvolvimento do país a partir da década de 1960:

1. O desenvolvimento econômico da Coreia do Sul foi alcançado inicialmente por uma estreita aliança formada por um estado forte, focado e preocupado por um desenvolvimento e um setor empresarial forte e comprometido.
2. As relações entre o estado e os capitalistas mudaram durante o curso do processo de desenvolvimento econômico, tornando-se cada vez mais dinâmicas.
3. O estado, embora sendo um dos atores do processo de desenvolvimento, experimentou transformações significativas no curso do processo econômico, passando de um estado “protecionista e abrangente” para o de “intervenção limitada”.
4. Os Chaebols não se limitaram à espera passiva por subsídios e proteção governamental, estes saíram à busca de novas fontes de renda extrapolando o mercado local coreano.

Em 1969, o país reconhece a importância de se inserir na nova dinâmica tecnológica insurgente com a criação da Lei de Promoção de Eletrônicos, de forma a reconhecer o setor de eletrônica como sendo estratégia do ponto de vista das exportações e desenvolvimento industrial. O avanço coreano na dinâmica inovativa da indústria foi conduzido, segundo Amsden (1989) pelos grandes conglomerados produtivos, no entanto o governo foi fundamental na promoção do desenvolvimento industrial de setores específicos. Para tanto criou institutos de pesquisa eletrônica, um na área de telecomunicações e outro na área de semicondutores e computadores. Assim, o governo sinalizava em qual atividade a indústria deveria concentrar seus esforços de P&D à medida que facilitava ganhos e cumulatividade de conhecimento em determinadas áreas com a criação do Instituto Coreano de Eletrônica e Tecnologia (*Korean Institute of Electronics and Technology* - KIET) e o Instituto Coreano de pesquisa em Eletrônica e Telecomunicações (*Korean Electronics and Telecommunications Research Institute* - KETRI), que foram estabelecidos depois da criação em 1966 do Instituto Coreano de Ciência e Tecnologia avançadas (*Korean Advanced Institute of Science and Technology* - KAIST).

Estes institutos, segundo Mowery e Steinmueller (1991), inicialmente possuíam uma equipe de cientistas e engenheiros formados em universidades estrangeiras, com pouca familiaridade tecnológica com os problemas da indústria coreana, mais interessados em pesquisa básica e adoção de avançadas estrangeiras tecnologias, do que no apoio ao desenvolvimento tecnológico nacional. Ao longo do tempo, no entanto, o foco destes institutos mudou da fronteira pesquisa científica para atividades que poderiam apoiar a difusão e adoção de tecnologias por parte das empresas coreanas. Além disso, as vastas melhoras da capacidade interna tecnológica das empresas coreanas facilitaram o financiamento público das pesquisas.

Pack (2005) vem ainda destacar a importância na relação universidade-empresa construída na Coreia do Sul, segundo o autor, a 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, KIETRI, KAIST) Eom e Lee (2009) destacam a importância dada à qualificação da mão de obra. O autor relembra 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) uma vez que as capacidades existentes de P&D tanto da indústria como das universidades era insatisfatório. O governo sul-coreano desempenhou um papel fundamental na construção de vantagens competitivas no novo paradigma a partir da qualificação da mão-de-obra, a partir de uma concentração dos investimentos no ensino de engenharia bem como na abertura em massa de escolas profissionalizantes no setor de ferramentas pesadas, eletrônica e química.

. 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, iniciando a fase de industrialização “voltada para fora” a partir de financiamento direto das indústrias exportadoras. A partir do segundo PQDE percebe-se, segundo o autor, um crescente suporte financeiro governamental à indústria exportadora, juntamente com adoção do câmbio flexível, permitindo uma sutil variação 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.

Devido à aliança que o governo veio construindo com os *chaebols*, percebe-se no segundo PQDE a intensão do governo de incentivar determinadas indústrias e setores a fim de que os mesmos desenvolvessem vantagens comparativas em seus respectivos mercados, segundo Kim (1991). Dall'Acqua (1991) relembra que nesse período a indústria coreana ainda era amplamente dependente de importação de máquinas e tecnologias. Durante o período do segundo plano, a econômica coreana cresceria 9%, puxada principalmente pela indústria leve. Entre os anos de 1867 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, 1991).

Aos poucos, o governo começou seu processo de “seleção”, escolhendo as indústrias estratégicas e buscando criar suas próprias vantagens comparativas. Apesar dessa prática ter sido mais dominante a partir de meados dos anos 1970, a Coreia do Sul já criava incentivos a determinados setores desde o final dos anos 1960. Em 1969, por exemplo, foi criada a Lei de Promoção de Eletrônicos, reconhecendo o setor de eletrônicos como sendo uma indústria exportadora estratégica. Também começaram a ser criados institutos de pesquisa e desenvolvimento em tecnologia (KIM, 1991).

Seguindo para o terceiro PQDE, entre os anos de 1972 e 1976, Masiero (2000), percebe a mudança no direcionamento político e econômica do governo no lançamento em 1973 do Plano de Promoção das Indústrias Químicas e Pesadas. A partir do programa o governo canalizou através dos bancos estatais, crédito em melhores condições para as indústrias do setor de ferro e aço, eletrônicos, naval e de forma mais geral as intensivas em tecnologia, química, maquinaria e transporte. Além do incentivo setorial, o plano propunha uma desconcentração geográfica em direção ao sul do país, possível graças ao entrosamento existente entre os *chaebols* e governo. Com incentivos mais intensos e específicos aos setores intensivos em capital, o governo visava aumento da qualidade das mercadorias exportadas. Segundo Lee (2005) os três primeiros PQDEs foram caracterizados pela imitação do desenvolvimento tecnológico. Amsden (1991), cita o exemplo da Pohang Iron and Steel Mill da Coreia do Sul (POSCO), que enviou centenas de trabalhadores industriais e não industriais para o exterior para treinamento prático.

Assim sendo, os institutos de pesquisa governamentais prestavam serviço de C&T com o intuito de absorver e se apropriar da tecnologia estrangeira ao mesmo tempo em que realizava pesquisas em parceria com o setor privado. Como a dinâmica tecnológica da incipiente

industrialização coreana ainda era bastante limitada, o país, segundo Kim (1993) dependeu da importação de tecnologia estrangeira, por meio da compra de máquinas e equipamentos das economias desenvolvidas e a engenharia reversa. Nesse período o governo introduziu um fundo de reserva destinado a P&D as quais as indústrias do ramo de construção, mineração, abastecimento militar, engenharia de máquinas e processos computacionais, tinham que manter certa proporção do seu faturamento. Caso o montante fosse devidamente gasto em P&D dentro de um determinado tempo, o gasto poderia ser deduzido da renda tributável da empresa, caso ela não cumprisse com a quantia estipulada, o restante era declarado como lucro e tributado como tal (AMSDEN, 1991).

Durante o terceiro PQDE, no entanto a situação da balança comercial coreana ainda estava comprometida, uma vez que o país ainda dependia relativamente das importações para continuar seu processo de *catching up* industrial juntamente com aumento de preço oriundo do primeiro choque do petróleo. No entanto, já se observa a dinâmica econômica migrando para o comércio exterior à medida que, segundo Dall'Acqua (1991), representam 60% da atividade econômica do país em 1970.

O perfil voltado “para fora” da economia coreana realmente teve resultados a partir de meados de 1970, quando o comércio exterior passa a representar 60% da atividade econômica do país. Mesmo com todo esse esforço, o contínuo aumento das importações (matéria-prima, máquinas e equipamentos) e o aumento do preço do petróleo em 1973, mantém comprometida a situação da balança comercial (DALL'AQUA, 1991). Como exemplos, Amsden (1991) traz que a indústria automobilística coreana não exportou por cerca de 20 anos, depois que começou a montar os primeiros caminhões e carros. Mas a obrigação de exportar, em última instância, desenvolveu capacidades e uma rede de fabricantes locais de peças e componentes. Os efeitos negativos de um duopólio eram controlados pelo governo a partir do controle dos preços e da ameaça à entrada outros *chaebols* no setor.

A orientação à exportação na Coreia do Sul era dada a partir de subsídios condicionada a metas de exportação. O valor de venda a qual as empresas deveriam atingir para que pudessem ter acesso aos subsídios do governo eram decididas, segundo Amsden (1989) em reuniões mensais dos líderes dos principais *chaebols* com o próprio presidente. Esses encontros eram também propícios para que os empresários repassassem ao governo problemas burocráticos que vinham impedindo o crescimento das exportações. O Banco de desenvolvimento da Coreia passou a oferecer crédito para empresas de

exportação recomendadas pelo Ministério do Comércio e Indústria', quanto mais uma empresa exportava, mais fácil de conseguir empréstimos de longo prazo subsidiados, além da proteção tarifária para as suas vendas no mercado interno. Sato (1997) responde por que os *chaebols* não limitavam seus negócios ao mercado doméstico, onde eles poderiam fazer grandes lucros sem dificuldade. A principal razão, segundo o autor, foi a de que o governo não permitiria. Uma política industrial coreana importante para a eletrônica foi a proteção do mercado interno, em troca o governo exigiu que as empresas exportassem boa parte de sua produção

Masieiro (2002) relembra que uma das principais medidas governamentais incentivadoras à exportação da década de 1970 foi a criação de *General Trading Companies* – GTC. Segundo o autor, esses grupos operavam de forma competitiva internacionalmente com diversificação de produtos e mercados, apropriando-se de economias de escala e escopo provenientes do mercado global. Em consonância com o incentivo governamental, os *chaebols* em 1975 representaram 12 das 13 licenças para operação condida pelo Ministério de Comercio e Indústria. Em 1980, segundo o autor, as GTCs eram responsáveis por 88% das atividades de exportação da coreia do Sul, mostrando competitividade no mercado internacional. As lucrativas licenças para estabelecer uma GTC dependiam, segundo Amsden (2001), de exportações e os critérios relacionados ao valor, a diversidade geográfica e da complexidade do produto.

A clara preocupação com o crescimento das exportações vinha com benefícios e incentivos pelo lado do governo, porém, Dacin, et. al (1997) relembra que o mesmo estipulava valores mínimos a serem exportados pelas empresas beneficiadas. O autor relembra que em 1976 as GTC's tinham como meta a venda de US\$ 100 milhões, 5 anos após o governo estipulara as vendas mínimas em US\$ 500 milhões. A medida que os conglomerados dependiam dos benefícios e incentivos as suas atividades, os mesmo engendraram a trajetória tecnológica e industrial necessária para alcançar os patamares e exportação exigidos pelo governo, sobre pena de perda dos benefícios. A eficácia do programa pode ser notada em 1981 quando as dez maiores empresas exportaram um total de US\$ 9 bilhões, quase que dobrando o valor estipulado pelo governo.

No que tange à política creditícia, a partir do controle de distribuição de crédito o governo determina quais as firmas e setores prioritários nas taxas de juros. Como no caso do incentivo da década de 1970 as indústrias químicas e de maquinaria pesada e posteriormente no

final da década e durante a década de 1980 a indústria de eletrônica. Nesses casos de juros subsidiados, Dall'Acqua (1991) apresenta que os setores prioritários pagavam cerca de 11% ao invés de 17% dos juros regulares.

É notável o sucesso das políticas econômicas que promoveram, diversificação produtiva e mercadológica, exportações e concentração, à medida que no ano de 1981, os principais conglomerados produtivos atuavam nos mais diversos setores, como apresentado na tabela 08. Pode-se perceber que ao mesmo tempo em que se diversificaram, as empresas mantiveram concorrência na maioria dos setores, sendo que no setor de eletrônica e comunicações quatro dos cinco *chaebols* atuavam. À medida que o governo disponibilizava uma série de benefícios e metas às empresas, promovia também a concorrência. A partir dessas políticas econômicas, as exportações cresceram mais que 370% enquanto a economia como um todo cresceu 10% . Neste período, o valor das exportações cresceu mais de 370% e começou a apresentar vantagens comparativas na exportação de produtos de alta tecnologia, tendo a economia apresentado um crescimento de 10,2% (RODRIK, 1994).

Tabela 9 - Principais Atividades dos cinco maiores conglomerados coreanos em 1981

| Conglomerado | Principais Atividades | |
|----------------|----------------------------|---------------------------|
| Samsung | Electrónica e Comunicações | Serviços Financeiros |
| | Construção e Engenharia | Papel e Celulose Produtos |
| | Química | Alimentares |
| | Construção Naval | Hotéis |
| | Têxteis | Autopeças |
| Hyundai | Electrónica e Comunicações | Construção Naval |
| | Automóveis | Siderurgia |
| | Construção e Engenharia | Serviços Financeiros |
| | Química | |
| Daewoo | Electrónica e Comunicações | Têxteis Maquinaria |
| | Construção Naval | Serviços |
| | Construção e Engenharia | Financeiros |

| | | |
|--------------------------------|-------------------------------|---------------------|
| | Automóveis | |
| Lucky Goldstar (LG) | Electrónica e Comunicações | Industria Gráfica |
| | Construção e Engenharia | Operadores de TV |
| | Química | Serviços |
| | Petróleo e Energia | Financeiros |
| Sunkyung (SK Group) | Química | |
| | Têxteis | |
| | Construção e Engenharia | |
| | Fibras Sintéticas | |

Fonte: UNCTAD/GATT – The export performance of the Republic of Korea, 1961-1982 (1984)

O crescimento industrial coreano seria então puxado pelas exportações a partir de concentração industrial em torno dos principais *chaebols*. À medida que os conglomerados apresentavam grande diversidade produtiva, segundo Rodrik (1997), angariavam ganhos de produtividade oriundos de internalização de externalidades entre os diversos setores, elevada interação tecnológica, baixas barreiras à entrada em novos segmentos, eliminação do esforço duplo entre empresas do mesmo *chaebol* (1995). O autor cita o caso da Hyundai e a pintura de automóveis a qual foi desenvolvida a partir do uso de trabalhadores da indústria naval com experiência em anticorrosivos.

O quarto PQDE (1977 – 1982), manteria o privilégio às indústrias de alta tecnologia como máquinas ferramentas, eletrônicos, construção naval, ferro e aço, petroquímica e metais não ferrosos. Rafael Dias (2008, p. 6), escreve a respeito das políticas adotadas pelo governo sul-coreano após a guerra das coreias e como impactaram no desenvolvimento do país:

O sucesso sul-coreano verificado sobretudo a partir de meados da década de 1970 está fortemente ligado ao modelo de desenvolvimento adotado, apoiado nas exportações de produtos manufaturados. A implementação desse modelo não teria sido viável sem a modernização da estrutura produtiva sul-coreana (que resultou em um

aumento do grau de complexidade da pauta de exportações daquele país).

A reestruturação americana e os choques do petróleo viriam a atingir também a Coreia do Sul. Sobre essa realidade, Lee (2011), descreve que a indústria vinha operando com alta capacidade ociosa, perda da competitividade industrial internacional, altas taxas de desemprego e inflação. Os problemas de financiamento público durante a alta de juros do início da década de 1980 elevaria os custos de refinanciamento e juros da dívida externa de 36% em 1979 do PIB para 54% em 1985. O contexto financeiro internacional impactaria a economia sul-coreana de modo a dívida líquida do setor industrial coreano que era em torno de 300% da produção, subiu para 400% em 1980 e para 500 em 1982, sendo que a dívida externa de curto prazo em 1980 era uma vez e meia o valor das reservas internacionais, sendo que os bancos internacionais se negavam a rolar a dívida coreana. (EICHENGREEN, PARKINS E SHIN, 2012). O contexto político ficaria ainda mais abalado com o assassinato do general Chung-Hee Park em 26 de Outubro de 1979.

Perante a crise financeira internacional, Canuto (1994) levanta dois motivos que mantiveram a mínima estabilidade da economia sul-coreana: (i) substituição da dependência do capital financeiro americano para o japonês e (ii) sistema bancário sendo privatizado, com domínio acionário dos *chaebols*, caracterizando assim a fusão do capital produtivo e do capital financeiro em torno dos conglomerados. A fusão das duas esferas em torno dos conglomerados iniciou-se segundo Canuto (1994) com o movimento de privatização do setor financeiro em 1981, a qual seria responsável por uma boa parte do estoque de dívida coreana. Os *chaebols*, segundo o autor, ampliam seu poder e parceria com o governo no desenvolvimento industrial do país a partir de estratégias de financiamento de capital internacionalizado os quais obtinham receitas regulares com exportação.

O projeto do governo coreano foi conduzido de tal forma que os padrões de desempenho de crédito e de isenções fiscais de longo prazo foram condicionados às empresas que estabelecerem laboratórios centrais de P& D, fielmente realizados pelos principais *chaebols*. Ao mesmo tempo, introduziu uma série de projetos nacionais de P&D em que as agências governamentais colaboravam com as empresas nacionais mais avançadas em um determinado setor para ganhar o domínio tecnológico para fins de expansão do mercado global. Para Eichengreen, Parkins e Shin (2012) a superação da crise econômica por

parte da Coreia esteve atrelado à capacidade do governo de incentivar o desenvolvimento e exportação de determinados setores a partir da diminuição do salário real de modo a possibilitar a sobrevivência de suas empresas e retorno das vendas externas.

No primeiro momento, o governo representou cerca de 80% do total, com o setor privado nacional representando o restante. Na década de 1990 essas proporções seriam invertidas. No entanto, tanto quanto 65 por cento da despesa em P&D privada seria financiada em um momento ou outro por crédito subsidiado pelo estado (AMSDEN, 1991). A capacidade de P&D das universidades, e, visivelmente, das indústrias cresceu a partir de meados dos anos 1980. Os *chaebols* passaram a desenvolver internamente a P&D com a contratação de cientistas e engenheiros estrangeiros ou através da aquisição de tecnologia em colaboração com parceiros estrangeiros enquanto as universidades trabalhavam no regime de parceria em P&D com empresas. Na década de 1980, diante de regulamentação sobre a transferência de tecnológica, o governo coreano colocou priorizou a construção de capacidade nacional de P&D (Kim 1993). Acima de tudo, o governo iniciou os programas nacionais de P&D em 1982, com ênfase nos projetos nacionais. Vários ministérios estiveram envolvidos nos programas com grande disponibilidade orçamentária e investimentos em P&D. Desde então, a cooperação entre indústria-universidade ou IPPs-indústria foram foco de programas específicos.

O Banco de Desenvolvimento da Coreia (KBD) tornou mais rígida a avaliação de propostas de empréstimos e verificava cuidadosamente os empréstimos em atraso para impedir os empresários de se comprometerem. Segundo, Amsden (1989) a análise de negócios e assistência gerencial para os empresários foram ampliados, os empresários que tinham capital financiado internacionalmente e desfrutavam da garantia do banco foram submetidos a um controle ainda maior. O banco solicitava apresentação de planos de vendas e financeiro, de acordo com estes planos, os clientes eram obrigados a depositar determinada quantia antes da data em que eram devidos, podendo ser na forma de depósitos em poupança ou de aquisição de Debêntures de Financiamento Industrial. O banco cobrava um adicional de 20% sobre a taxa de garantia aos que não cumpriam a exigência.

Em 1979, o KDB introduziu um novo procedimento para apertar o controle sobre os empréstimos, a fim de garantir que os fundos de empréstimo fossem utilizados de acordo com o seu propósito estabelecido, os desembolsos dos recursos do empréstimo não eram feitos imediatamente após o compromisso. Os fundos de empréstimos

eram transferidos para uma conta de controle de crédito em nome do mutuário e o dinheiro poderia ser retirado somente para as despesas diretas. Com esse mecanismo, o banco acompanhava de perto o andamento de cada projeto. Durante sua história o KDB trabalharia com um teto de financiamento, 65% do custo total do projeto, o propósito era compartilhar os custos do projeto com o empresário de forma a pressioná-lo quanto a desempenho e responsabilidade.

Canuto (1994) relembra que mesmo sob os intempéries da década de 1980, a Coreia do Sul manteve o investimento interno bruto sempre acima de 27% do PIB e juntamente com a política de promoção das exportações, possibilitou a superação do déficit comercial em 1986 e queda da razão dívida/PIB para 30% em 1987. Nesse mesmo período, Dall'Acqua (1991) aponta que no começo da década de 1980 as 50 maiores empresas sul-coreanas, representavam 30% da produção industrial, já no comércio exterior, 50,5% das exportações eram oriundas das vendas de apenas nove empresas. Amsden (1991), destaca que os países em desenvolvimento conseguiram desenvolver suas indústrias de média tecnologia, porém China, Índia, Coreia e Taiwan, a partir de pesados investimentos em suas próprias competências, ajudando-os a sustentar a apropriação nacional e caminhar em direção à indústria de alta tecnologia. Após os anos 1980, segundo Eichengreen, Perkins e Shin (2012), a Coreia do Sul permitira a entrada da IDE os quais eram passíveis de transferência tecnológica a partir do conhecimento tácito objetivando crescimento econômico e integração financeira.

Em 1982 inicia-se então o quinto PQDE, nesse novo plano o governo mantém o foco nas exportações, mas com intenções de diversificar o destino das exportações. Para tanto, segundo Masiero (2000) o governo baixou as taxas de importação de bens intermediários e aumentou o crédito destinado às exportações de bens duráveis (navios e máquinas). Segundo o autor, observa-se também uma mudança setorial, à medida que as indústrias química e pesada perdem privilégios e as indústrias intensivas em tecnologias (máquinas de precisão, informação e eletrônicos) ganham mais espaço na política industrial. Lee (2005) destaca que a partir de 1980 a indústria sul-coreana iniciou o processo de internalização do desenvolvimento tecnológico a partir do aumento da capacidade das indústrias de inovarem.

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 uma democratização para que o país se inserisse de modo mais legítimo entre as organizações comerciais e

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, abertura às importações, cambio variável, redução gradual dos subsídios fiscais, privatizações e menor controle sobre o mercado monetário.

No início dos anos 1990, assim como as demais economias em desenvolvimento a Coreia do Sul enfrentou sérios problemas com a balança de pagamentos, devido a apreciação da moeda e a escalada da inflação. A crise coreana, em 1997, segundo Kihwan (2006) está ligada à valorização cambial, desamparo governamental frente ao crescente ritmo das falências e o contágio asiático da crise bancária. Primeiramente, a valorização do dólar que ao mesmo tempo em que aumento do montante da dívida externa promoveu a queda da cotação do iene provocando a fuga de capitais das economias asiáticas em desenvolvimento. O governo permitiu nesse momento a quebra daquelas empresas as quais não apresentavam aporte financeiro e tecnológico para enfrentar o momento austero da economia. Segundo Amsden (1991), os " grandes negócios " propostos no final do século, espelhavam as tentativas pelo governo coreano de promover as grandes indústrias após a forte contração econômica durante a década de 1980. Nos setores estratégicos o governo não permitira que os grandes líderes viessem à falência, para tanto transferiam os direitos de propriedade a outras entidades de modo a manter a capacidade produtiva. Os principais problemas às operações na época, segundo a autora, foram as empresas serem incorporadas e parceiros estrangeiros.

Mesmo sendo um signatário do GATT, a Coreia do Sul usou as restrições voluntárias à exportação (VERs - *voluntary export restraints*) para proteger suas indústrias estratégicas. Segundo Amsen (1991), 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 angariar conhecimentos e ativos necessários para concorrer de forma mais igualitária com a indústria japonesa.

Masiero (2002) aponta que perante o cenário econômico nacional e internacional da década de 1990 implicaram na redução da intervenção estatal no mercado e na liberalização das importações. Com relação aos *chaebols* e a política industrial atuou de modo a desconcentrar determinados setores, diminuir também de diversificação

produtivo dos conglomerados e controlar o endividamento maciço dos maiores grupos. Devido à necessidade de contenção dos gastos fiscais nos primeiros anos da década de 1990, o governo passa a responsabilidade por investimento em pesquisa e desenvolvimento às empresas.

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

Mesmo perante uma maior liberalização econômica no país, a política industrial se manteve ativa incentivando o avanço tecnológico industrial garantindo a competitividade no mercado internacional. Nesse período os *chaebols* mantiveram seu crescimento graças a investimentos cruzados entre suas companhias-membros, desse modo, ao mesmo tempo em que permitiam o investimento em empresas de menor volume de capital obtinham maior acesso a crédito frente aos bancos oficiais e não oficiais. As empresas coreanas na década de 1990 foram criticadas por suas estratégias de preterir os lucros frente à participação no mercado global, segundo Amsden (1991), essa escolha se faz racional a partir dos ganhos de escalas de suas especializações nos setores de automóveis e eletrônicos (semicondutores e bens de consumo).

A economia coreana passaria então por uma inevitável liberalização e abertura comercial, porém o papel o governo manteria seu papel de coordenador das atividades econômicas. Porém o processo de liberalização da economia veio após o modelo exportador estar consolidado e os ajustes associados à crise da década de 1980 findados. Nas palavras de Dall'Acqua (1991) “o liberalismo recente [anos 1990] não foi modelado dentro da estratégia de implementação da industrialização "para fora", nem foi promovida em resposta à crise da dívida externa”. Fruto dessa liberalização tênue e gradual, Eichengreen, Parkins e Shin (2012) apresenta que em meados de 1991 o IDE continuava proibido e restrito a dozes das 522 indústrias discriminadas pelo Ministério das Finanças.

Dall'Aquila (1991) salienta que Sachs (1987) faz a distinção entre a promoção de exportação e a liberalização economia. Segundo o autor, o estado coreano pode ser caracterizado por suas políticas de incentivo à exportação o que difere das políticas do tipo *laissez-faire*, inclusive contrapondo-se em vários momentos. Com o objetivo de melhor viabilizar as indústrias nacionais, governo intervinha diretamente na economia via controle de preços, salários e câmbio a fim de conter a inflação e o câmbio favorável às exportações.

À medida que os últimos dois PQDEs focaram no desenvolvimento da indústria de máquinas e equipamentos, automóveis, eletrônicos e construção naval, tais setores se encontravam competitivos internacionalmente e prontos para exercer o papel de protagonistas na reestruturação industrial em curso, devido à mudança do paradigma da metalmeccânica para o paradigma da microeletrônica. Canuto (1994) salienta que essas indústrias possuíam rotinas inovativas que estavam inseridas no contexto da globalização tecnológica em torno da microeletrônica.

De forma geral, os dados apresentados por Masiero (2002) ajudam a entender a evolução da economia coreana. O setor primário, que era o principal setor da economia, passa a ter a menor participação percentual no PNB no final dos anos 1970. O setor industrial passa de 9% para 26,9%, e juntamente com o governo tem as maiores altas percentuais na participação da composição do PNB da Coreia do Sul entre 1953 e 1994. É importante salientar a substituição percentual de indústria leve para a indústria pesada, devido primeiramente à necessidade de atrair investimentos estrangeiros, a fim de assimilar tecnologia em setores de bens de consumo duráveis, e a transição para os bens de capital. Por último, o setor de serviços que já tinha uma participação considerável na década de 50, após uma queda em meados de 60, volta a ser o principal setor da economia.

Os dados coletados e condensados por Perin (2014) no quadro 15 vêm completar o comportamento da macroeconomia sul coreana antes do paradigma tecnológico, ao longo do seu desenvolvimento até os dias atuais. No que tange o crescimento do PIB nota-se que até a década de 1960 a Coreia do Sul vinha com um crescimento satisfatório, porém com baixos níveis de investimento e com uma relação dívida/PIB controlada. Durante a década de 1970 e 1980 observa-se a escalada econômica do país à medida que o crescimento do PIB ultrapassa os 10% em alguns períodos, concomitantemente tem-se aumento também da formação bruta de capital fixo da relação dívida/PIB. A inflação, medida pelo IPC, mostrou-se controlado ao longo de todo o período,

exceto no período entre 1980 e 1982 em que se observa um momento de estagnação do crescimento sul coreano. Durante a década de 1990 o país conseguiria ainda manter o nível de crescimento econômico e industrial à medida que promovia o aumento do PIB *per capita* e a participação da indústria nas atividades econômicas. Por fim nos anos 2000, os números sul coreanos apresentam uma recuada em seus desempenhos, porém ainda em níveis satisfatórios de investimentos, inflação e crescimento econômico.

Em 1997 o presidente eleito democraticamente Kim Dae-Jung com propostas de reformas econômicas no sentido de diminuir a dominação e a concentração industrial na responsabilidade dos *chaebols*. Concomitantemente às intenções de reforma estourou-se a crise financeira asiática forçando então o país a recorrer ao FMI e a suas influências na coordenação das políticas econômicas do país até o ano de 2001. Perante essa situação além das reformas sugeridas pelo fundo, tais como reforma bancária e financeira e privatização de empresas públicas o governo procurou exercer um maior controle sobre as industriais nacionais e promover uma visão mais globalizada do país (ERRINGTON, 2004).

No que tange a relação com os conglomerados produtivos o governo caminhou no sentido de diminuição de benefícios fiscais (orientado pelo FMI) e aumento da transparência das atividades dos *chaebols*. Durante esse período o governo passou a retirar concessões a determinados setores com o intuito de que os *chaebols* abandonassem determinadas posições para se concentrarem em suas especialidades, promovendo assim uma especialização produtiva das grandes empresas sul coreanas. Para Kihl (2005) devido à força política dos *chaebols* e o conturbado momento que a economia sul coreana enfrentou com a crise econômica asiática, impossibilitaram que as reformas no setor empresarial fossem levadas adiante.

Quadro 15 - Desempenho econômico sul coreano no período de 1950 a 2012, em % -

| Período | Momento político-econômico ¹ | Cresc/ PIB | PIB per capita (US\$) | Indústria | FBCF/ PIB | I P C | Dívida externa / PIB |
|---------|---|---------------|-----------------------------|-----------|--------------|-------------|----------------------------|
| 50-62 | Período S. Rhee | 4,9 | | 0 | 13 | 0 | 4 |
| 63-71 | 1a arrancada sob governo do gen. Park | 8,8 | 296 | 33 | 20 | 0 | 14 |
| 72-75 | 1a fase da industrialização pesada | 8,9 | 484 | 37 | 25 | 0 | 34 |
| 76-79 | 2a fase e conclusão da base pesada da indústria, fim da "era Park" | 10,6 | 1.281 | 41 | 30 | 0 | 33 |
| 80-82 | Recessão/estagnação após queda de Park e crise da dívida | 1,1 | 1.876 | 47 | 30 | 1 6 | 49 |
| 83-87 | <i>Drive</i> exportador, integração econômica com Japão e <i>upgrade</i> industrial | 10,2 | 2.643 | 49 | 29 | 3 | 48 |
| 88-93 | Transição para economia baseada nos complexos eletrônicos e automobilísticos | 7,8 | 6.645 | 53 | 35 | 7 | 18 |
| 94-97 | Expansão com abertura financeira e internacionalização dos <i>chaebol</i> | 7,5 | 11.55 9 | 56 | 37 | 5 | 24 |
| 98-00 | Crise cambial e recuperação promissora | 2,0 | 9.852 | 55 | 30 | 2 | 33 |
| 01-03 | Recuperação | 5,2 | 12.38 5 | 55 | 29 | 3 | 23 |
| 08-12 | Crise financeira e desaceleração | 2,3 | 20.72 8 | 54 | 28 | 3 | 37 |

Fonte:

Perin,

2014.

A construção do sistema setorial e inovação em torno da indústria de microeletrônica, contara ao longo do processo de industrialização sul coreano com algumas medidas fundamentais nos resultados obtidos durante o paradigma tecnológico. Perin, Cario e Martignago (2013) realizam um aparato das principais ações governamentais durante o período anterior ao paradigma até os dias atuais evidenciando a finalidade de cada uma quanto a finalidade (imitação, transformação e inovação), apresentados no quadro 16.

Quadro 16 - Trajetória da política de inovação em C&T sul-coreana

| | |
|---|---|
| Imitação | <ul style="list-style-type: none"> • Fundação do KIST (1966) e do MOST (1967) • Lei de Promoção da C&T (1967) • Estabelecimento dos IPGs (1970) nas áreas de máquinas, construção naval, química, ciências marinhas, eletrônica • Incentivo fiscal aos investimentos em P&D (1974) • Desenvolvimento de recursos humanos para as atividades em P&D (KAIST) |
| <p>Década de 1960</p> <p>Década de 1970</p> | |
| Transformação | <ul style="list-style-type: none"> • Programa Nacional de P&D (NRDP, 1982) • Criação da Câmara de Ciência Daedeok • Promoção da pesquisa de firmas privadas: incentivos fiscais e financeiros para estimular as atividades de P&D (redução dos impostos para empresas baseadas em tecnologia, 1982; crédito fiscal para tecnologia e despesa com desenvolvimento de recursos humanos) |
| <p>Década de 1980</p> | |
| Inovação | <ul style="list-style-type: none"> • Promoção das pesquisas em universidades através dos Centros de Pesquisas Científicas • Plano de cinco anos para a inovação (1997) • Criação do Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia (1999) • <i>Vision 2025</i> (1999) • Primeiro Roteiro Nacional Tecnológico (2001) • Nova organização do MOST (2004): vice-primeiro-ministro, criação Gabinete do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (OSTI) • Início do Ministério da Educação, Ciência e Tecnologia (MEST, 2008) |
| <p>Década de 1990 até o presente</p> | |

Fonte: Perin, Cario, Martignago, 2013.

Durante os anos 2000, segundo Eom e Lee (2009), leis e instituições relacionadas com o conhecimento industrial foram estabelecidas. A lei de Promoção para transferência tecnológica, promulgada em 2001, prescreve que as universidades públicas devem estabelecer unidades ou instituições responsáveis pela transferência de tecnologia e formação de especialistas. A promoção da cooperação entre empresas e universidade ganhou mais força como o estabelecimento da chamada "Fundação para cooperação indústria-universidade" em 2004, que foi baseado na promulgação da Lei de Aprendizagem Industrial e Lei da Cooperação Indústria-Universidade em 2003. A partir da cooperação entre empresas e universidade em 2007, 134 universidades estabeleceram plantas produtivas no interior das instituições.

Durante os anos seguintes, a Coreia do Sul passaria por um intenso processo de liberalização econômica e financeira, promovida principalmente devido à interferência e metas propostas pelo Fundo Monetário Internacional. Sendo assim, com metas de reservas internacionais, superávits fiscais e liberalização cambial, juntamente com uma política de especialização produtiva dos *chaebols*, faria com que a atividade econômica a industrial recuasse. Segundo Heo (2008) enquanto a taxa média anual de investimento empresariais em máquinas e equipamentos entre 1990 e 1997 foi de 7,8% do PIB, no período entre 2000 e 2005 esse número recuou para 1,15%, sendo que o crescimento econômico durante o quinquênio foi de 4,2%. Se no final da década de 1990 e início dos anos 2000 o crescimento da Coreia do Sul estava ligado ao processo de globalização. A partir de 2003 a gestão governamental e a volta da preocupação com a indústria nacional de modo a promover o ganho de produtividade via especialização dos *chaebols* em suas atividades principais.

Segundo Jones e Yoo (2012), a partir de 2008 a Coreia do Sul iniciou um novo processo de fomento às atividades industriais setoriais na tentativa de diminuir o nível de dependência do uso de energias não renováveis. Segundo os autores o Plano de Cinco Anos para o Crescimento Verde, lançado em 2009, visa incentivar e promover o desenvolvimento de tecnologias e reestruturação da indústria com vista na mudança da fonte energética. Outro setor que vem sido foco da política industrial recente sul coreana, diz respeito ao fortalecimento das micro e pequenas empresas. Segundo Jones e Kim (2014), em 2011, o subsídio público e forma de garantia de crédito às micro e pequenas

empresa foi de 100 trilhões de wons, aproximadamente US\$ 90 bilhões³² e o crédito direto a 42 trilhões de wons ou US\$ 38 bilhões, além de 201 programas de auxílio, com foco principalmente no financiamento produtivo e inovativo dos pequenos empreendimentos.

Durante a primeira década do século XXI nota-se que a Coreia do Sul vem empreendendo esforços na manutenção de suas capacidades inovativas. A análise do sistema nacional de inovação da Coreia do Sul tratado por Perin, Cario e Martignago (2013) vem trazer uma qualificação dos gastos de P&D do país asiático. Após ter realizado o *catching up* tecnológico o país manteve-se entre os países com maiores gastos em P&D, investindo cerca de US\$ 90 bilhões em 2012 ou cerca de 2,8% do PIB. A continuidade dos investimentos capacidade inovativa e tecnologia podem ser notadas ainda a partir dos números de centros de P&D privados na Coreia do Sul, uma vez que entre 2003 e 2010 o número saltou de quase 10.000 centros para 23.000. Esses centros de P&D, segundo os autores, estão concentrados no setor de elétrica e eletrônica (50%) sendo que a grande parte das iniciativas (21.000) são de empresas de médio e pequeno porte. Como resultado da manutenção dos investimentos e políticas industriais de promoção da inovação a Coreia do Sul manteve o crescimento do número de pedidos de patentes uma vez que em 1999 foram pouco mais de 1.000 pedidos enquanto que no ano de 2010 esse número chegou a 9.000.

Por fim, no ano de 2013, a Coreia do Sul dá início à nova política industrial no sentido de ampliar a relevância da indústria sul coreana no desenvolvimento tecnológico. O Plano de Ação para uma Economia Criativa apresenta-se com três objetivos: (i) fortalecer a liderança sul coreana na economia criativa, (II) intensificar a relação da sociedade com a tecnologia, (ii) criar novos empregos e mercados a partir da criatividade e inovação. O governo divulgou então seis estratégias para alcançar as metas estabelecidas: (i) valorizar a criatividade e a criação de um ecossistema que promova a formação de *startups*, (ii) fortalecer o papel das micro e pequenas empresas na economia criativa e capacitar a entrada dessas empresas no mercado internacional, (iii) criar novas fontes de crescimento a partir da diversificação mercadológica e industrial, (iv) desenvolver talentos criativos, (v) fortalecer a capacidade inovativa da ciência, tecnologia e tecnologia da informação e (vi) criar a cultura de economia criativa na sociedade coreana (COREIA DO SUL, 2014).

³² Cotação utilizada: 1 US\$ = 0,00091KRW\$

Em seguida, assim como realizado para o Brasil, foi construído um quadro em que se levantam as características do ambiente institucional sul coreano em comparação com o momento do paradigma tecnológico da microeletrônica. A partir do quadro 17, pode-se perceber a maior sintonia das políticas econômicas desenvolvidas pelo governo da Coreia do Sul e a trajetória tecnológica do paradigma. Em seguida o trabalho se volta para a evolução da indústria de microeletrônica da Coreia do Sul no mesmo período considerando o cenário institucional que a mesma se desenvolver.

Quadro 17 - Economia sul coreana X Paradigma tecnológico: principais características

| | 1970's | 1980's | 1990's | 2000's |
|---|---|---|--|---|
| Ambiente Institucional sul coreano | <ul style="list-style-type: none"> •Relativo <i>catching up</i> tecnológico •2°, 3° e 4° PQDEs •Política industrial setorial: Química e Pesada •Crescimento econômico com crescimento das importações •Dependência tecnológica •Lei de promoção dos Eletrônicos •Criação dos centros e P&D estatais (KIET, KIETRI, KAIST) •Subsidio fiscal às exportações •Imitação tecnológica •GTCs | <ul style="list-style-type: none"> •5° e 6° PQDE •Crescimento da relação dívida/PIB •Privatização do setor financeiro •Política Industrial com metas de exportação, inovação e desempenho •Fusões do setor financeiro e produtivo em torno dos <i>chaebols</i> •Política Industrial setorial: Máquinas de precisão, informação e eletrônicos •Financiamento público de P&D •Diminuição do salario real •Maior controle e mais exigente política creditícia •Internalização do | <ul style="list-style-type: none"> •Apreciação cambial •Redemocratização •Inflação •Crise Asiática •Desconcentração industrial •Diminuição da diversificação dos <i>chaebols</i> •Manutenção da promoção às exportações •Controle do endividamento privado •Restrições Voluntarias à exportação •Ganho de participação no mercado internacional •Abertura comercial natural | <ul style="list-style-type: none"> •Plano para o Crescimento Verde •Liberalismo •Política creditícia vultuosa •Globalização •Fortalecimento da MPEs •Política Industrial setorial: energias renováveis •Plano e Ação para uma economia criativa •Ganhos sociais |

| | | | |
|---|--|--|---|
| | | desenvolvimento tecnológico | •Investimento privado em P&D |
| | | •Início da abertura comercial e financeira | •Privatizações |
| Paradigma Tecnológico da microeletrônica | <ul style="list-style-type: none"> •Inserção no paradigma da metal-mecânica •Primeiras inovações •Irrupção •Baixas barreiras à entrada •Janela de oportunidade de <i>chatchig up</i> tecnológico •Ganho de escala incremental •Cumulatividade •Verticalizada | <ul style="list-style-type: none"> •Mudança de paradigma tecnológico •Frenesi •Reestruturação industrial •Construção da trajetória tecnológica •Intenso investimento em P&D •Modeole de IDMs •Definição dos principais <i>players</i> da indústria •Apropriabilidade | <ul style="list-style-type: none"> •Consolidação do paradigma da microeletrônica •Sinergia •Segmentação produtiva •Investimento produtivo •Desverticalização •Cadeia global de valor •Penetrabilidade •Inovações incrementais •Cumulatividade •Barreiras naturais à entrada |
| | | | <ul style="list-style-type: none"> •Maturação do paradigma tecnológico •Posições dentro do paradigma determinadas •Inovações incrementais •Penetrabilidade •Prospecções de novos paradigmas tecnológicos •Cadeia global de valor •”Bolha da internet” (2002) •Poucas oportunidades de egresso no paradigma •Consolidação das empresas e países centrais ao paradigma |

Fonte: Elaborado pelo autor

4.3 A INDÚSTRIA DE MICROELETRÔNICA NA COREIA DO SUL

A estratégia e o desenvolvimento econômico sul coreano, se mostrara intimamente ligada a capacidades de economia de escala e escopo de suas empresas líderes e os investimentos agressivos em tecnologia. A capacidade de angariar e desenvolver competências tecnológicas industriais, fora responsável pelo patamar e constância do crescimento do país asiático. Sendo assim, os *chaebols* mostraram a capacidade de imprimir um ritmo de crescimento e avanço tecnológico capaz de promover o *catching up* tecnológico durante a mudança de paradigma. Dessa forma, nas próximas páginas o trabalho disserta a cerca da evolução da indústria de semicondutores sul coreana ao longo do processo de consolidação do paradigma tecnológica da microeletrônica.

A indústria de semicondutores da Coréia do Sul teve o seu início em meados dos anos 1960, quando várias empresas de semicondutores multinacionais (Signetics, Fairchild, Motorola, Control Data, IDM e Toshiba) começaram a montar dispositivos discretos no país, a fim de se aproveitar dos baixos custos trabalhistas. As atividades envolviam, primeiramente, encapsulamento (*back-end*) peças e componentes foram importados das matrizes, montado em subsidiárias por trabalhadores pouco qualificados e reexportados, segundo a orientação geral da indústria coreana. Nesse primeiro momento, pouca capacidade de design e engenharia fora transferido.

O governo, em 1975, entendendo a importância que o setor de microeletrônica vinha desempenhando tanto nos números da balança comercial como também no *gap* tecnológico que ela representava, fora iniciado um plano para desenvolvimento do setor em seis anos. Porém, não muito bem aceito na época, devido a alto nível de apropriabilidade que as empresas do setor detinham, de modo que os *chaebols* não tinham acesso à tecnologia das empresas multinacionais. Mesmo perante tais barreiras, a primeira indústria de semicondutores coreana, seria inaugurada ainda em 1975 quando um cientista coreano-americano com Ph.D na Ohio State University e experiências design de semicondutores na Motorola, Dr. Ki-Dong Kang, estabeleceu a Coreia Semiconductor Company. Ele teve problemas financeiros quase que imediatamente, sendo que a Samsung adquiriu durante o seu primeiro ano de operações, como fonte de *know-how* de semicondutores para o seu crescente negócio de eletrônicos de consumo. Em 1983, no entanto, o papel crítico

da tecnologia de semicondutores em uma gama de indústrias estava se tornando cada vez mais claro, e os quatro maiores *chaebols* (Samsung, Hyundai, LG e Daewoo) estariam presente no setor (KIM e WESTNEY, 1999).

Para se entender como foi praticado a proteção aos *chaebols* no que tange o setor de eletrônica durante o quarto PQDE, Mody (1989) relembra que os produtores nacionais de aparelhos de televisão, tinham total salvaguarda frente aos produtos importados. Segundo o autor, as importações de televisões foram praticamente banidas até início de 1980, uma vez que a indústria de televisões era um produto-chave para os *chaebols*. Com o evoluir dos anos, essa proteção seria gradativamente transferida para os componentes eletrônicos e a fabricação de computadores pessoais. Nesse sentido foram feitas além de imposições totais à importação do bem de consumo o IDE não foi autorizado a se fixar nesse setor.

A Samsung seria então a primeira a ter sucesso na fabricação de componentes da indústria de semicondutores, o primeiro produto desenvolvido pela empresa fora a memória 64K DRAM. Para tanto a empresa montou uma força-tarefa em 1982 para formular uma estratégia de entrada. Os membros da equipe passaram seis meses trabalhando nos Estados Unidos, reunidos com especialistas no setor, especialmente os cientistas e engenheiros que trabalhavam em empresas de semicondutores americanos ou de ensino em universidades americanas.

A fim de angariar maiores conhecimentos e domínio sobre a tecnologia a empresa enviara engenheiros para os fornecedores de tecnologia para o treinamento como parte do acordo de transferência de tecnologia. Em 1983, a Samsung criou uma instalação de P&D no Vale do Silício 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, incluindo IBM, Honeywell, Zilog, Intel e National Semiconductor. Estes cientistas juntamente com 300 engenheiros americanos, proporcionara um elevado nível de capacidades e acesso aos avanços tecnológicas do Vale do Silício. Simultaneamente a Samsung organizou uma equipe na Coréia do Sul em colaboração com a equipe da Califórnia, nela incluía dois cientistas coreano-americanos (ambos com experiência em desenvolvimento de 64K DRAM em empresas norte-americanas) e os engenheiros da Samsung treinados em fornecedores de tecnologia. As intensas interações entre o grupo da Califórnia com a equipe na Coréia do Sul, através da formação, da

investigação conjunta e resolução conjunta de problemas, elevou significativamente a capacidade da equipe coreana em absorver as tecnologias adquiridas dos fornecedores americanos, Micron Technology e Zytrex (KIM e WESTNEY, 1999).

Os grandes *chaebols* coreanos foram capazes de entrar na produção de microeletrônica de componentes como DRAM, segundo Mody (1989) devido a sua capacidade de negociar acordos de *joint venture* com as multinacionais estrangeiras e comprando licenças de tecnologia de empresas estrangeiras, superando os enormes custos de entrada no setor de capital intensivo. No mesmo sentido, além de permitir a entrada de IDE passíveis de apropriação tecnológica, o governo aumentou os incentivos fiscais e financeiros às atividades de P&D privadas, afastando-se gradualmente da atividade. Dahlman (1989) observa que uma parcela das instalações de pesquisa de semicondutores da KIET foram vendidas para a LG, um *chaebol*, em 1985, devido à expansão das atividades independentes de P&D em semicondutores. Nesse momento, novamente a parceria entre o governo e os *chaebols* garantiria que esses conglomerados concentrassem a dinâmica inovativa industrial, permitindo o governo diminuir os gastos públicos em P&D e consequentemente a sua importância no sistema nacional de inovação.

Segundo Kim e Westney (1991), depois de oito anos de experiência na montagem de chips LSI, a Samsung encontrara 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 construíra uma 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, diminuindo significativamente o fosso tecnológico para com Estados Unidos e Japão.

Durante os anos 1980 instituições públicas e do sector privado continuaram a trabalhar no sentido de alcançar um consenso sobre a forma de desenvolver tecnologias para semicondutores. Como resultado, as principais empresas de semicondutores nacionais formaram a “Semiconductor Research Association” em 1986 e, mais tarde, sob os auspícios dos Ministérios da Ciência e Tecnologia, Comunicação e Comércio e da Indústria formaram o KETRI, consórcio centrado em outubro de 1986. Segundo Bell (1994), os institutos coreanos são bons

exemplos de política de P&D, uma vez que um instituto público de pesquisa fundiu-se com a iniciativa privada já existente.

A segunda iniciativa industrial no setor de microeletrônica viria a partir da Hyundai e a crescente importância que os semicondutores vinham tomando em sua produção de automóveis, construção naval e de maquinaria pesada. Para tanto a empresa contactou novamente o Dr. Kang, fundador da primeira empresa de microeletrônica do país de forma a assessorá-la na formulação de estratégia de entrada no setor. Com base nesse plano, a Hyundai recrutou quatro doutorados coreano-americanos com experiência de trabalho em semicondutores e computadores na Xerox, Fairchild, e Ford. Ela também expandiu sua capacidade recrutando 75 cientistas coreano-americanos adicionais dos EUA e 35 cientistas e engenheiros da Coreia do Sul, muitos da Samsung, para formar o núcleo de seu novo negócio de eletrônicos e seu Laboratório de Semicondutores na Coreia, além de criar um centro de P&D na Califórnia, composta por cientistas coreanos-americanos e engenheiros americanos locais, assim como feito pela concorrente Samsung nos anos anteriores (KIM e WESTNEY, 1999).

Mesmo com um relativo sucesso no segmento de design, a Hyundai, sem experiência em produção anterior em eletrônica, teve problemas graves na produção em massa. Para aumentar a sua taxa de rendimento a empresa utilizou duas estratégias. Primeiro, entrou em um acordo para montar 64K DRAM para a Texas Instruments, ganhando *know-how* na montagem e assistência técnica na tecnologia da informação; 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 e WESTNEY, 1999).

Apesar de sua maior experiência em eletrônica, a LG apresentou-se bastante cautelosa, focada principalmente em chips de memória não para uso em suas atividades, mas para o desenvolvimento de eletrônicos de consumo. Para tanto a LG adquiriu as instalações de P&D e de produção geridas pelo KIET (Instituto Coreano de Tecnologia Eletrônica) do governo em 1985. Ela então licenciou designs de chips da *Advanced Devices Micron* e Zilog dos EUA e entrou em uma *joint venture* com a AT & T, chamada de *Western Electric*, porém ficaria atrás da Samsung e da Hyundai no lançamento 64K DRAM. Por fim a Daewoo, que tinha adquirido eletrônicos de consumo e de produção de semicondutores, em 1985, investiu cerca de US \$ 13,4 milhões na compra de 51% da ZyMOS Corporation. A Daewoo transplantava

equipamentos de fabricação ZyMos para a Coréia, o que viria se mostrar não eficiente. Perante esse cenário a empresa optou por produzir chips de memória a serem utilizados no setor de telecomunicações (KIM e WESTNEY, 1999).

Para Choung, Hwang e Hwang (2014) a aquisição de conhecimento tecnológico das grandes empresas coreanas se deu a partir de diversas modalidades, que incluíam acordos de licenciamento, uma estreita interação com clientes e fornecedores e P&D próprio. Essa configuração organizacional complexa melhorou as capacidades tecnológicas das empresas. Em contraste com os estágios iniciais, quando desenvolvendo necessitava de licenciamento, acordos e os principais parceiros OEM (Original Equipment Manufacturing) de acesso ao conhecimento tecnológico, a principal fonte de conhecimento tecnológico tornou-se o P&D interno. As três principais indústrias de semicondutores passariam a desenvolver seus produtos a partir do P&D interno já na década de 1980.

Este caso revela, segundo Choung, Hwang e Hwang (2014), como o setor privado aumentou a sua capacidade tecnológica interna e a mudança do papel do setor público no desenvolvimento tecnológico. O papel do setor público foi redefinido do papel central no desenvolvimento de tecnologia industrial para coordenador das atividades tecnológicas privadas. O objetivo do governo assim era realizar pesquisas pioneiras nas áreas estratégicas emergentes. As instituições públicas forneceram apoio financeiro em áreas específicas onde o setor privado necessitava de desenvolvimento tecnológico. Elas foram, portanto, um veículo para as empresas de semicondutores colaborarem e desenvolverem tecnologias chave. No projeto 4M DRAM, por exemplo, esta tecnologia de processo está diretamente relacionada ao desenvolvimento de produtos, e nos projetos 16M / 64M DRAM, design e fabricação foram selecionados como a principal área de pesquisa colaborativa.

Já no ano de 1987, segundo Mody (1989), 20% do total das vendas da Samsung, um dos principais *chaebols* coreanos e de maior sucesso na eletrônica. Mesmo com essa percentagem, o autor salienta que não se percebe no mercado interno coreano um comportamento monopolista, já que o governo incentivava que vários *chaebols* estivessem presentes no mesmo setor estratégico. Dessa forma, ao mesmo tempo em que o governo incentivava e subsidiava o setor restringindo as importações como um todo, fomentava-se a concorrência interna entre as empresas.

Na Coreia do Sul, a Samsung também foi a primeira a iniciar a produção da próxima geração de chips: o 256K DRAM. Para tanto a empresa conferiu atribuições diferentes para as equipes nacionais e as localizadas no Vale do Silício. Para reduzir a liderança na comercialização realizada pelas empresas norte-americanas e japonesas, a equipe local procurou ajuda nos projetos de circuito da Micron Technology. Embora a Samsung tivesse desenvolvido algumas competências suficientes para evitar a necessidade de licenças tecnológicas, os desafios de design e produção em massa eram substanciais. Como antes, Samsung envolveu a equipe local em um processo de intensos esforços durante oito meses, resultando em outubro de 1984 na primeira apresentação do 256K DRAM (KIM e WESTNEY, 1999).

À equipe da Samsung no Vale do Silício, foi dada a missão de desenvolver um novo 256K DRAM com desenho do circuito através do design e processos próprios, de modo que a empresa parasse de se tornar dependente de projetos importados. Esse esforço produziu um projeto de circuito em abril de 1985 com qualidade superior ao projeto licenciado pela Micron Technology. Em várias medidas importantes de desempenho a Samsung adotou como o projeto dominante para a produção em massa o desenvolvido pelos seus próprios engenheiros. Através de treinamento e recolocação de pessoal, a Samsung foi capaz de transferir os recursos para expansão do seu centro da Califórnia para seu Centro de P&D em semicondutores na Coreia. Se durante o desenvolvimento da tecnologia anterior (64K) a empresa esteve 4 anos atrasado em comparação com as principais economias, na nova geração o intervalo caiu para 2 anos, sendo que a produção teve início 18 meses após o início da fabricação das empresas concorrentes (KIM e WESTNEY, 1999).

A Coreia do Sul, segundo Mowery e Steinmueller (1991), foi bem sucedida na apropriação tecnológica devido a boa utilização de acordos comerciais, a existência de fabricas-chave em seu tecido industrial, e com importações de bens de capital garantindo acesso à tecnologia estrangeira. Estes mecanismos, no entanto, foram menos eficazes, na eletrônica, onde *joint ventures* e acordos de licenciamento com empresas estrangeiras foram mais comum. A viabilidade dessas alianças foi aumentada graças ao crescimento dos *chaebols* e o aumento de suas respectivas capacidades e negociações em acordos de partilha tecnológica. Outra vantagem que permitiu os *chaebols* terem acesso a um grande volume de tecnologia em semicondutores, foi o interesse das

empresas de médio e pequeno porte dos EUA em vender suas respectivas tecnologias e processo em escala para os conglomerados (JOSEPH et al. 1995).

A Hyundai enfrentou um desafio parecido com o caso da Samsung na tentativa de acelerar o desenvolvimento, a partir de aquisição de tecnologias de projeto e de produção simultaneamente. No entanto, a empresa teve alguns problemas para comprar equipamentos de fabricação de ponta do Japão, uma vez que as empresas japonesas de semicondutores se recusavam a repassar a Hyundai acesso a sua tecnologia de design. Dessa forma a Hyundai entrou em um acordo de licenciamento com a Inmos dos EUA, cuja tecnologia do 256K DRAM estava disponível. Porém não foram realizados testes de compatibilidade com a produção da empresa coreana, quando a Inmos não forneceu a tecnologia a Hyundai rescindiu o contrato e, novamente, virou-se para a compra de um projeto de Vitelic em junho de 1985. Porém a atividade não se mostraria rentável uma vez que a empresa não obteve rendimentos acima de 30% ao longo de 1986. Perante essa situação a empresa virou-se para um acordo com a Texas Instruments para fabricar, montar e testar os *chips* 256K DRAM, permitindo a Hyundai melhorar a sua própria tecnologia de produção de modo a alcançar uma taxa de rendimento viável e permitindo a empresa desenvolver um produto mais rentável, o 1M DRAM (JOSEPH et al. 1995).

Para competir com a entrada dos *chaebols* coreanos em 64K e 256K DRAM, os produtores japoneses rapidamente passaram a praticar preços agressivamente baixos. Esta estratégia tinha sido bem sucedida antes contra as concorrentes americanas, porém os *chaebols* diversificados e o governo sul coreano foram capazes de subsidiar o setor de semicondutores durante a crise financeira do final da década. Em seguida, a partir de um contrato de semicondutores EUA-Japão, o qual reciclavam as exportações japonesas de 1M DRAM para os EUA, o caminho ficou aberto para que as empresas coreanas se fizessem como fornecedores dominantes de 64K e 256K DRAM. O aumento da demanda e pouca oferta do produto aumentariam os preços para o 256K DRAM, permitindo que as empresas coreanas obtivessem rendimentos de modo a ser firmar definitivamente no setor (KIM; WESTNEY, 1999).

A Samsung começou a trabalhar na geração de *chips* com 1M DRAM, em setembro de 1985. Desta vez, a empresa comprometeu a sua equipe do Vale do Silício e o centro coreano para trabalhar em projetos originais, em uma "competição colaborativa", envolvendo o intercâmbio

de informação, de pessoal, e resultados da investigação. Desta vez, o centro coreano completou a tarefa três meses antes dos colegas da Califórnia, indicando que o locus de capacidade de P&D tinha deslocado para o centro na Coreia. A empresa apresentaria o 1M DRAM em Julho de 1986, diminuindo a distância com o pioneiro japonês em um ano. A produção em massa iniciaria no final de 1987, um ano após as empresas japonesas, mas a tempo de pegar o rápido aumento na demanda. A Hyundai foi um participante final no mercado de 1M DRAM, a partir da compra de tecnologia de projeto e processo de Vitelic. Mas em 1988, as suas capacidades de design e processo aproximaram-se rapidamente da Samsung. Em contraste, a LG firmou parceria com a Hitachi, para a tecnologia 1M DRAM, a Hitachi fornecia para LG a assistência técnica para a produção de 1M DRAM garantindo uma fonte confiável, enquanto a Hitachi dedicara seus recursos no desenvolvimento de DRAM da próxima geração (JOSEPH et al. 1995).

Os investimentos em instalações de produção e P&D realizadas por empresas coreanas atraíram várias empresas estrangeiras a estabelecer *Design Houses* na Coreia do Sul. LSI Logic, por exemplo, criou um centro de design na Coreia para ajudar as empresas coreanas de design em ASICs, a Texas Instruments construiu uma instalação para a produção de MOS e ASICs bipolares. O caminho pela frente foi, no entanto, tornando-se mais instável, em 1986. A Texas Instruments entrou com uma ação contra a Samsung e oito fabricantes de chips japoneses, cobrando violação de patentes para projetos de DRAM, enquanto a Intel entrou com uma ação semelhante contra Hyundai e seu fornecedor americano de design. Tanto a Samsung e Hyundai acabaram pagando royalties sobre as vendas passadas e futuras de seus produtos de memória (JOSEPH et al. 1995).

O trabalho de desenvolvimento da próxima geração de chips - o 4M DRAM – se daria a partir de uma intensa competição com empresas japonesas e norte-americanas com objetivo de explorar as fronteiras da tecnologia de semicondutores. Antecipando as dificuldades em adquirir tecnologia estrangeira, e procurando evitar duplicação de custos em pesquisa e investimento, o governo interveio e designou que o P&D em 4M DRAM como um projeto nacional em outubro de 1986. O KETRI trabalhou como coordenador em um consórcio das três fabricantes de semicondutores (Samsung, LG e Hyundai) e seis universidades. O objetivo foi desenvolver e produzir em massa 4M DRAM em 1989 e fechar completamente o fosso tecnológico para com as empresas

japonesas. O consórcio gastou US\$ 110.000.000 em P&D ao longo de três anos, sendo 57% oferecido pelo governo (JOSEPH et al. 1995).

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 obtidos pelos esforços particulares. Sendo assim, 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 seu 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 um consórcio organizado e baseado no KETRI, as três empresas se recusaram a partilhar o seu conhecimento com o outro e o consórcio, basicamente, tornou-se um distribuidor de fundos. Em contraste com os esforços de outros setores, os quais em que o Estado desempenhou um papel importante no direcionamento do desenvolvimento da tecnologia nos *chaebols*, na indústria de microeletrônica, o sucesso tecnológico da Coreia do sul deve ser atribuído em grande parte à dinâmica mercadológica (KIM; WESTNEY, 1999).

Caracterizando melhor a indústria de microeletrônica coreana, Choung, Hwang e Hwang (2014) apresenta que a indústria de semicondutores da Coreia do Sul se concentrou na fabricação de wafer e produção, conduzida pelos *chaebols*. O número de empresas de semicondutores coreano chegou a trinta no final da década de 1980. Entre eles, havia cinco empresas de produção de fabricação (IDMs) - SEC Eletrônicos, Lucky-Goldstar Electron, HEI Electronics, Daewoo Electronics and Korea Electronics. A proporção de fabricação de wafer e produção no setor global de semicondutores aumentou de 6% em 1983 para 38,8% em 1988, e chegou a 50,3% em 1990. A importância das empresas *chaebols* nas empresas de semicondutores coreano aumentou substancialmente durante os anos 1980.

Sendo assim, a trajetória tecnológica da indústria de microeletrônica na Coreia do Sul levaram os principais *chaebols* a se alocar no segmento de *Foundries*. No ano de 2001, segundo Choung,

Hwang e Hwang (2014) o país contava com oito *foundries* sendo que as principais empresas atuantes no setor eram Samsung, Hyundai, Daewoo, Dupont Korea e Phoytronics. Nos segmentos de *Design Houses* e encapsulamento as menores barreiras à entrada permitira a existência de inúmeros escritórios e empresas, sendo as principais: Anan semiconductor, C&D technology. O segmento de *Fabbles* apresentara em 1991 apenas 3 empresas atuantes, sendo elas LG, Solton e Posco Hules.

A indústria de semicondutores sul coreana, é caracterizado segundo Choung, Hwang e Hwang(2014), pela estrutura concentrada com foco em produtos específicos, especialmente no mercado da DRAM (Dynamic Random Access Memories). A tendência à concentração está relacionada às estratégias dos *chaebols*, os quais, historicamente concentraram-se na produção em massa de produtos padronizados. A partir da entrada na indústria microeletrônica, os conglomerados conseguiram alcançar a liderança em um curto período de tempo, pelo menos 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 indústria de semicondutores coreanos tem se concentrado em produtos de memória, especialmente em DRAM, em que capacidade de produção tem importância fundamental na capacidade tecnológica e sucesso no mercado. segundo Choung, Hwang e Hwang (2014) apresenta que os três principais fornecedores de semicondutores coreanos mostraram tendência à concentração em produtos de memória, portanto, o foco da acumulação tecnológica também reside em produtos de memória. Junto com a melhoria significativa na tecnologia de fabricação, desde o início de 1990, a capacidade de design tem melhorado e as capacidades tecnológicas geraram progresso na área de tecnologias de back-end, incluindo montagem e testes.

Choung, Hwang e Hwang (2014) vem confirmar o segmento de atuação das empresas de microeletronica da Coreia do Sul, ao apresentar que dentro das 3 principais empresas (Samsung, LG e Hyundai) o segmento de memória domina os números das vendas. Entre os anos de 1993 e 1995 a Samsung, por exemplo, dobrou suas vendas de memórias, saindo de aproximadamente US\$ 1 bilhão para quase US\$ 3 bilhões, enquanto que os ASICs e outros produtos somados não chegaram a US\$ 100 milhões. A Hyundai e LG seguem o mesmo caminho com mais de

97% da produção concentrada em memórias, porém em escalas mais modestas US\$ 500 milhões e US\$ 1,3 bilhão em 1995.

A partir dos dados apresentados anteriormente, Choung, Hwang e Hwang (2014) reforça-se a ideia de concentração da indústria de microeletrônica coreana no segmento de memória DRAM. As três das principais empresas são parte de um grande conglomerado *chaebols* integrados. As empresas integraram os processos de desenvolvimento de produtos de memória e vão desde o projeto até a montagem. Estas empresas foram responsáveis por mais da metade da criação de valor da indústria de semicondutores coreano desde o início de 1990. A principal vantagem da estrutura de *chaebols* em entrar na produção de produtos de memória, se deu pela enorme capacidade de investimento e no âmbito dos processos de tomada de decisões centralizadas, caracterizado por uma forte apropriação e apoiados pelo governo. Esta estrutura de decisão centralizada e o apoio governamental permitiu às empresas arcar com operações de alto risco.

Nas próximas gerações de semicondutores, a Samsung se firmaria como a empresa líder no setor de memórias, quando se tornou a primeira fornecedora mundial de amostras comerciais de 64M DRAM no segundo semestre de 1994, disponibilizando-as para os maiores clientes: Hewlett Packard, IBM e Sun Microsystems. A Samsung foi também a primeira a desenvolver a primeira amostra testada no mundo de 256M DRAM, após investir US \$ 150 milhões em P&D ao longo de 30 meses. Em agosto de 1994, o *chaebol* estava à frente dos japoneses usando sua própria tecnologia patenteada para desenhar uma nova arquitetura, a qual superava as limitações operacionais de velocidade e trazendo melhorias na capacidade de processar grandes quantidades de dados. A Samsung também tinha completado o desenvolvimento de produtos de uma DRAM de 1 gigabit em 1996, quase um ano antes de seus rivais (KIM; WESTNEY, 1999).

Em termos de organização interna, Choung, Hwang e Hwang(2014), salienta que um dos aspectos mais importantes do *chaebols* de semicondutores, especialmente a empresa líder Samsung, foi a ênfase na integração das atividades de projeto e fabricação. Como estudos de caso têm indicado (Choi, 1994; Bae, 1995; Hwang, 1998) esta estreita interação foi um importante meio de atualização de tecnologia de fabricação e atingindo altas taxas de rendimento. Feedback e cooperação na resolução de problemas entre design e processo de engenheiros, foi um fator importante que contribuiu durante

o processo de desenvolvimento para *catching-up* tecnológico e sucesso no mercado.

Em março de 1999, a Samsung começou pela primeira vez no mundo a produção em massa de 256M DRAM, cerca de dois anos antes das previsões de especialistas do setor. A LG se tornou a primeira fabricante de memórias primárias, em 2001, ao desenvolver uma amostra funcional de 64M DRAM Rambus, a geração de memória primária para computadores pessoais de alto desempenho. Sob a pressão de reestruturação do governo, a Hyundai adquiriu LG, tornando a segunda maior fabricante de chips de memória após a Samsung. Em 1999, a Coreia é o maior país a produzir chips de memória, sendo responsável por 41% do mercado global (KIM; WESTNEY, 1999).

Quadro 18 - Parceria firmadas entre empresas coreanas e o resto do mundo, 1989 a 1996.

| Companhia Coreana | Parceiro | Ano | Acordo |
|-------------------|----------|------|-------------------------------------|
| LG | Hitachi | 1989 | Transferência tecnológica |
| Hyundai | TI | 1989 | Transferência tecnológica |
| LG | Hitachi | 1990 | Transferência tecnológica |
| Samsung | Toshiba | 1992 | Desenvolvimento conjunto de produto |
| LG | Hitachi | 1993 | Desenvolvimento conjunto de produto |
| Samsung | NEC | 1994 | Compartilhamento de informações |
| Samsung | Toshiba | 1995 | Desenvolvimento de produto conjunto |
| Samsung | Toshiba | 1996 | Desenvolvimento de produto conjunto |
| Samsung | TI | 1996 | Desenvolvimento conjunto de produto |
| Samsung | SGS | 1996 | Desenvolvimento conjunto de produto |

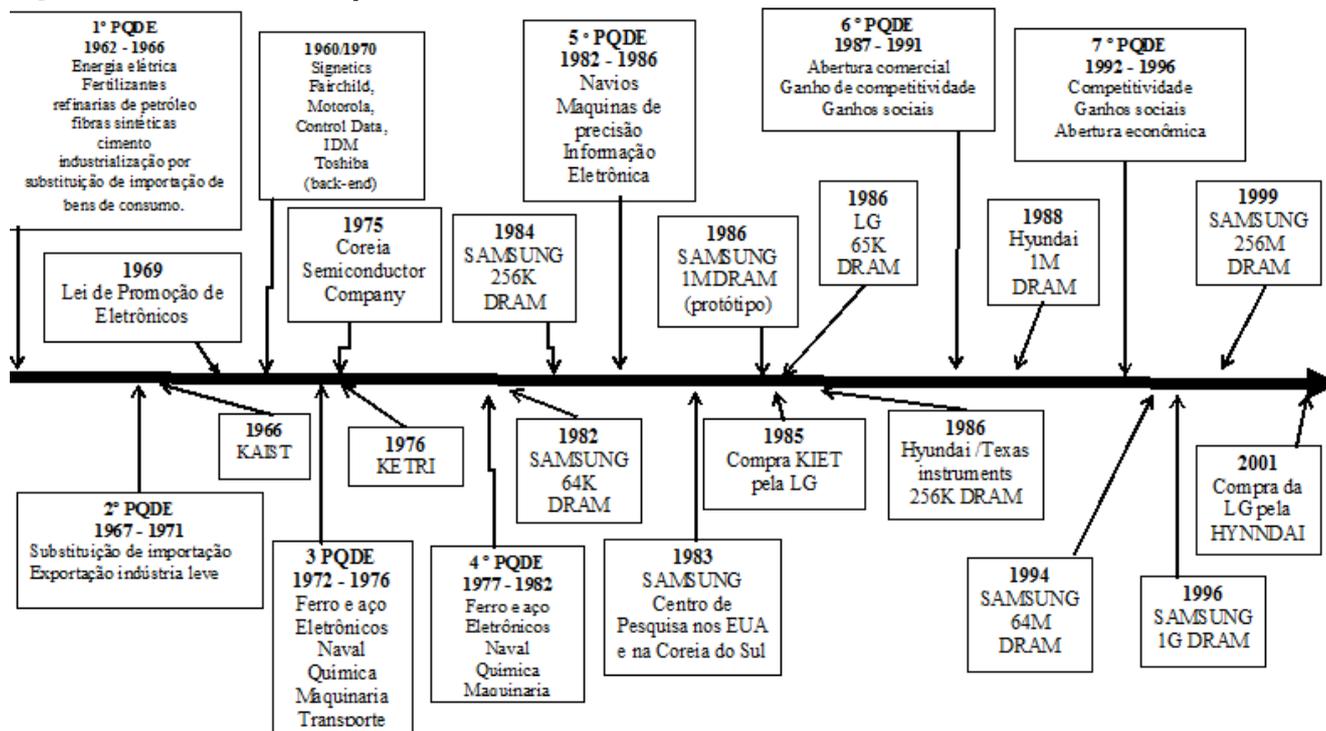
Fonte: Adaptado de Choung, Hwang e Hwang, 2014.

Recentemente, segundo Choung, Hwang e Hwang (2014) os *chaebols* coreanos têm divergido suas relações com outras empresas, incluindo concorrentes. Em contraste com os relacionamentos anteriores com as principais indústrias de semicondutores o que concentrou-se em acordos de licenciamento de mão única para adquirir conhecimento tecnológico. Desenvolvimentos recentes refletem a valorização das capacidades tecnológicas dos grandes fornecedores de DRAM coreanas. No final de 1980 empresas coreanas de semicondutores, particularmente Hyundai e LG, iniciaram a terceirização tecnológica do setor de memória e áreas afins, enquanto a Samsung começou a mostrar a suas capacidades tecnológicas internas a partir do desenvolvimento conjunto com outros fabricantes líderes de memória. A partir da década de 1990 as empresas coreanas de semicondutores com suas reforçadas capacidades tecnológicas desenvolveram um conjunto de produtos de

ponta com empresas líderes. No quadro 18, Choung, Hwang e Hwang (2014), apresenta as parcerias entre as principais empresas do setor de microeletrônica coreano com as demais empresas do mundo.

Como realizado para indústria brasileira de microeletrônica, foi construído uma linha cronológica apresentada na figura 09, esquematizando os principais acontecimentos da indústria na Coreia do Sul ao longo do paradigma tecnológico.

Figura 9 – Linha do Tempo da Indústria Nacional de Microeletrônica da Coreia do Sul



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.4 DADOS DA INDÚSTRIA SUL COREANA DE MICROELETRÔNICA.

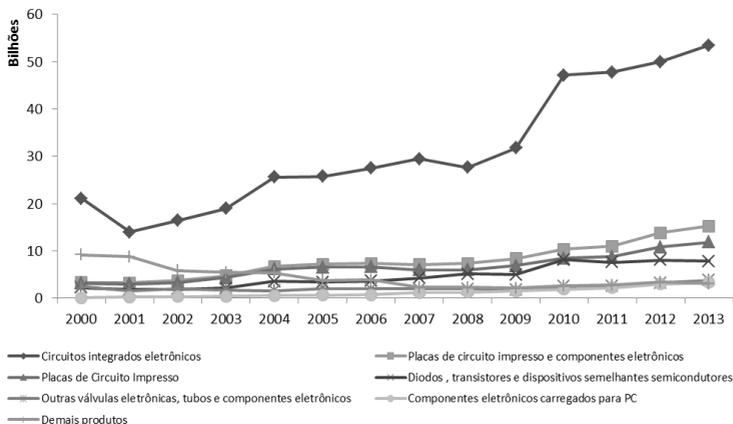
Os dados apresentados a seguir, buscam contextualizar o leitor a cerca do perfil da indústria de microeletrônica da Coreia do Sul nos últimos anos. Para tanto foram elencados uma série de variáveis junto ao Serviço de informação estatística da Coreia do Sul (Korean Statistical Information Service – KOSIS) de forma a possibilitar comparações com a indústria brasileira. Durante o trabalho de escolha de produtos e atividades industriais do setor de microeletrônica sul coreana, foram selecionadas as seguintes atividades:

- Fabricação de circuitos integrados eletrônicos
- Fabricação de placas de circuito impresso e componentes eletrônicos
- Fabricação de Placas de Circuito Impresso
- Fabricação de diodos, transistores e dispositivos semelhantes semicondutores
- Fabricação de outras válvulas eletrônicas, tubos e componentes eletrônicos.
- Fabricação de componentes eletrônicos carregados para PC
- Fabricação de capacitores eletrônicos
- Fabricação de eletrônicos, bobinas, transformadores e outros indutores
- Fabricação de válvulas eletrônicas e tubos
- Fabricação de Resistências eletrônicas
- Fabricação de cartões inteligentes com o de tarja magnética ou chip
- Fabricação de placas de interface eletrônica

A primeira variável apresentada no gráfico 07 é o valor bruto da produção industrial entre 2000 e 2013. A primeira inferência que se pode retirar do gráfico é o montante produzido pela indústria de microeletrônica do país, uma vez que o valor total chega a aproximadamente US\$ 100 bilhões no ano de 2013. Desse total, cerca de US\$ 53 bilhões do total produzido 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 *fables* e *foundries*, porém com a presença do valor da produção das IDMs, Samsung e LG. Excetuando a

primeira atividade que vem demonstrando um crescimento ao longo dos anos 2000, as demais atividades se mantiveram constantes ou com níveis de crescimento tímidos ao longo do período em análise.

Gráfico 7 - Valor bruto da produção Industrial (VBPI) da indústria de microeletrônica coreana entre 2000 e 2013 (US\$³³ Bilhões).

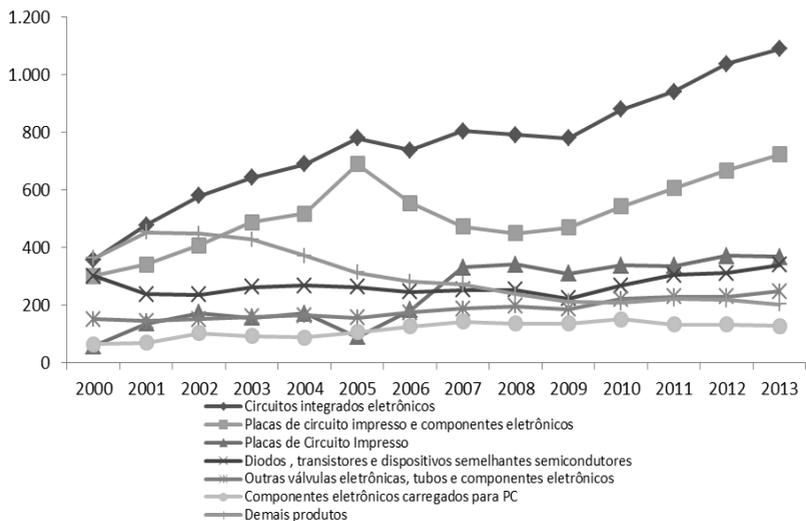


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do KOSIS, 2015.

Para contribuir com a caracterização do setor, no gráfico 08 são apresentados os números de estabelecimentos do setor de microeletrônica da Coreia do Sul, foram utilizadas as mesmas atividades elencadas na construção do gráfico do valor bruto da produção industrial. A atividade que apresenta o maior número de estabelecimentos é também a fabricação de circuitos integrados eletrônicos, porém representando 35% dos estabelecimentos em 2013. A segunda, fabricação de placas de circuito impresso e componentes eletrônicos, corresponde a 23% no ano de 2013, sendo que em 2005 representou 30% do número total.

³³ Valor utilizado na conversão cambial: 1 US\$ = 0,000911 KR₩

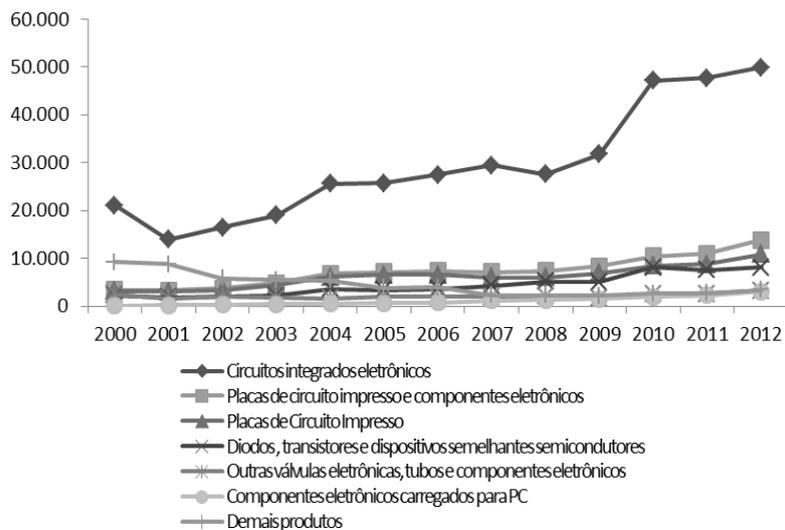
Gráfico 8 – Número de estabelecimentos da indústria de microeletrônica coreana entre 2000 e 2013



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do KOSIS, 2015.

Validando o entendimento a cerca da indústria de microeletrônica da Coreia do Sul o gráfico 09 trás o número de trabalhadores segundo as principais atividades do setor. Os números a seguir mostram um mercado estacionado quanto ao número de trabalhadores uma vez que as maiores variações foram no setor de fabricação de circuitos integrados eletrônicos que aumentou 16% no período e o de fabricação de placas de circuito impresso, a rubrica que engloba as demais atividades menos representativas que vieram a diminuir mais representativamente suas participações, 40%.

Gráfico 9 – Número de trabalhadores da indústria de microeletrônica coreana entre 2005 e 2013 (exceto 2010)³⁴.

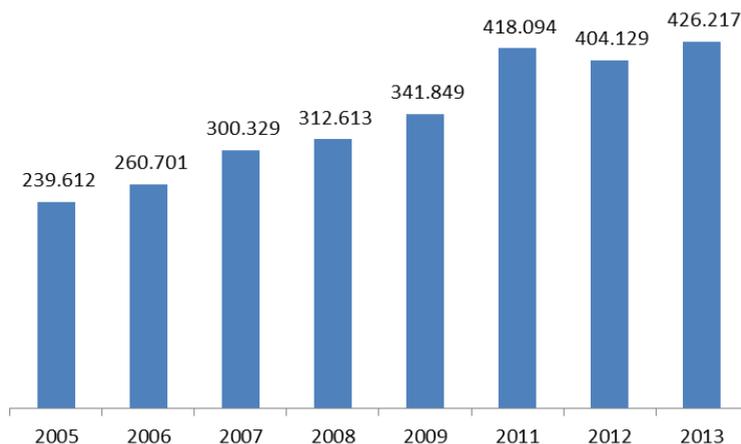


Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do KOSIS, 2015.

Foi construído no gráfico 10 o histórico de produtividade da indústria de microeletrônica como um todo. Com o crescimento do número de estabelecimentos e uma relativa estagnação no número de trabalhadores empregados, juntamente com o crescimento da produção nos últimos anos já seria possível inferir o crescimento da produtividade do trabalho no setor. Entre os anos de 2005 e 2013 (excetuando o ano de 2010 que não está disponível no site consultado), a produtividade da indústria coreana cresceu em média 25% a.a, sendo que no final da série o trabalhador do setor produzia em média US\$ 426 mil por ano.

³⁴ Variável não disponível para o ano de 2010 em KOSIS, 2015.

Gráfico 10 - Produtividade da indústria de microeletrônica coreana entre 2000 e 2013 (exceto 2010)³⁵ em US\$ MIL³⁶.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do KOSIS, 2015.

Com a finalidade de avaliar o comércio exterior da indústria de semicondutores realizou-se a construção da balança comercial do setor e confecção de dois mapas elucidando a distribuição das importações e exportações sul coreanas. Os dados a seguir foram retirados do UNCTADstat, órgão de estatística das Nações Unidas, utilizando-se das mesmas rubricas apresentadas no capítulo três sobre o panorama da indústria de microeletrônica mundial e utilizada no capítulo sobre o desenvolvimento da indústria no Brasil, seção 4.4. Quase de forma antagonica os números da balança comercial da Coreia do Sul vêm trazer a competitividade e a intensa inserção no mercado internacional de sua produção nacional. A partir da apreciação do gráfico 11 nota-se que as exportações que vieram relativamente constantes até o ano de 2000, apresentaram crescimento médio de 42% a.a. As importações apresentaram o comportamento semelhante ao das exportações, mostrando um nível de interação e dependência da indústria nacional com as demais economias e segmentos. Dessa forma o saldo comercial setorial varia juntamente com o nível de atividade econômica, uma vez que nos anos de menor atividade (2000, 2009) a indústria sul-coreana diminuiu tanto a quantidade importada como a quantidade exportada. Já nos anos de crescimento e de expansão das vendas, observa-se também

³⁵ Variável não disponível para o ano de 2010 em KOSIS, 2015.

³⁶ Valor utilizado na conversão cambial: 1 US\$ = 0,000911 KR₩

tem o aumento das importações, porém de menor ordem, visto que o saldo comercial se expanda com o diferencial das operações.

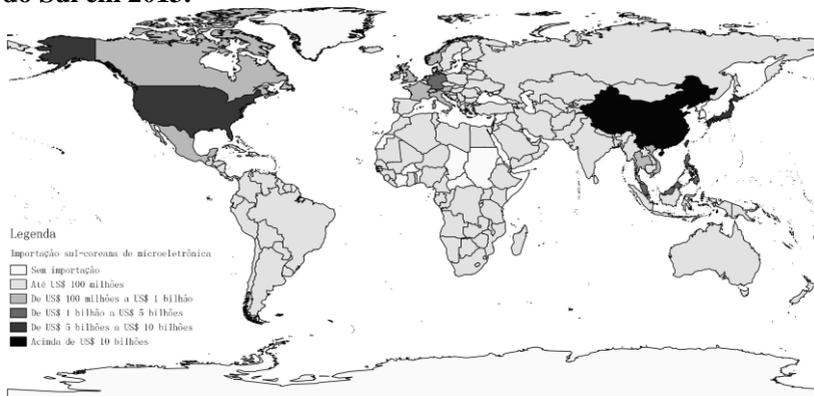
Gráfico 11 - Balança comercial do setor de microeletrônica da Coreia do Sul entre 1995 a 2013.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir dos dados do UNCTADstat.

Continuando na análise do setor na Coreia do Sul, o trabalho agora elenca as variáveis do comércio exterior de modo a dar um panorama da intensidade e características da inserção externa da indústria sul coreana na figura 10. A China vem se confirmar como o principal parceiro comercial da indústria de microeletrônica, uma vez que a dita economia é responsável por cerca de U\$20 bilhões das exportações da Coreia do Sul, considerando ainda as importações de Taiwan, esse valor chega a quase US\$ 30 bilhões ou 51% das exportações sul coreanas. Estados Unidos, Japão e Singapura vêm completar os 5 principais mercados de destino das exportações, sendo que o primeiro responde por 14% e os outros dois por 9% cada, das compras da economia da Coreia do Sul.

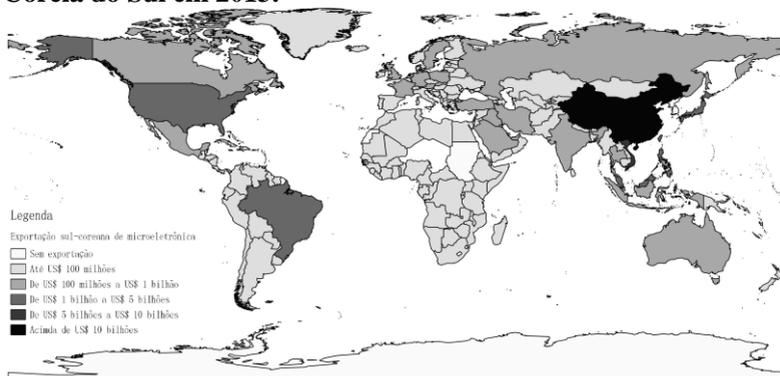
Figura 10 - Origem das importações de microeletrônica da Coreia do Sul em 2013.



Fonte: **Fonte:** Elaborado pelo autor a partir de dados da UNCTstat.

Os números de exportação da indústria de microeletrônica da Coreia do Sul na figura 11, vêm confirmar a intensa inserção da economia no mercado mundial do setor. A China desempenha um papel ainda mais central do que nas importações, à medida que o país representa 44% do mercado de venda da indústria sul coreana do setor. Se considerar ainda os valores de venda para Hong Kong e Taiwan, US\$ 13 bilhões e US\$ 4 bilhões respectivamente chega-se que a economia chinesa compra cerca de US\$ 57 bilhões da economia sul-coreana. Vietnã, Singapura e Estados Unidos completam os principais países de destino das exportações com 7%, 6% e 4% respectivamente, totalizando 81% das vendas concentradas em seis países.

Figura 11 - Destino das exportações de microeletrônica da Coreia do Sul em 2013.



Fonte: **Fonte:** Elaborado pelo autor a partir de dados da UNCTstat.

4.5 INDÚSTRIA MICROELETRÔNICA SUL COREANA: AVALIAÇÃO TEÓRICA E ANALÍTICA

O trabalho agora chega na última seção do capítulo sobre o desenvolvimento industrial da Coreia do Sul. Após a introdução tratou-se do desenvolvimento da indústria do país a partir de uma breve contextualização da industrialização corrente dos anos de 1950. A partir da década de 1970 foi apresentado como se deu a dinâmica do PQDEs no que tange as políticas industriais, fiscais, comerciais ao longo das duas décadas seguintes. Na terceira seção do trabalho, a análise se concentrou em dissertar sobre os movimentos da indústria de microeletrônica da Coreia do Sul no decorrer do surgimento e maturação do paradigma tecnológico. Por fim foi levantada uma série de dados para se vislumbrar o nível de atividade e o perfil da indústria de microeletrônica. Por fim o trabalho agora apresenta uma análise a cerca do ambiente institucional durante a trajetória do paradigma da microeletrônica e os desdobramentos no desenvolvimento do setor no país estudado.

O ambiente institucional internacional o qual se iniciou a industrialização sul coreana merece destaque inicial na avaliação do comportamento da economia uma vez que o mesmo período foi marcado pelo acirramento das tensões entre as duas grandes potencias econômicas e militares da época (EUA e URSS). A industrialização e o *catching up* tecnológico durante o paradigma da microeletrônica seria dado sobre o cenário de guerra fria e o respectivo embate entre o bloco capitalista liderado pelos EUA e o bloco socialista liderado pela URSS. Sendo assim, a posição geográfica e econômica estratégica do Japão bem como dos demais países asiáticos viria a beneficiar o desenvolvimento econômico e industrial dos países da região. O período pós-guerra e a decorrente destruição dos países diretamente envolvidos no conflito criara um ambiente propício na Ásia e Europa à opção socialista frente ao capitalismo, segundo Teixeira (1983). Desta forma, os EUA viriam a legitimar o modelo de produção capitalista a partir do fomento ao desenvolvimento dos países mais afetados pela segunda guerra mundial a fim de afastar a “ameaça vermelha” dos países centrais.

Em um primeiro momento a economia e indústria japonesa foram as mais fomentadas, garantindo ao país uma reconstrução política e econômica já na primeira década após o fim do conflito. Com o acirramento das tensões entre as duas potencias econômicas e militares

durante as décadas subsequentes faria com que os EUA mantivessem suas políticas de fomento ao desenvolvimento econômico dos países da região. Dessa forma, a Coreia do Sul contaria tanto como apoio norte americano em seu desenvolvimento como também do transbordo do capital produtivo japonesa para os países da região. O Japão se mostrara de suma importância no processo de *catchig up* tecnológico sul coreano via IDE, transferência tecnológica, capacitação de mão de obra, aporte financeiro e estratégia de desenvolvimento industrial. O último ponto é evidenciado na própria formação dos *chaebols* uma vez que os mesmos apresentavam configuração similar ao dos *zaibatsus*. Essa contextualização se justifica uma vez que a trajetória industrial e tecnológica sul coreana seria amplamente afetada por esse ambiente institucional internacional, como defendido por Zysman (1991), North (1991) e Conceição (2008).

Após realizar a 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 foi sendo construída por ambas as partes utilizando-se de normas formais (leis, políticas e impostos) como também informais (comprometimento a estratégia nacional, aspectos econômicos e sociais) (NORTH, 1991). A sintonia entre o ambiente institucional do governo e do empresariado sul coreano, garantiria o sucesso das estratégias do governo no que tange desenvolvimento setorial estratégico, orientação às exportações e investimentos em P&D. A proximidade entre os dois grupos, propiciaria a Coreia do Sul desenvolver políticas industriais ao longo dos primeiros anos do paradigma industrial mesmo sob os intemperes da economia internacional, além de propiciar o ambiente institucional adequado às inovações e a trajetória tecnológica em construção (DOSI, 1988).

A partir do entendimento do que foi dissertado sobre o desenvolvimento da indústria coreana, percebe-se que o país entra na segunda metade da década de 1970 consideravelmente industrializado e ainda com certo grau de dependência tecnológica e produtiva dos países centrais. A industrialização já vinha sendo puxado pelos conglomerados produtivos à medida que os mesmo angariavam capital e conhecimento da dinâmica inovativa industrial. A fim de superar a condição de dependência tecnológica externa, nota-se a construção de um aparato instrucional em torno das inovações industriais no final da década de 1960 com a criação dos institutos de pesquisa KAIST, KIET e KETRI,

os quais seriam responsáveis por parte do avanço tecnológico, mas não peça chave no sistema setorial de inovação (PAVITT, 1984).

A capacidade de aprendizagem da tecnologia internacional e desenvolvimento de novas soluções se mostraram também importantes no processo de superação da dependência tecnológica. A partir de apoio governamental à entrada dos *chaebols* no setor de eletrônica e a exigência de níveis de exportação as empresas sul coreana desenvolveram aprendizagem fazendo (*learnig by doing*), de forma a se tornaram competitivas no mercado internacional ao mesmo tempo em que acumulava conhecimento sobre a nascente indústria. O processo de aprendizagem também foi puxado pelas atividades dos centros de pesquisa (*learning from advances in science and technology*) bem como da relação desses centros de pesquisa com os *chaebols* (*leranig by interacting*) (MALERBA, 1992)

A dinâmica industrial e inovativa foram construídas no país de modo que no início da década de 1970 já se nota a preocupação com determinados setores estratégicos do ponto de vista tecnológico. Sendo assim, o governo a partir do Plano de Promoções das Industriais Pesadas (1971), passa a desenvolver política industrial setorial de forma a viabilizar a entrada dos conglomerados produtivos nacionais em determinados setores. A partir de subsídios fiscais, aduaneiros e fomento à inovação o país viabilizava as atividades industriais dos *chaebols* ao mesmo tempo em que exigia níveis de exportação dessas atividades, ou seja, garantia os benefícios necessários, mas exigia determinados rendimentos produtivos e tecnológicos. Dessa forma, a sociedade sul coreana juntamente com o governo foi desenvolvendo e qualificando o aparato institucional em direção do desenvolvimentismo pautado na estratégia de fomento das exportações. Esse processo, como apresentado anteriormente, inicia-se a partir do terceiro PQDE e se intensifica ao longo dos anos 1980 e 1990, mostrando o processo de construção institucional dentro de uma sociedade a partir de instituições formais e instituições formais (NORTH, 1991). Dentro as instituições formais pode-se elencar as leis de proibição de ingresso de IDE em determinados setores, políticas industriais seletivas e voltados ao mercado externo e as barreiras à importação; já no caso da instituições informais, o compromisso entre o governo e os *chaebols*, a disciplina e honra asiática e o anseio pelo desenvolvimento econômico e industrial da sociedade sul coreana.

As relações entre o governo e os *chaebols* se mostrariam eficiente durante a escalda dos juros da economia americana no final da década

de 1980. Os ajustes fiscais e as exigências competitivas externas promovidas pelo governo durante o início da década, juntamente com a aliança interna entre o governo e os conglomerados produtivos, permitiram a manutenção da política industrial mesmo com perturbações no cenário internacional. Durante esse período a política creditícia como instrumento da política fiscal ficou mais exigente e passou a controlar mais as atividades das empresas, a medida que limitava o endividamento, exigia a liquidação das dívidas externas, mantinha os requisitos de exportação para os setores estratégicos, promovendo assim a competitividade da indústria doméstica. Outra característica oriunda da parceria entre governo e *chaebols* que permitiria a indústria sul coreana manter seus níveis de atividades durante a década de 1980, tange a formação dos conglomerados financeiros-produtivos a partir da privatização do sistema financeiro. Com essa medida ao mesmo tempo em que o governo mantinha a política industrial os conglomerados produtivos-financeiros (principais beneficiários das políticas) mantinham o controle sobre a dívida sul coreana amenizando os efeitos da escassez de capital.

A partir das estratégias das empresas do setor de microeletrônica no desenvolvimento dos primeiros produtos, percebe-se que a medida que o paradigma da microeletrônica ganhava força nas economias mais industrializadas, as empresas buscavam se inserir na cadeia produtiva de forma a promover cumulatividade do conhecimento no setor. Porém a necessidade de exportar para garantir os benefícios do governo fez com que os *chaebols* tivessem o interesse de desenvolver a próprias tecnologias. Para tanto desenvolveram o aparato institucional interno às empresas com a contratação de engenheiros de dupla nacionalidade, abertura de centros de pesquisa próximo aos concorrentes, incentivou o avanço tecnológico doméstico e a transferência tecnológica em contratos. Dessa maneira as empresas tiveram acesso ao conhecimento tácito e explícito das empresas do nascente paradigma tecnológico. Com a construção de dois centros de pesquisa, a Samsung conseguiu completar a espiral do conhecimento proposto por Nonaka e Takeuchi (1997) uma vez que o trabalho em parceria com empresas americanas promovia o compartilhamento de experiência, os centros de pesquisa cristalizavam em conhecimento explícito, em diálogo com o centro de pesquisa na Coreia do Sul a empresa sistematizava o conhecimento e o internalizava com o desenvolvimento de novas tecnologias.

Concomitantemente ao apogeu do paradigma tecnológico da microeletrônica, o governo sul coreano a partir do quinto PQDE muda o

foco do desenvolvimento industrial da indústria pesada para a indústria de alta tecnologia e começa a transferir o motor da inovação tecnológica a partir da apropriação e cópia para a internalização do desenvolvimento tecnológico. O processo de internalização da dinâmica inovativa é perceptível no caso da microeletrônica e em especial no caso da Samsung, quando 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). Na geração seguinte de memórias (1M DRAM) a Samsung consolidar-se-ia na vanguarda tecnológica do setor quando o centro tecnológico sul-coreano apresenta o protótipo antes do centro americano. Nessa trajetória fica latente novamente os conceitos de aprender fazendo (*learnig by doing*), aprender por interação (*learnig by interacting*) e o aprender a partir dos avanços da ciência e tecnologia (*learning from advances in science and technology*) (MALERBA, 1982).

Os outros dois *chaebols* (LG e Hyundai) também se inseriram no setor e microeletrônica ainda na década de 1980. Fruto de estratégias não tão felizes quanto ao da concorrente Samsung essas empresas não tiveram a mesma cumulatividade do conhecimento no setor e mesmo copiando as estratégias da empresa líderes em alguns aspectos (importação de engenheiros coreanos-americanos, *joint ventures*, transferência tecnológico) não conseguiram internalizar completamente a dinâmica inovativa do segmento de memória (DOSI, 1988. No entanto os benefícios e os incentivos governamentais às atividades e à concorrência permitiriam às empresas manter a participação no setor de forma a atuarem em diferentes nichos mercadológicos. Dessa forma, percebe-se que determinadas rotinas de busca por novas soluções tecnológicas beneficiaria aqueles os quais optaram pela cumulatividade em um primeiro momento a partir das etapas de fabricação, passando pela instalação de centros de pesquisa nos EUA e na Coreia do Sul e a promoção da concorrência entre os mesmo, finalizando na internalização do desenvolvimento tecnológico (NELSON; WINTER, 2006).

Sobre esse cenário macroeconômico os conglomerados produtivos que vinham acumulando conhecimento na etapa de *back-end* durante a década anterior, passam a fazer investimento em P&D com foco no segmento de memórias. A escolha pelo segmento de memórias se justifica a partir da relação do ambiente institucional sul coreano e a relação deste com as empresas inseridas no nascente paradigma. O governo veio construindo ao longo dos PQDEs anteriores a necessidade

de exportação pelas indústrias nacionais, sendo assim, os *chaebols* sul coreano encontraram no segmento de memórias algumas características que o elegeriam como o caminho de ingresso no paradigma. Pelo lado da interação do ambiente institucional com o paradigma tecnológico, percebe-se que a exigência de exportação por parte das políticas industriais, fizeram com que as empresas importassem os componentes das economias centrais realizando a etapa de encapsulamento no país de modo a aproveitar a qualidade e os custos da mão de obra e por fim reexportavam sua produção. A partir dessa atividade os *chaebols* poderiam acumular conhecimento e capital para a especialização no segmento de memória. A proximidade do ambiente institucional sul coreano com o paradigma tecnológico da microeletrônica se daria em especial no setor de memórias, configurado pelo alto nível de padronização e escala necessária, assim as empresas sul coreanas inseridas no mercado internacional puderam alcançar a escala necessária para viabilizar os investimento produtivos em plantas fabris de circuitos integrados.

Os dados 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, explicada pela especialização das indústrias de microeletrônica sul coreana no segmento de memórias durante a trajetória tecnológica dos últimos 30 anos. A produtividade também toma destaque, visto que cada trabalhador da indústria de microeletrônica do país apresenta produtividade acima dos US\$ 400 mil anuais. Como era de se esperar, os números de comercio exterior confirmam também a inserção no paradigma de modo que a balança comercial apresenta um saldo positivo de US\$ 32 bilhões, sendo que US\$ 90 bilhões exportados e US\$ 57 bilhões importados. O montante importado e exportado, a origem das importações e o destino das exportações demonstram o nível de inserção na cadeia produtiva e a importância do país como fornecedor de componentes microeletrônicos, em especial memórias.

Outro comportamento que se mostraria benéfico ao avanço tecnológico industrial no país reside no fato de que a política industrial tornava os investimentos produtivos e exportadores tão rentáveis que os principais *chaebols* do país se vinham competindo nesses setores por maiores níveis de produtividade e tecnologia a fim de angariar maior

fatia do mercado e mais concessões governamentais. Essa intensa competição foi verificada também na microeletrônica uma vez que as empresas copiavam e tentavam superar a estratégia de P&D das concorrentes nacionais e chagaram a negar a iniciativa do governo de desenvolverem tecnologias em conjunto devido à lucratividade garantida ao pioneiro tecnológico.

A precocidade do desenvolvimento industrial puxado pelo mercado externo se mostraria fundamental na inserção do paradigma tecnológico a medida que os *chaebols* desenvolveram vantagens comparativas no segmento de fabricação de memória. Caracterizado pela padronização e grande escala, a inserção externa sul coreana garantiria acesso ao mercado global, garantindo assim demanda suficiente para viabilizar a especialização no setor de fabricação de memórias (DRAM).

Dessa forma, a medida que o paradigma tecnológico da microeletrônica vinha se confirmando na trajetória tecnológica industrial durante a década de 1980, a Coreia do Sul já apresentara uma série de características institucionais propícias ao desenvolvimento do setor, aproveitando a janela de oportunidade aberta com o surgimento de um novo paradigma. Durante a década de 1990 e as respectivas mudanças no ambiente institucional internacional e a interação com a trajetória tecnológica do setor de microeletrônica, garantiria a indústria sul coreana a atuação na vanguarda tecnológica do segmento de memórias. Por fim nos anos 2000, nota-se que o país ainda se mostra preocupado com a capacitação do ambiente institucional para com as novas tecnologias e novos modelos de negócios a partir de políticas industriais voltadas à inovação tecnológica e às micro e pequenas empresas.

6 A GUIA DA CONCLUSÃO

A economia brasileira e sul coreana apresentavam relativas semelhanças institucionais e tecnológicas no paradigma fordista, movidas pela estratégia de desenvolvimento voltado para substituição de importação. A partir do surgimento do novo paradigma fundado sobre a indústria de microeletrônica, passaram a existir profundas diferenças nas trajetórias de desenvolvimento. Considerando estes aspectos o trabalho responde a seguinte questão: **Até que ponto os arcahouços institucionais e as decisões empresariais são responsáveis pelos desempenhos econômicos distintos da indústria de microeletrônica no Brasil e na Coreia do Sul?** Tal pergunta leva ao estabelecimento do objetivo geral: analisar de forma comparativa os arranjos institucionais e os esforços de desenvolvimento empreendidos pelo Brasil e pela Coreia do Sul na indústria microeletrônica.

O Brasil durante a década de 1970 realizava o seu relativo *catching up* tecnológico no paradigma da metal-mecânica, ao mesmo tempo em que o paradigma tecnológico da microeletrônica firmava-se como o novo *key factor* da dinâmica inovativa industrial em nível mundial. Nesse interim, o II PND vem na mesma época propor uma reestruturação industrial brasileira a partir da maior participação do empresário nacional, fortalecimento da indústria de base e diversificação produtiva. Observa-se que nesse momento histórico a indústria de microeletrônica vinha apresentando um relativo desenvolvimento puxado principalmente pelo governo e ações implementadas pelo II PND, assim como pela atuação do capital privado. Durante o evoluir da década, a empresa estatal Telebrás se tornaria o agente dinamizador do cenário inovativo industrial da microeletrônica a partir de parcerias com os laboratórios de pesquisa a empresa, de modo a conseguir avanços tecnológicos significativos no setor de telecomunicações. Pode-se inferir que o ambiente institucional da década de 1970 não estava em total desalinho com o paradigma tecnológico nascente, uma vez que os resultados do desenvolvimento industrial passado influenciaram a expectativa dos agentes (públicos e privados) quanto ao crescimento industrial nos anos vindouros. Sendo assim, o paradigma tecnológico da microeletrônica encontra no ambiente institucional da economia brasileira da década de 1970 um cenário minimamente propício aos ensejos da nascente tecnologia.

Os resultados alcançados pelo II PND (1974 – 1979) não foram satisfatórios, uma vez que apenas o governo teve capacidade de

implementar parte das medidas propostas, não sendo seguido pelos demais integrantes do tripé industrializante brasileiro (estatal, capital privado e capital internacional). O ambiente internacional contribuiria com o insucesso do II PND à medida que a política do dólar forte e a reestruturação americana enxugaram os recursos disponíveis no mercado, ao mesmo tempo em que as empresas multinacionais passam a recuar no IDE, retomando o foco no mercado interno e no desenvolvimento tecnológico do novo paradigma que surgira em seus próprios países. A elevação da taxa básica de juros americana e os dois choques do petróleo resultariam na crise do padrão de financiamento estatal, levando a economia brasileira a entrar na “década perdida”. Na segunda metade da década de 1980 o ambiente institucional brasileiro fica ainda mais inóspito ao avanço tecnológico à medida que a inflação passa a sair do controle, desregulando os preços relativos, e os seguidos planos de estabilização com os choques heterodoxos, via congelamento de preços e minidesvalorizações cambiais, minam as expectativas do setor produtivo nacional como um todo.

Perante o cenário macroeconômico brasileiro da década de 1980, em especial a segunda metade, nota-se o desalinhamento entre ambiente institucional e o paradigma tecnológico da microeletrônica, ocasionando o recuo das principais atividades de microeletrônica no Brasil. As empresas multinacionais que ainda vinham praticando IDE no setor (Philco, Phillips), fruto da estratégia de diversificação vertical do paradigma anterior, recuam em suas posições findando as atividades e passando a importar os componentes ou transferindo suas atividades para a ZFM, com objetivo de se beneficiar das concessões e realizar as etapas de *back-end*. O segundo grande impacto sobre a indústria de microeletrônica nacional viria também no bojo da crise da dívida externa. O decorrer da década, com a depreciação das contas do governo por conta dos custos da estatização da dívida e inexistência de práticas de realismo tarifário, impactaria nos programas de P&D das estatais, de forma que a Telebrás sai da cena desarticulando toda a dinâmica inovativa em torno da empresa.

A década de 1990 viria então a confirmar os contrastantes comportamentos frente ao paradigma tecnológico. A virada de década para a economia brasileira significaria, em um primeiro momento, a atenuação do desequilíbrio macroeconômico advindos da década passada e uma política indústria completamente sufocada pelo cenário econômico nacional. Os seguidos planos de estabilização e sua consequente falha já vinham fadigando a iniciativa privada nacional

uma vez que os congelamentos desequilibravam os preços relativos e incitavam práticas defensivas dos empresários contras as perdas atreladas aos congelamentos. Além de fazer parte da estratégia de estabilização da inflação, a abertura comercial seria justificada também pela baixa produtividade da indústria nacional e o entendimento de que bastassem equilibrar os indicadores macroeconômicos, os fluxos de IDE retornariam e promoveriam a reestruturação industrial brasileira. No entanto, como debatido anteriormente, não seriam esses os acontecimentos que sucederam à abertura.

A abertura comercial foi um dos principais golpes no setor de microeletrônica brasileiro. A indústria nacional de bens de consumo duráveis, que ainda vinha fomentando minimamente a produção de componentes embarcados em seus produtos, passou a optar pelas importações de modo a desarticular os elos produtivos do setor. O setor de microeletrônica brasileiro, juntamente com boa parte da indústria, passa a conviver com altas taxas de concordatas e com a especialização regressiva. No caso da microeletrônica a especialização regressiva se deu em direção do setor de *back-end*, sendo essas atividades feitas na ZFM. Ao longo da década a política industrial seria abandonada e o foco se manteria sobre o controle da macroeconomia, não havendo espaço para a reestruturação e desenvolvimento industrial.

Nos anos 2000 observa-se a retomada da preocupação com o desenvolvimento industrial e tecnológico cristalizado sobre as últimas políticas industriais. No entanto, os desequilíbrios macroeconômicos passados pela economia brasileira ao longo dos últimos anos condicionaram as políticas econômicas à manterem sempre como prioridade a estabilidade macroeconômica de curto prazo em detrimento de políticas desenvolvimentistas mais enfáticas de longo prazo. A tentativa de reestruturar o ambiente institucional brasileiro em torno do desenvolvimento industrial não se faz uma tarefa fácil, devido aos 20 anos de abandono das políticas industriais e sua subordinação às políticas cambiais e fiscais estabilizadoras da macroeconomia.

Nos últimos anos percebe-se o esforço governamental na tentativa de promoção do setor de microeletrônica, porém, além dos fatores que influenciam toda a indústria, a microeletrônica apresenta algumas características peculiares que atravancam ainda mais a seu desenvolvimento. Como apresentado por Perez (2004) e dissertado anteriormente, o paradigma da microeletrônica já vem apresentando sinais de fadiga após se consolidar na década de 1980 e imprimir a nova dinâmica industrial da década de 1990. 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.

No tocante a trajetória da Coreia do Sul, na década de 1970 a orientação dos PQDEs ainda se mantinha sobre o fortalecimento da indústria química e pesada e a orientação da produção para as exportações, no entanto a preocupação com a quebra da dependência tecnológica internacional propiciou o investimento público em institutos de P&D (KIET, KIETRI, KAIST) no setor de microeletrônica e a criação de um aparato institucional adequado ao avanço tecnológico industrial. O início das atividades industriais de microeletrônica na Coreia do Sul seria no segmento de *back-end*, possibilitando aos *chaebols* cumprir as exportações exigidas, ao mesmo tempo em que desenvolviam o processo de aprendizagem e cumulatividade (LUNDAVALL, 2006; MALERBA, 1992)

A década de 1980 e o cenário econômico internacional impactaria também a economia sul coreana, porém a mesma apresentaria um diferente comportamento ao longo da década no que tange às políticas macroeconômicas e industriais. O país conseguiria contornar a fragilidade financeira com a privatização de seu sistema financeiro a partir da fusão do capital produtivo com o capital financeiro, assim a dívida do país pode ser internalizada e a parceria entre governo e os conglomerados produtivos manteriam o controle sobre os serviços da dívida. O forte vínculo com o capital financeiro do Japão, permitindo a diversificação de credores, possibilitou segundo Canuto (1994) que a Coreia do Sul não sofrera tanto com o cenário internacional. Uma vez que a Coreia do Sul manteve-se como um pagador dos empréstimos externos concedidos pelo FMI, obteve-se facilidades nas negociações com os credores externos.

Sendo assim, o governo conseguiu manter a proposta do quinto e sexto PQDE na promoção industrial do setor de máquinas de precisão, informação e eletrônicos. Porém, vale salientar que a menor disponibilidade de capital fez com que a política industrial ficasse mais rígida quanto aos desempenhos das empresas e setores fomentados pelo governo, impedindo a inadimplência das principais empresas e exigindo níveis de produtividade, participação no mercado externo e

investimentos em P&D. Durante o mesmo período e sobre as orientações da política industrial, o governo manteve a participação direta no P&D, porém sendo paulatinamente substituída pelo investimento privado.

Dessa forma, o ambiente institucional sul coreano permitira o ingresso de sua indústria no paradigma tecnológico, no segmento de memórias. Nesse interim foram observados os esforços realizados pelos *chaebols* na construção da trajetória tecnológica do setor. Em um primeiro momento estabelecendo centros de pesquisas e a interação dos mesmos com a vanguarda tecnológica em outros países, juntamente com modelos de parcerias em P&D via *joint ventures* ou compras de licenças de empresas concorrentes. Com o evoluir o tempo e das tecnologias o *gap* tecnológico entre os *chaebols* e as empresas pioneiras foram sendo diminuídos, como ficou perceptível no lançamento das memórias 256 K DRAM e 1 M DRAM. Durante o período o setor começara a mostrar sua força, com um superávit comercial de aproximadamente US\$ 25 bilhões, segundo Amsden (2001).

A década de 1990 para a Coreia do Sul seria mais estável do ponto de vista macroeconômico e industrial. A volta do pensamento liberal impactaria também sobre os níveis de proteção da indústria doméstica e no papel do governo. Após orientar sua industrialização para o mercado externo, exigindo níveis de competitividade e inovação, a indústria sul coreana e em especial a microeletrônica enfrentariam tranquilamente a abertura comercial. A crise asiática de 1997 impactou a economia sul coreana, mas a partir do receituário neoliberal e com uma indústria internacionalmente competitiva foi possível a manutenção da política industrial. Ao mesmo tempo em que o governo foi paulatinamente cedendo às pressões externas e promovendo a abertura comercial, as empresas sul coreanas já estavam fixadas no mercado internacional de forma competitiva. No que tange à microeletrônica, a indústria provera durante a década o *catching up* definitivo da tecnologia industrial a partir do segmento de memórias. A Samsung em especial passa a assumir a vanguarda tecnológica no desenvolvimento de memórias DRAM com o lançamento pioneiro da 256M DRAM. O processo de internalização da dinâmica inovativa já tinha ocorrido e agora o setor mundial de memória era capitaneado pela empresa sul coreana.

A economia e indústria sul coreana entram no segundo milênio em uma condição completamente diferente da brasileira. Após consolidar o *catching up* tecnológico ao longo do paradigma tecnológico

da microeletrônica, o país agora mantém suas políticas industriais de modo a se manter na vanguarda tecnológica industrial e se manter capacitado para a entrada no próximo paradigma. No entanto, o governo sul coreano mantém ainda cerco grau de influência sobre a trajetória do desenvolvimento industrial, sendo assim, observam-se programas que visam aumentar a competitividade dos *chaebols*. Para tanto, recentemente os programas caminham no sentido contrário ao observado na estratégia de industrialização. Ao invés de apoiar a diversificação produtiva e a concentração industrial em torno dos *chaebols*, o governo vem promovendo a especialização dos conglomerados nos setores de maior competitividade. A política industrial sul coreana passa a se preocupar com o desenvolvimento das micro e pequenas empresas e a fomentá-las também para o mercado externo, ao mesmo tempo em que intensifica os incentivos à inovação nas empresas de menor porte.

Considerando tais características, observa-se que na década de 1970, enquanto no Brasil as empresas multinacionais e a estatal concentravam a dinâmica produtiva e inovativa do setor, na Coreia do Sul os *chaebols* inseriam-se na nascente cadeia a partir do segmento de *back-end*, de modo a propiciar o desenvolvimento e acumular capacidades produtivas e tecnológicas no setor. Nesse primeiro momento, pode-se inferir que o Brasil apresentou maiores avanços produtivos e tecnológicos no setor de microeletrônica, propiciado pelo capital e tecnologia internacional e pela estatal. Na década de 1980 o Brasil enfrenta uma das piores crises financeiras, com descontrole dos números macroeconômicos e a incerteza tomando conta das expectativas empresariais, ocasionando na recuada dos investimentos privados e estatais. Por outro lado a economia sul coreana se adaptava ao novo cenário internacional, mantinha sua política industrial fomentando a competitividade e a inovação tecnológica, de forma que o ambiente institucional permitiria a entrada e o desenvolvimento tecnológico da indústria nacional de microeletrônica no setor de memória.

Durante a década de 1990 o Brasil focava suas ações na estabilização econômica, abandonando completamente as políticas industriais e promovendo a abertura comercial do mercado interno, exaurindo-se a rentabilidade e as expectativas de investimento no setor de microeletrônica. Já a Coreia do Sul vinha de políticas industriais subsequentes e um controle macroeconômico sem comprometimento das políticas desenvolvimentistas, permitindo às suas empresas atuarem

competitivamente no cenário internacional e a participarem ativamente da trajetória tecnológica do paradigma.

O papel do estado como agente catalisador do desenvolvimento econômico fica evidenciado nos estudos de ambas as trajetórias industriais e tecnológicas. Dessa forma, pode-se perceber como a escolha de determinadas estratégias de industrialização geraram o processo de *lock-in* em cada uma das economias. Pelo lado do Brasil veio a impactar de forma maléfica ao desenvolvimento industrial e econômico, uma vez que o modelo baseado no mercado interno e em IDE se mostrou falho no que tange à manutenção do processo de *catching up* durante o paradigma da microeletrônica.

O processo de *lock-in* se justifica pelos agentes dinamizadores da indústria de microeletrônica no Brasil, pelas mudanças econômicas e tecnológicas da década de 1980 e pela configuração do aparato institucional brasileiro e seu comportamento ao longo do período estudado. No que tange às características da indústria, observou-se que o modelo de industrialização via IDE e mercado interno brasileiro permitiu avanços ainda na década de 1970, juntamente com as iniciativas governamentais. Porém, com a chegada da década de 1980 as empresas multinacionais se voltam para o desenvolvimento tecnológico em suas economias domésticas sobre um processo de reestruturação tecnológica. Ao mesmo tempo, o colapso do padrão de financiamento externo do governo federal e a fragilidade financeira durante a década de 1980 comprometeria a atuação do governo via estatal (Telebrás), bem como o abandono das políticas industriais. Devido à trajetória tecnológica e institucional dos anos 1980 e 1990 o setor de microeletrônica no Brasil está limitado aos segmentos de DHs e *back-end*. Porém, o trabalho não deseja inferir que os esforços no desenvolvimento do setor devem ser interrompidos devido à atual configuração do paradigma.

Por outro lado, analisando a Coreia do Sul, nota-se que a construção do aparato institucional em torno da estratégia de industrialização baseada no mercado externo e capital nacional propiciara ao país a especialização no segmento de memórias, bem como a sua atuação ativa na construção da trajetória tecnológica do setor. A capacidade do governo em orquestrar e guiar o desenvolvimento econômico em parcerias com os *chaebols* permitira à Coreia do Sul superar os intemperes da década de 1980 com a manutenção das políticas industriais e tecnológicas, mantendo sua indústria no processo de *catching up* tecnológico ao longo das décadas

seguintes. O país vem então mantendo em grande medida suas políticas de fomento ao desenvolvimento, visando à manutenção da dinâmica inovativa e o aparato institucional em torno dos avanços tecnológicos.

O comportamento distinto da indústria de microeletrônica em ambos os países, vem se colocar como mais um dos fatores que permitiram a Coreia do Sul superar a condição de periferia na dinâmica industrial capitalista, enquanto que a mesma indústria foi responsável pela manutenção da economia brasileira na condição periférica.

Quadro 19 - Economia e indústria de microeletrônica brasileira e sul coreana X Paradigma tecnológico: principais características

| Ambiente institucional | 1970s | 1980s | 1990s |
|---|---|--|--|
| Economia Brasileira e indústria de microeletrônica | <ul style="list-style-type: none"> •II PND •Relativo <i>catching up</i> tecnológico •Crescimento com inflação •Estatização da dívida externa •Incentivo ao investimento produtivo •Dependência tecnológica •Laboratório de Microeletrônica (LME) •Plantas produtivas Philco e Phillips •Parceria LME/ITA/PHILLIPS •Telebrás •Laboratório de eletrônica e dispositivos (LED) •CAPRE •Déficit comercial: US\$ 12 bilhões | <ul style="list-style-type: none"> •Fracasso do II PND •Escassez de recursos •Estagnação econômica •Inflação desequilibrada •Investimento majoritariamente estatal •Crise da dívida externa •Minidesvalorizações cambiais •Congelamento de preços •Fracasso dos planos de estabilização Plano Cruzado II, Bresser e Verão •Lei de informática •Recuo investimento em P&D da Telebrás •Política nacional de informática •Fim das atividades da Philco •Transferência da Phillips para a ZFM •Déficit comercial: US\$ 5 bilhões | <ul style="list-style-type: none"> •Planos Collor I, Collor II e Real •Estabilização como foco •Descontrole inflacionário •Abertura comercial •Abertura financeira •Valorização cambial •Reestruturação produtiva •PICE insuficiente •Abandono das políticas industriais •Estagnação econômica •SID e ITAUCOM abandonam o ZFM •Segmento de <i>back-end</i> transfere •Déficit comercial: US\$ 9 bilhões |

Economia sul coreana e a indústria de microeletrônica

- Relativo *catching up* tecnológico
 - 2°, 3° e 4 ° PQDEs
 - Política industrial setorial: Química e Pesada
 - Crescimento econômico com crescimento das importações
 - Dependência tecnológica
 - Lei de promoção dos Eletrônicos
 - Criação dos centros e P&D estatais (KIET, KIETRI, KAIST)
 - Subsídio fiscal às exportações
 - Imitação tecnológica
 - GTCs
 - Back-end*
 - Cumulatividade
 - Coreia Semiconductor Company
 - Déficit comercial: US\$ 2 bilhões
- 5° e 6° PQDE
 - Política Industrial com metas de exportação, inovação e desempenho.
 - Fusões do setor financeiro e produtivo em torno dos *chaebols*
 - Política Industrial setorial: Máquinas de precisão, informação e eletrônicos
 - Financiamento público de P&D
 - Maior controle e mais exigente política creditícia
 - Início da abertura comercial e financeira
 - Laboratórios Samsung e Hyundai
 - Compra do KIET pela LG
 - 64 K DRAM
 - 256 K DRAM
 - 1 M DRAM
 - Superávit comercial: US\$ 25 bilhões
- Apreciação cambial
 - Inflação
 - Crise Asiática
 - Desconcentração industrial
 - Diminuição da diversificação *chaebols*
 - Manutenção da promoção às exp
 - Controle do endividamento priva
 - Restrições Voluntarias à exportac
 - Abertura comercial natural
 - Investimento privado em P&D
 - Privatizações
 - 4M DRAM
 - 256M DRAM
 - 1 G DRAM
 - Internalização do P&D
 - Superávit comercial: US\$ 46 bilh

**Paradigma
Tecnológico da
microeletrônica**

- Inserção no paradigma da metal-mecânica
- Primeiras inovações (automação mecânica, dados, e sensores)
- Irrupção
- Baixas barreiras à entrada (poucos concorrentes, trajetória indefinida, montante de capital, conhecimento)
- Janela de oportunidade de *chatchig up* tecnológico
- Ganho de escala incremental
- Cumulatividade (conhecimento, *know-how*, capital)
- Verticalizada (parte das empresas multinacionais)

- Mudança de paradigma tecnológico
- Frenesi
- Reestruturação industrial
- Construção da trajetória tecnológica
- Intenso investimento em P&D
- Modele de IDMs
- Definição dos principais *players* da indústria
- Apropriabilidade (*back-end*, licenciamento, *joint ventures*)

- Consolidação do paradigma microeletrônica
 - Sinergia
 - Segmentação produtiva (*foundries*, DHs)
 - Investimento produtivo
 - Desverticalização
 - Cadeia global de valor
 - Penetrabilidade (bens de duráveis, bens de capital)
 - Inovações incrementais
 - Cumulatividade (conhecimento mercado)
 - Barreiras naturais à entrada segmento)
-

Fonte: Elaborado pelo autor.

O quadro 19 expõe de forma comparativa o desenvolvimento da indústria de microeletrônica no Brasil e na Coreia do Sul em seus respectivos ambientes institucionais, inferindo que os arcabouços institucionais e as decisões empresariais foram responsáveis pelos desempenhos econômicos distintos da microeletrônica. O desenvolvimento econômico é constituído por uma série de fatores peculiares a cada uma das economias, constituído em processo holístico não determinístico. A conformação de arranjos institucionais e os esforços no desenvolvimento tecnológico construído ao longo do tempo demonstram como se enfrentou os problemas do presente moldando o futuro, a partir de processo seletivo e coercitivo, estrategicamente definido pelos atores da sociedade. (VEBLEN, 1973). As trajetórias distintas perseguidas pelo Brasil e Coreia do Sul no desenvolvimento da indústria núcleo do paradigma tecnológico atual constitui uma confirmação desta afirmação, sustentada pelas correntes teóricas institucionalista e neo-schumpeteriana .

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 mais adequado, ou ainda, aquelas que demonstrarem melhor capacidade de adaptação do seu tecido institucional em torno do novo paradigma, estarão mais próximos à se beneficiarem da dinâmica industrial sob o próximo paradigma.

A partir do presente trabalho, incita-se a necessidade de se estudar melhor a relação do aparato institucional brasileiro para com a dinâmica inovativa industrial de modo a diagnosticar e superar os empecilhos ao desenvolvimento industrial e tecnológico. Faz-se necessário o estudo a respeito do comportamento atual das empresas e quais os desafios e trajetórias plausíveis dentro do paradigma tecnológico vigente, mantendo o foco assim no desenvolvimento tecnológico da indústria brasileira. Esses estudos vêm contribuir para a construção de um arranjo institucional na sociedade brasileira capaz de fomentar e engendrar os próximos paradigmas tecnológicos e o desenvolvimento econômico.

REFERÊNCIAS

ALBERGONI, L.; PELAEZ, V. **Da revolução verde à transgênia: Ruptura e continuidade de paradigmas tecnológicos**. Curitiba: Textos – PET Economia UFPR, 2003.

ALMEIDA, M. **O Novo Estado Desenvolvimentista e o Governo Lula**. Revista Economia & Tecnologia 7 (volume especial). Curitiba: 2011.

ALMEIDA, J.S.G. NOVAIS, L.F. **Financiamento e desempenho corrente das empresas privadas e estatais**. São Paulo: Iesp, Fundap, 1989.

AMSDEN, A. **The Rise of the Rest: Challenges to the West from Late Industrializing Economies**. NY: Oxford University Press, 2001.

———. **Asia's Next Giant: South Korea and Late Industrialization**. Oxford: Oxford University Press, 1989.

ATKINSON, G.; OLESON, T. **Institutional Inquiry: The Search for Similarities and Differences**. Journal of Economic Issues, v30, p701-18. 1996.

ARAÚJO, A. **Programa Nacional de Microeletrônica - Contribuições para a formulação de um Plano**. Secretaria Executiva, Secretaria de Política de Informática. Ministério da Ciência e Tecnologia. Brasília: 2002.

AREND, M. **50 anos de industrialização do Brasil (1955-2005): uma análise evolucionária**. (Tese de doutorado em Economia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul PPGE/UFRGS, Porto Alegre, 2009.

AREND, M.; FONSECA, P. C. D. **Brasil (1955-2005): 25 anos de catching up, 25 anos de falling behind**. Revista de Economia Política (Impresso, v. 32(1), p. 33-54, 2012.

BACHA, E. L. **O Plano Real: uma avaliação.** In: MERCADANTE, A. (Org.). **O Brasil Pós-Real: a política econômica em debate.** Campinas, SP: IE/UNICAMP, 1998.

BAE Y.H. **Technology Absorption and R&D in Korean Semiconductor Industry.** Seoul National university Ph.D. Dissertation. Seoul: 1995.

BAMPI, S. (Coord.) **Perspectivas do investimento em eletrônica.** Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Economia, 2008/2009. 272 p. Relatório integrante da pesquisa “Perspectivas do Investimento no Brasil”, em parceria com o Instituto de Economia da UNICAMP, financiada pelo BNDES, 2009.

BAMBPI, L. et al. **Diagnóstico do setor de semicondutores: Dinâmica, Estrutura e Oportunidades para o Brasil.** Rede Mercosul de Pesquisas Econômicas. Disponível em: <http://www.redmercosur.org/iepcim/RED_MERCOSUR/biblioteca/ESTUDOS_BRASIL/BRA_41.pdf> . Acesso em: 24/11/2014.

BARROS, J. M.; GOLDENSTEIN, L. **Avaliação do processo de reestruturação industrial brasileiro.** Revista de Economia Política. São Paulo: vol. 17, n. 2, (66). abril-junho, 1997 a.

BARROS, J. M. GOLDENSTEIN, L. **Economia competitiva, solução para a vulnerabilidade.** In: O Brasil e o Mundo no limiar do novo século. Rio de Janeiro: Olympio, 1998.

BARROS J. R. M.; GOLDENSTEIN, L. **Reestruturação Industrial: três anos de debate.** In Velloso, J. P. R. **Brasil: desafio de um país em transformação.** São Paulo: Editora José Olympio, 1997 b.

BELL, M. **Approaches to Science and Technology Policy in the 1990s: Old Models and New Experiences, Proceedings of the Workshop on the Integration of Science and Technology.** 1994.

BERTONHA, J. F. **Modelos para o Brasil: Tigres asiáticos?.** Revista Espaço Acadêmico. Maringá: v. 7, n.84, p. 84 – 87. 2008.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR – MDIC. Disponível no <<http://www.mdic.gov.br>>. Acessado em jan. 2014.

BRESCHI, S.; MALERBA, F., ORSENIGO, L. **Technological regimes and schumpeterian patterns of inovation.** The Econommic Journal, n.º 110, Abril p. 388-410, 2001.

BRESCHI, S.; MALERBA F. **Sectoral Innovation Systems: Technological Regimes, Schumpeterian Dynamics, and Spatial Boundaries.** In: EDQUIST, C. (org). *Systems of Innovation Technologies, Institutions and Organizations.* London: Pinter, 1997.

BEST, A.; HANHIMAKI, J. M.; MAIOLO, J. A.; SCHULZE, K. **International History of the Twentieth Century.** New York: Routledge, 2005.

CANO, W.; SILVA, A. U. G. **Política Industrial do Governo Lula.** In: *Os anos Lula: contribuições para um balanço crítico 2003-2010.* Rio de Janeiro: Gramond, 2010. p. 181-208.

CANUTO, O. **A Crise Financeira Japonesa.** Instituto de estudos avançados da Universidade de São Paulo. São Paulo : IEA/USP, 1999.

CANUTO, O. **O padrão de financiamento na industrialização coreana.** Revista de Economia Política. São Paulo: n. 3 (55), v. 14, p. 5-19, jul.-set 1994.

CÁRIO, S. A. F.; PEREIRA, F. F. C. **Inovação e desenvolvimento capitalista: contribuições de Schumpeter e dos neo-schumpeterianos para uma teoria econômica dinâmica.** Revista de Ciências Humanas Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma/SC: UNESC, v.07, n.01, p.81-102, 2002.

CARNEIRO, R. M. **Desenvolvimento em Crise (A economia brasileira no último quarto do século XX).** São Paulo: Fundação da Editora UNESP (FEU), 2002. v. 01. 423p .

CASTELLS, M. **A Sociedade em rede.** São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CHOI, Y-R. **Dynamic Techno-Management Capability: The case of Samsung semiconductor sector in Korea**, Ph.D Thesis, Technology Policy, Innovation and SocioEconomic Development, Department of Economics and Planning, Roskilde University. 1994.

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

COASE, R. **The New Institutional Economics**. The American Economic Review. 1998. Vol. 88, No. 2, pg 72 -74.

COHEN, M. D.; BUKHART, R., DOSI, G.; EGIDI, M., MARENGO, L.; WARGLIEN, M.; WINTER, S. G. **Routines and others recurring action patterns of organizations: contemporary research issues**. Industrial and corporate change. Oxford: Oxford University Press, 1996. vol. 5. n. 3. p. 653-698.

COMIN, A. **A desindustrialização truncada, perspectivas do desenvolvimento economico brasileiro**. (Tese de doutorado em Economia). Instituto de Economia. Campinas: UNICAMP, 2009.

COMMONS, J.R. **Institutional Economics**. American Economic Review, vol. 21, pp.648-657, 1931.

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

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

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

_____. **Tecnologia Social e Instituições: uma relação conceitual simbiótica.** Economia & tecnologia (UFPR). Curitiba: 2009. v. 16, p. 99-108.

_____. **Há compatibilidade entre a 'tecnologia social' de Nelson e a 'causalidade vebleniana' de Hodgson?** Revista de Economia Política (Impresso), v. 32, p. 109-127, 2012.

COREIA DO SUL. **Ministério de estratégia e finanças. Creative Economy Action Plan and Measures to Establish a Creative Economy Ecosystem.** Disponível em:

<<http://english.mosf.go.kr/eco/view.do?bcd=E0005&vbcd=N0001&seq=3289&bPage=1>>. Acesso em: 12 janeiro, 2014.

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: 1999. Vozes, p. 351-378.

CURADO, M. L. ; CRUZ, M. J. V. . **Investimento Direto Externo no Brasil: uma análise para o período de alta inflação.** Economia e Sociedade (UNICAMP. Impresso),Campinas v. 21, p. 275-300, 2012.

DACIN, T.; HITT M. ;PARK, D. E.; TYLER, B. **Understanding the Differences in Korean and U.S. Executives' Strategic Orientations.** Strategic Management Journal, Local, 18 (2): 159-167. 1997.

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

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

DOSI, G. **Techonological paradigms and techonological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change.**In: Reserch Policy, 1982.

_____. **Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation,** Journal of Economic Literature, 26(3):1120-1171, 1988.

_____. **Technological Paradigms and Technological Trajectories.** Revista Brasileira de Inovação, 5 (1): 17-32, 2006.

DOSI, G.; ORSENIGO, L. **Coordination and transformation : an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments.** In: DOSI, G. et al (Eds.). *Technical change and economic theory.* London : Pinter, 1988. p. 13-37.

DOSI, G.; TEECE, D., WINTER, S. **Towards a theory of corporate coherence: preliminary remarks.** cap. 6. p. 185-211. In: DOSI, G. *et alii* (Org.). *Technology and enterprise in a historical perspective.* Oxford: Clarendon Press, 1992.

EBER, F. S. **A política industrial e de comércio exterior: uma avaliação.** In: IPEA. *Perspectivas da economia brasileira 1992.* Brasília: IPEA, 1991.

EDQUIST, C. **Systems of innovation: Perspectives and challenges.** Oxford and book of Innovation, 2005. p181-208.

EICHENGREEN, B.; PERKINS, D.; SHIN, K. **From miracle to maturity: the growth of the Korean economy.** Fairbak Center for East Asian Studies. Cambridge, MA: 2012.

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

ERRINGTON, W. **Kim Dae-Jung and the Consolidation of Democracy in South Korea.** Tokyo 2004.

FARAH JUNIOR, M. F. **A Terceira revolução industrial e o novo paradigma produtivo: algumas considerações sobre o desenvolvimento industrial brasileiro nos anos 90.** Revista da FAE, Curitiba - Pr, v. 3, n.2, p. 45-60, 2000.

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

FERREIRA, S.M. **A Dinâmica da Economia Amazonense (1950-1990)**. São Paulo: PUC/SP, 1994.

FIESP. **Avaliação da Política de Desenvolvimento Produtivo**. Departamento de Competitividade e Tecnologia . São Paulo: DECOMTEC, 2011.

FOSS, J. **Why transaction cost economics needs evolutionary economics**. *Revue d'économie industrielle*. 1994. v. 68. Julho. p. 7-26.

FONSECA, P. C. D. ; MOREIRA, C. S. **O projeto do Governo Goulart e o II PND: um Cotejo**. *Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política*, Porto Alegre. v. 33, p. 5-37, 2012.

FREEMAN, C. **The Economics of Industrial Innovation**. Second edition. Cambridge (Mass.): MIT Press, 1982.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. **Structural crises of adjustmet: business cycles and investment behaviour**. In: Dosi, G. et all. *Technical change and economic theory*. Londres: Pinter Publishers, 1988.

GIL, A. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GUERREIRO, I. **Formulação e avaliação de política industrial e o caso da PDP**. (tese de doutorado Economia). Rio de Janeiro: IE-UFRJ, 2012.

GUTIERREZ, R.; MENDES, L. **Complexo eletrônico: o projeto em microeletrônica no Brasil**. Estudos Setoriais. Brasília: BNDES, 2009.

HAGUENAUER, L.; BAHIA, L. D.; RIBEIRO, M. CASTRO, P. **Evolução das Cadeias Produtivas Brasileiras na Década de 90**. *Economia (Campinas)*. Niterói/RJ, 2002. v. 03, p. 357-397.

HEO, U.; JEON, H.; KIM, H.; KIM, O. **The political economy of South Korea: Economic growth, democratization and financial crises**. University of Maryland School of Law. 2008.

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

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

_____. **What Is the Essence of Institutional Economics?** *Journal of Economic Issues*, 34.2: 317-329, 2000.

_____. **Veblen and Darwinism, International Review of Sociology/Revue Internationale de Sociologie**. Cambridge University, v. 14, n. 3, 2004a.

_____. **Darwinism, causality and the social sciences**, *Journal of Economic Methodology*, 11.2: 175-194, 2004b.

_____. **The Evolution of Institutions: An Agenda for Future Theoretical Research**. *Constitutional Political Economy*, 13, 111–127, 2002.

_____. **John R. Commons and the Foundations of Institutional Economics**. *Journal of Economic Issues*, Vol.37, No. 3, pp 547 – 576, 2003.

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

HWANG, H-R. **Organisational Capabilities and Organisational Rigidities of Korean Chaebol: Case Studies of Semiconductor(DRAM) and Personal Computer(PC) Products**. D.Phil. Thesis, University of Sussex. 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível no <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em fev. 2015.

_____. **Pesquisa de Inovação** – PINTEC. Disponível em: <<http://www.pintec.ibge.gov.br/>> Acessada em fev. 2015.

IC Insights. **Estatísticas**. Disponível em: <<http://www.icinsights.com/>>. Acessado em: outubro de 2013.

JONES, R. S.; KIM, M. **Promoting the Financing of SMEs and Start-ups in Korea**. OECD Economics Department. Working Papers, No. 1162, OECD, 2014.

JONES, R.; YOO, B. **Korea's green growth strategy. Mitigating climate change and developing new growth engines**. OECD Economics Department Working Papers, n. 798. OECD, 2010.

JONHSON, B.; LUNDEVALL, B.A. **Promovendo sistemas de inovação como resposta à economia do aprendizado crescentemente globalizada**. In: LASTRES, H.M.M.; CASSIOLATO, J.E.; ARROIO, A. (Orgs). **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ/Contraponto, 2005.

JOSEPH, S. J.; KIM, J-H. PERKINS, D.; YOO, J-H. **Industrialization and the State: The Korean Heavy and Chemical Industry Drive**. Boston: Harvard Institute of Industrial Development, 1995.

KAWAHARA, M. **Informação, conhecimento e poder: contribuição para a Economia Política da Comunicação**. 2004. 258 f. Tese (Doutorado em Ciências da Comunicação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

KIHL, Y. **The Past as Prologue: President Kim Dae Jung's Legacy And President Roh Moo-Hyun's Policy Issues And Future Challenges**. In: MANSOUROV, Y (Org.). **A turning point: Democratic consolidation in the ROK and strategic reajustment in the US-ROK alliance**. Honolulu: Asia-pacific Center For Security Studies. Cap. 9. p. 158-183. 86. 2005.

KIHWAN, Kim. **The 1997-98 Korean Financial Crisis: Causes, Policy Response, and Lessons**. The High-Level Seminar on Crisis Prevention in Emerging Markets. Singapore: 2006.

KIM, L.; WESTNEY, D. **Technology and Korea's Business Systems in Action**. In: Continuity and Change in Asia's Business Systems. 1999.

KOREAN STATISTICAL INFORMATION SERVICE - KOSIS . Disponível em<<http://kosis.kr/eng>>. Acessado em fev. 2015.

KRETZER, J. **Sistemas de inovação: as contribuições das abordagens nacionais e regionais ou locais**. Ensaio FEE, São Paulo. 30 (2), 2010.

KUPFER, D.; FERRAZ, J.; IOOTTY, M. **Diversidade descoordenada: investimeto e inovação na indústria brasileira no limiar do século XXI**. In: Benecke, D.; Nascimento, R. (Org.). Opções de Política Econômica para o Brasil. 1ed. Rio de Janeiro: Konrad Adenauer, 2003.

KURZ, R. **O colapso da modernização**. São Paulo: Paz e Terra, 1991.

LAGO, L. **A retomada do crescimento e as distorções do milagre: 1967-1973**. In: ABREU, M.P. A ordem do progresso – cem anos e política econômica republicana: 1889-1989. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 233-284p.

LASTRES, H.M. ET el. **Conhecimento, Sistemas de Inovação e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2005.

LASTRES, H.; CASSIOLATO, J.; ARROIO, A. (Org.) **Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Ed. UFRJ/Contraponto, 2005.

LAPLANE, M. **O complexo eletrônico na dinâmica industrial dos anos oitenta**. 1992. Tese (Doutorado em Economia) – Programa de Pós-Graduação em Economia, Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1992.

LAPLANE, M.; SARTI, F. **Investimento Direto Estrangeiro e a retomada do crescimento sustentado nos anos 90**. Economia e Sociedade, Campinas, n. 8, jun. 1997.

LAPLANE, M.; FERREIRA, A.; BORGHI, R. **Padrões de crescimento, investimento e processos inovadores: o caso da Coreia do Sul**. In: Padrões de desenvolvimento econômico (1950–2008): América Latina, Ásia e Rússia. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013. v.1; v.2; total 924 p.

LAM, A. **Tacit knowledge, Organisational Learning and Innovation: a societal perspective**. In: DRUID.1998.

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

LEE, W. **O papel da política científica e tecnológica no desenvolvimento industrial da Coreia do Sul**. In: KIM, L.; NELSON, R. Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2005. 365-394 p.

LESSA, C. **A estratégia de desenvolvimento: 1974 – 1976 – sonho e fracasso**. Campinas: UNICAMP, IE, 1998.

LUNDEVALL, B. **National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning**. 1992.

_____. **One knowledge base or many knowledge pools?** In: DRUID. 2006.

_____. **Knowledge Management in the Learning Economy**. In: DRUID. Local: 2006b.London: Pinter PublishersMALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. In: The Economic Journal, 1992.

MALAN, P.; BONELLI, R. **Crescimento econômico, industrialização e balança de pagamentos: o Brasil dos anos 70 aos anos 80**. Rio de Janeiro: Ipea/Inpes, nov,1983.

MAIA, J. **Economia Internacional e Comércio Exterior**. São Paulo: Atlas, 2003.

MASIERO, G. **As lições da Coréia do Sul. RAE Executivo** (Cessou em 2004. Cont. ISSN 1806-8979 GV Executivo). Sao Paulo, 2003. v. 1, n. 2, p. 16-21.

MALERBA, F. **Learning by firms and incremental techinal change.** In: The Economic Journal. 1992.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. **Technological Regimes and Firm Behavior.** In: Industrial and Corporate Change. 1993. v.2, n.1.

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

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Programa Nacional de Microeletrônica – Contribuições para a formulação de um Plano Estruturado e Ações.** Secretaria Executiva. Secretaria de Política de Informação. Brasília: 2002.

_____. **Technological Regimes and Sectoral Patterns of Inoovative Activities.** In: Industrial and Corporate Change. 1997. v.6, n.1.

MODENESI, A. M. **Regimes Monetários: teoria e a experiência do real.** 1. ed. Barueri (SP): Manole, 2005. v. 01. 438p.

MODIANO, C. **A opera dos três cruzados: 1985 – 1989.** In: A ordem do Progresso: cem anos de política econômica republican: 1889 – 1989. Paiva, A (org). Rio de Janeiro. Editora Campos. 1992.

MODY, A. **Institutions and Dynamic Comparative Advantage: Electronics Industry in South Korea and Taiwan.** World Bank Industry and Energy Department Working Paper #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. Paper #9. 1991.

MORAES NETO, B. R. . **Automação de base microeletrônica e organização do trabalho na indústria metal-mecânica.** Revista de Administração de Empresas (FGV), v. 26, n.4, p. 35-40, 1986.

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

NELSON, R. WINTER, S. **An Evolutionary Theory of Economic Change.** Cambridge, Massachusetts: The Belknap Press of Harvard University Press. 1982.

NELSON, R; WINTER, S. **Uma teoria evolucionaria da mudança econômica.** Unicamp, 2006.

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

NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **Criação de conhecimento na empresa.** São Paulo: Campus, 1997.

NORTH, D. **The New Institutional Economics.** Journal of Institutional and Theoretical Economics 142:230-37, 1986.

_____. **Some Fundamental Puzzles in Economic History/Development** in W. Brian Arthur, Steven N. Durlauf, and David A. Lane (eds.), **The Economy as an Evolving Complex System II.** Addison-Wesley. 1995.

_____. **Institutions.** Journal of Economic Perspectives, 5 , 97-112, 1991.

_____. **Finance and technical change: A long-term view,** in H. Hanusch and A. Pyka, eds. *The Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics*, Edward Elgar, Cheltenham, pp. 775-99. 2005.

PACK, H. **A pesquisa e o desenvolvimento no processo de desenvolvimento industrial.** In: KIM, L. e NELSON, R. R.

Tecnologia, aprendizado e inovação: as experiências das economias de industrialização recente. Campinas: Ed. Unicamp, 2005.

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.) (2004) O Poder americano. Petrópolis: Vozes. 2004.

PAVITT, K. **Sectors Patterns of Technical Change:** Toward a Taxonomy and Theory. Research Policy, 1984.

PEREZ, C. **Cambio Técnico, Restructuration Competitiva y Reforma Institucional en los Países en Desarrollo.** El Trimestre Económico, v.61, 1992.

_____. **Finance and technical change: A long-term view,** in H. Hanusch and A. Pyka, eds. *The Elgar Companion to Neo-Schumpeterian Economics*, Edward Elgar, Cheltenham, pp. 775-99. 2005.

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

PERIN, F. CARIO, S. MARTIGNAGO, G. **O SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO NO CONTEXTO DA ECONOMIA POLÍTICA DOS SISTEMAS-MUNDO: o processo de *catching up* da Coreia do Sul.** UFSC. Departamento de Economia e Relações Internacionais . 2014. mimeo

PERIN, F. **Trajatórias de desenvolvimento distintas: estudo sobre o padrão do investimento direto no exterior do Brasil e da Coreia do Sul.** (dissertação de mestrado). PPGECO/UFSC. Florianópolis. 2014

POLANYI, M., **The tacit dimension.** Gloucester, MA: Peter Smith. 1966.

POSSAS, M.L. Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neo-schumpeteriana. In: AMADEO, E.J. (org). **Ensaio**

sobre economia política moderna: teoria e história do pensamento econômico. São Paulo: Marco Zero, p. 157-177, 1989.

_____. A economia política no Brasil hoje. **Revista de Economia Política**, São Paulo, SP, v. 10, n.2, p. 95-115, 1990.

RAMSTAD, Y. “A Pragmatists Quest for Holistic Knowledge: The Scientific Methodology of John R. Commons.”. *Journal of Economic Issues* 20, no. 4, 1067-1105, 1986.

RIPPER FILHO, J. E. **História da Microeletrônica no Brasil.** In: MDIC/STI e IEI/NC. **O futuro da indústria de semicondutores.** Coletânea de artigos. Série Política Industrial. Brasília. 2004. Disponível em www.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicacoes/sti/indbraopodesafios/coletanea/s_emicondutores/ripper.pdf (conforme consulta realizada em julho/2012).

REVISTA EXAME. Maiores e Melhores 2011. Editora Abril.

ROSENBERG, N. **Por dentro da caixa preta: Tecnologia e Economia.** Campinas: Unicamp, 2006.

RUTHERFORD, M. **Veblen’s evolutionary programme: a promise unfulfilled.** *Cambridge Journal of Economics*, 22, 463 – 477. 1998

SACHS, J. **Trade and exchange rate policies in growth-oriented adjustment programs.** In: **Growth-oriented adjustment programs.** Washington, ed. V. Corbo, M. Goldstein e M. Khan, The World Bank, 1987.

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

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

SANCHEZ, R. *“Tacit knowledge” versus “Explicit knowledge”*: approaches to knowledge management practice. In: DRUID, 2000.

SATO, Y. **Diverging Development Paths of the Electronics Industry in Korea and Taiwan.** *The Developing Economies* 35(4): 401–421. 1997.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo, democracia.** Rio de Janeiro : Ed. Fundo de Cultura, 1984.

SCUMPETER, J. A. **A teoria do desenvolvimento econômico.** São Paulo, Nova Cultural, 3 ed. p. 168, 19282.

SICSÚ, B. **Passado, Presente e Futuro da Indústria Eletroeletrônica no Brasil.** 30 de Janeiro de 2015. IEDI: Carta IEDI n. 661. Entrevista concedida a IEDI

SILVA, A. L. G. LAPLANE, M. F. **Dinâmica Recente da Indústria Brasileira e Desenvolvimento Competitivo.** *Formação Econômica*, v. 1, p. 20, 1997.

SINGER, P. **Crise do “milagre”.** 6 ° ed., Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1982.

SILVERBERG, G., DOSI, G. and ORSENIGO, L. **"Innovation, Diversity and Diffusion: A Self-Organisation Model".** *Economic Journal*, **98**: 1032-54. 1988.

SIMIQUÉLI, R. R. . **A Política Nacional de Informática e o Nacionalismo Militar.** E-premissas, v. 3, p. 2, 2008.

SUZIGAN, W. **Experiência histórica de política industrial no Brasil.** *Revista de Economia Política*, vol. 16, n. 1(61), janeiro-março. 1996

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

_____. **A Indústria Brasileira após uma Década de Estagnação: Questões para Política Industrial.** *Economia e Sociedade (UNICAMP)*, Campinas-SP, v. 1, p. 89-109, 1992.

SWART, Jacobus W. . **Evolução de Microeletrônica a Microssistemas**. In: Ricardo Augusto da Luz Reis. (Org.). Anais da III Escola de Microeletrônica da SBC-Sul. Santa Maria: UFSM, p. 9-37, 2001.

SUFRAMA. **Indicadores de desempenho do pólo industrial de Manaus 2006-2011**. Disponível em: <http://www.suframa.gov.br/zfm_indicadores_do_pim.cfm>. Acesso em: 10 dez. 2012.

TAVARES, M.C. **A retomada da hegemonia norte-americana**. Revista Economia Política, Vol.5, n:2, abril-junho. 1985.

TAVARES, M.C. BELUZZO, L.G.M. **Uma reflexão sobre a natureza da inflação contemporânea**. In: REGO, J.M. (org). **Inflação inercial, teorias sobre a inflação e o Plano Cruzado**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

TAVARES, P.V.; KRETZER, J.; MEDEIROS, N. Economia Neo-Schumpeteriana: expoentes evolucionários e desafios endógenos da indústria brasileira. **EconomiaEnsaio**, v 19, n. 3, Dezembro, 2005.

TEECE, D.J. *Capturing value form knowledge assets: the new economy, markets for know-how, and intangible assets*. In: California Management Review, Vol 40, n.3, 1998.

TEIXEIRA, A. **O movimento da industrialização nas economias capitalistas centrais no pós-guerra**. (Tese de doutorado). IE/UFRJ. Rio de Janeiro. 1983

TIGRE, P.B. **Paradigmas tecnológicos e teorias econômicas da firma**. Revista Brasileira de Inovação, 4(1):187-223. 2005.

UNSD -The United Nations Statistics Division. **Economic Statistics**. Disponível em <<http://comtrade.un.org/pb/CountryPagesNew.aspx?y=2012>>. Acessado em 06 de Novembro de 2013.

UNCTAD/ GATT – The export performance of the Republic of Korea, 1961-1982 (1984)

VEBLEN, T. B. **Engineers and the price system**. New York: Viking Press, reimp. 1959. (1a. ed. 1921)

_____. **“Why is economics not an evolutionary science?”** Quarterly Journal of Economics 12.3: 373-397. 1898.

_____. **The Theory of the Leisure Class**. Boston: Houghton Mifflin Co. (Reedição de 1899 ed.). 1973

VERMULM, R. **A Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior**. IEDI julh.2004.

WSTS – World Semiconductor Trade Statistics. **News Release November 2013**. Son Jose, California, 2013. Disponível em: <<http://www.wsts.org/PRESS/Recent-News-Release>> Acessado em 06 de Novembro de 2013.

ZYSMAN, J. **How institutions create historically rooted trajectories of growth**. Industrial and Corporate Change, v. 3, n. 1, p. 243-283, 1994.