UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

O PROCESSO DE *CATCH UP* DE PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO: O CASO DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES DA CHINA

Aluno
Pedro Henrique Gélio
DRE: 102037795
Email: pgelio@gmail.com

Orientador: Victor Prochnik
Email: vpk001@gmail.com

Outubro/2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE ECONOMIA
MONOGRAFIA DE BACHARELADO

O PROCESSO DE *CATCH UP* DE PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO: O CASO DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES DA CHINA

Pedro Henrique Gélio
DRE: 102037795
Email: pgelio@gmail.com

Orientador: Victor Prochnik
Email: vpk001@gmail.com

Outubro/2011

As opiniões expressas neste trabalho são da exclusiva responsabilidade do autor

ÍNDICE

Introdução.....5

Capítulo 1 – O *Catch Up* dos países em desenvolvimento 7
I.1- Sanjaya Lall e as Capacitações Tecnológicas Nacionais 7
I.2 - As Capacitações Tecnológicas das Firmas (CTF) 7
I.1.2 – As Capacitações Tecnológicas Nacionais 8
I.2 – Richard Nelson e o processo de *Catch Up* 12
I.3- As semelhanças dos estudos de Lall (1992) e Nelson (2003 e 2005) 15

Capítulo 2 – Evolução recente da indústria de semicondutores 17
II.1 – Estrutura da Indústria de semicondutores 17
II.2 – Características do setor de semicondutores 20

Capítulo 3 – Políticas industriais do governo chinês para a indústria de semicondutores 22
III.1 – Os Planos Qüinqüenais (FYP) 22
III.1.1 – Primeiro ao Sétimo Plano Qüinqüenal (1953 – 1990) 22
III.1.2 – O Oitavo Plano Qüinqüenal (1991 – 1995) 25
III.1.3 – O Nono Plano Qüinqüenal (1996 – 2000) 26
III.1.4 – O Décimo Plano Qüinqüenal (2001 – 2005) 27
III.1.5 - O Décimo Primeiro Plano Qüinqüenal (2006 – 2010) 29
III.2 – A Migração Taiwanesa 38

Conclusão 41

Bibliografia 43

INTRODUÇÃO

Uma das características centrais da evolução da tecnologia no mundo, nas últimas décadas, foi a crescente difusão da eletrônica. A eletrônica se difunde de forma extensiva, alcançando um número cada vez maior de produtos como, também de forma intensiva, tendo importância crescente em cada produto no qual está incorporada. O coração dos produtos baseados nesta tecnologia são os semicondutores, componente cuja indústria vem crescendo a cada ano.

Com isso, ao longo do ultimo século, ocorreu uma mudança nos fatores que geram vantagens competitivas para um país. A mão de obra barata, localização, recursos naturais e financeiros deixaram de sê-lo para tornarem-se condições básicas. No cenário atual, um fator passou a ser o grande gerador de vantagens, a inovação. Junto com ela, surgem pesquisa e desenvolvimento e mudança tecnológica, termos que vêm ganhando importância no contexto industrial. Assim, países que dominam as tecnologias mais avançadas, e mais que isso, que desenvolvem essas tecnologias, terão grandes vantagens comerciais sobre os mais atrasados tecnologicamente.

No caso de países que não atingiram a plenitude do desenvolvimento tecnológico, ou seja, que não possuem uma indústria que desenvolve novas tecnologias de semicondutores, isso se torna um caso complexo de análise. Como esses países podem alcançar (*catch up*) os mais avançados em termos tecnológicos e ganhar vantagens competitivas na indústria de alta tecnologia? E mais, qual o papel do governo nesse âmbito, quais são as políticas industriais mais indicadas para tornar esse processo mais eficiente?

> *"A maioria dos chips para computadores e eletrônicos de consumo que são projetados na Europa e nos Estados Unidos já são fabricados na Ásia, e isso vai continuar. Inicialmente, apenas os intensivos em trabalho, tais como testes e embalagem foram terceirizadas para a Ásia, mas agora muitas instalações de produção estão sendo criadas para satisfazer os mercados locais de vendas. Inúmeros projetos foram adiados, como resultado da crise econômica, mas isso não vai continuar no médio prazo. Pelo contrário, a China vai se tornar um grande fabricante de semicondutores, como Taiwan já é. É provável que este crescimento venha à custa de países asiáticos vizinhos. A diferença entre a demanda e a produção aumentou constantemente até 2007, mas esperamos que a produção na China aumente como resultado do interesse do Estado na criação desta tecnologia-chave para a indústria eletrônica. Carros e produtos industriais de valores cada vez maiores também estão sendo fabricados na China e vão estimular a demanda por semicondutores. E as grandes fundições de capital intensivo já podem ser encontradas em países asiáticos". (Ballhaus, Pagella e Vogel, 2009).*

Hoje a China aparece no mercado como grande consumidora de semicondutores. Mesmo após a crise financeira dos últimos anos, os indicadores chineses mostram o pleno crescimento da

indústria e do mercado, e o país está em pleno processo de desenvolvimento tecnológico. Em que condições a China chegou ao ponto que se encontra e que caminhos o governo tomou para isso e com que conseqüências são os pontos centrais da discussão deste trabalho.

Este trabalho está dividido em três partes. O primeiro capítulo é uma discussão sobre os estudos de dois grandes autores no campo da política industrial, Sanjaya Lall (1992), que fala sobre as capacitações tecnológicas nacionais e Richard Nelson (2003), com trabalhos focados no processo de *catch up* de países em desenvolvimento. O segundo capítulo explica a evolução recente da indústria de semicondutores, explicando a estrutura da indústria e como ela se formou e as características atuais do setor. O terceiro capítulo tem foco no processo evolutivo da indústria tecnológica chinesa de semicondutores, desde o início dos Planos Qüinqüenais até os dias atuais.

CAPÍTULO I- O *CATCH UP* DOS PAÍSES EM DESENVOLVIMENTO

Este capítulo é uma disposição das idéias de Sanjaya Lall1, e de Richard Nelson2 sobre o desenvolvimento tecnológico de países em desenvolvimento. Como visto, ambos, apesar de possuírem textos e publicações de épocas distintas, possuem idéias bastante semelhantes.

Em seu texto de 2003, Richard Nelson inicia com uma indagação: "*Como conseguiram e como podem conseguir países significantemente atrasados tecnologicamente e economicamente alcançar os mais avançados?*" (Nelson, 2003, p.1) Essa é a idéia do *catch up*, questão central desta publicação, que o autor faz olhando para o passado e utilizando exemplos para formular sua teoria. Lall (1992) analisa as capacitações das firmas e de países para explorar os fatores determinantes do desenvolvimento tecnológico, usando a experiência de outros países como exemplo. Os dois, diferente da abordagem de manuais neoclássicos de economia, não assumem tecnologia como fator disponível. Assim, se tornaram referência em estudos sobre desenvolvimento tecnológico e no processo de *catch up*, servindo como base para outros autores sobre o tema. Assim, neste capítulo se tratará de dois textos específicos, mas representativos, destes autores, que servem como base para analisar o processo de desenvolvimento tecnológico chinês, tratado no terceiro capítulo.

I.1 – Sanjaya Lall e as Capacitações Tecnológicas Nacionais

Sanjaya Lall é um dos autores que trata dos problemas de assimilação de novas tecnologias, o esforço necessário para dominá-las, suas adaptações locais e difusão dos benefícios comerciais advindos destas. O processo de aprendizagem tecnológico é tratado como necessário, pois a tecnologia é tácita e seu domínio requer esforço e investimento, que varia de firma para firma. Essas diferenças ocorrem aos níveis da indústria, tamanho das firmas e de desenvolvimento destas. A teoria evolucionária de Lall (1992) explica as assimetrias tecnológicas permanentes entre firmas e os diferentes níveis de capacidade de inovação.

I.1.1 – As Capacitações Tecnológicas das Firmas (CTF)

[1] Ex-professor da Universidade de Oxford, falecido em 2005, que foi responsável por contribuições pioneiras nas áreas de desenvolvimento, industrialização, capacitações tecnológicas e aprendizado.
[2] Professor na Universidade de Columbia, que concentra seus estudos nos avanços tecnológicos e na evolução de instituições econômicas.

Lall (1992) define inovação nas firmas de forma ampla, como as mudanças tecnológicas nas empresas sendo um processo de absorção ou criação contínua, determinado em parte por fatores externos e em parte pelo conhecimento prévio existente.

No nível da firma, existem alguns processos que devem ser internalizados para que se tenha sucesso comercial. Se uma firma não consegue decidir seus planos de investimento, seus processos, se não consegue atingir níveis mínimos de eficiência operacional ou adaptar-se às mudanças do mercado, é difícil que consiga competir no mercado de forma eficiente. O que Lall (1992) chama de "maturidade tecnológica" é a capacidade que uma firma tem de identificar possibilidades para uma especialização eficiente em tecnologia e, após aplicar seus conhecimentos e esforços, aprofundar-se nessa especialização com suas próprias capacidades. Em países em desenvolvimento (PED), com experiências limitadas e deficiências, até que se alcance essa maturidade, provavelmente se utilizam de tecnologias semelhantes as de países desenvolvidos (PD), porém de forma menos eficiente.

Para o sucesso das firmas na busca pela maturidade tecnológica, Lall (1992) identifica três capacitações necessárias. Para identificar, obter a tecnologia, design, equipamentos e mão-de-obra qualificada, é necessária CAPACIDADE DE INVESTIMENTO. Assim, poder-se-á determinar os custos de capital do projeto, a adequação da escala, o mix de produtos, a tecnologia necessária e o entendimento ganho pelas firmas, o que afetará positivamente a eficiência operacional. A CAPACIDADE DE PRODUÇÃO é uma capacitação que abrange desde o controle da qualidade e da operação até melhorias, adaptações, design e inovações, englobando as tecnologias do processo e do produto. Esta capacitação determina não apenas a maneira como a nova tecnologia será operada ou melhorada, mas também como os esforços internos irão absorver a inovação, seja ela comprada ou imitada. Por último, a CAPACIDADE DE INTERLIGAÇÃO necessária para transmitir e receber informações e tecnologias de fornecedores, clientes, contratados, consultores e instituições, para a difusão e para o aprofundamento da estrutura industrial. "O crescimento sustentado requer uma ascensão permanente pelos níveis de tecnologia, além do desenvolvimento de um sistema para o aprendizado coletivo" (p.49, tradução livre).

I.1.2 – As Capacitações Tecnológicas Nacionais

As Capacitações Tecnológicas Nacionais (CTN) não são apenas a soma das FTC das firmas de um país, mas Lall (1992) também considera a sinergia entre elas, pois há elementos comuns de absorção das firmas à política, ao mercado e ao quadro institucional.

Países em desenvolvimento ou desenvolvidos são diferentes na forma como utilizam tecnologia e como inovam a partir delas e isso se manifesta em suas produtividades, crescimento ou desempenho industrial. Em um trabalho feito para a OCDE (1987), Lall procura mostrar como o crescimento econômico é resultado da soma da interação de incentivos e esforços, o que explica as diferenças de desempenho de economias no longo prazo.

> *"No longo prazo, o crescimento econômico surge da interação entre incentivos e capacitações. As capacitações definem o melhor que pode ser alcançado; enquanto os incentivos guiam o uso das capacitações e, de fato, estimulam sua expansão, renovação ou desaparecimento. Em economias avançadas, as capacitações se referem principalmente à disponibilidade de capital humano, poupança e à existência de estoque de capital, assim como às habilidades técnica e organizacional para seu uso; os incentivos são provenientes principalmente do mercado de produtos e se refletem mais ou menos no mercado de fatores, determinando, assim, a eficiência com que os recursos são utilizados. Tanto os incentivos como as capacitações operam dentro de um quadro institucional; instituições determinam as regras do jogo, bem como intervêm diretamente no jogo; elas agem para alterar capacitações e mudam incentivos; e elas podem modificar comportamentos mudando atitudes e expectativas."* (Lall, OECD, 1987, p.18, tradução livre).

Lall (1992) adiciona que essa relação entre capacitações, incentivos e instituições é uma maneira de organizar os fatores que influenciam as CTN nos países em desenvolvimento também.

a) Capacitações Tecnológicas Nacionais

Ele divide as capacitações em três categorias gerais: Investimento físico, capital humano e esforço tecnológico. Porém, estes estão intimamente ligados e suas análises de forma individual são muito difíceis. Se há capital físico, mas não há a tecnologia para a operação ocorrer da forma mais eficiente, o desenvolvimento da CTN não ocorrerá da melhor maneira. Se ocorrer a criação do capital humano, mas não ocorrer esforço tecnológico, a eficiência não cresce de maneira dinâmica.

O investimento físico é uma forma de capacitação básica, pois se não existissem as máquinas e equipamentos, não existiria a indústria. Porém, o grande cerne da questão é a eficiência com que esse capital é utilizado.

O capital humano é tratado por Lall (1992) como sendo não apenas a educação e o treinamento formais, mas também o treinamento *on the job* e a experiência em atividades tecnológicas (necessárias para que seja possível criar, modificar ou aperfeiçoar produtos e processos). Para que a industrialização ocorra de forma eficiente, obviamente são necessários esses conhecimentos e, em alguns casos, de fases iniciais do processo onde se utilizam apenas tecnologias mais simples podem até ser suficientes. Mas quanto mais avançadas são as tecnologias utilizadas, maior a necessidade de conhecimentos específicos e a interação entre os engenheiros e a força de trabalho, aumentando a transferência de competências. Figueiredo (2003) explica essa necessidade:

"O esforço tecnológico é o elemento que torna a força de trabalho bem preparada e o investimento físico plenamente produtivos, possibilitando a assimilação e o aperfeiçoamento das tecnologias utilizadas. É composto pela soma da produção, do design e da pesquisa, com apoio da infra-estrutura tecnológica para fornecer normas e conhecimentos básicos. Não é possível mensurá-lo adequadamente, mas de uma maneira bem simples, pode-se saber a quantidade de pessoal disponível para tarefas técnicas, gastos em pesquisas, inovações, patentes ou quaisquer outros indicadores de sucesso tecnológico. A interpretação dessas medidas é bastante difícil, pois os esforços não são igualmente eficientes e nenhuma delas captura todo o trabalho dedicado à inovação, mas é evidente que os países adotam níveis diferentes de esforço tecnológico." (Figueiredo, 2003)

Outro fator relevante para as CTN é a extensão e a natureza da dependência tecnológica estrangeira. Todos os países importam tecnologia e é assim que firmas de países em desenvolvimento podem atingir níveis mais avançados de capacitação, mas de maneiras diferentes e com impactos variados no desenvolvimento local. Por exemplo, como visto adiante, no terceiro capítulo, este fato foi verificado durante o Primeiro Plano Qüinqüenal Chinês, quando havia dependência de tecnologia soviética. Este assunto será abordado no terceiro capítulo.

b) Incentivos

Uma estrutura de incentivos para investimento e produção apropriados é necessária para os capitais físico e humano serem utilizados de forma mais eficiente. Incentivos de mercado, políticas de governo e instituições afetam o ritmo de acumulação de capital e conhecimento, os tipos de capital e conhecimento adquiridos e em que medida as dotações existentes são utilizadas na produção.

Em países em desenvolvimento, o papel do governo é fundamental, mas pode ter resultados negativos, no caso de intervenções excessivas ou mal interpretadas, ou positivos, quando suas ações têm o objetivo de remediar falhas de mercado e estrutura. Em outro texto de Lall3 (1998), também fica evidente a explicação do papel do governo no desenvolvimento tecnológico nacional.

"Políticas tecnológicas de incentivo ao Mercado incluem três categorias principais:

-Prioridades: Estabelecimento de prioridades nacionais para o desenvolvimento industrial e tecnológico no contexto mais amplo dos objetivos econômicos e sociais;

- Incentivos: Fornecer sinais para os agentes econômicos para a atividade industrial ou tecnológica, onde os mercados não conseguem fazê-lo adequadamente.

- Instituições: Gerar mecanismos, instituições e organizações, incluindo mecanismos políticos, para apoiar as duas categorias anteriores." (Lall e Teubal, 1998, p. 1369, tradução livre)

[3] "Market-Stimulating" Technology Policies in Developing Countries: A Framework with Examples from East Asia", 1998

Lall (1992) divide os incentivos em três conjuntos principais: macroeconômicos, competitivos e de mercado de fatores.

Os incentivos macroeconômicos, ou seja, crescimento, mudança de preços, taxa de juros, câmbio, crédito, disponibilidade de moeda estrangeira, estabilidade econômica, políticas fiscal e monetária etc., têm efeitos no investimento e na capacidade de consumo.

Os incentivos de competição afetam o desenvolvimento da capacidade e podem ser domésticos ou estrangeiros. A competição doméstica é influenciada pelo tamanho do setor industrial, seus níveis de desenvolvimento e diversificação e por políticas governamentais de entrada, saída, expansão, preços etc. A maioria dos PED possuem restrição à concorrência, a fim de evitar fragmentação de mercado, preservar o emprego, promover empresas, controlar preços, desenvolver áreas mais atrasadas ou impedir concentração. A regulamentação é imprescindível, mas quando em excesso pode gerar dissipação do desenvolvimento de capacitações e sustentar empresas que não deveriam mais estar no mercado. A competição internacional, importações, entrada de investidores externos ou exportações, podem estimular ainda mais o desenvolvimento tecnológico, eficiência, crescimento de exportações e mudanças estruturais. Para Lall (1992), uma intervenção governamental pode ser justificável para restaurar a alocação eficiente de recursos, desde que ocorra no caso das falhas de mercado serem resultantes da falta de investimento das próprias empresas em investir na capacidade devido a fatores externos, aversão ao risco ou falta de informação. Segundo o autor, a melhor forma de intervenção não é a restrição a importações e sim os subsídios, que possuem custos de consumo mais baixos. O problema é que a proteção é mais barata para os governos dos PED, que a tem usado historicamente em forma de tarifas nas fases críticas de industrialização.

Essa proteção tem sido acompanhada por uma entrada em atividades complexas com maior custo de aprendizado. A existência destes custos em países desenvolvidos sugere que a proteção é condição necessária, mas não suficiente, para o desenvolvimento de atividades tecnológicas mais avançadas. Ou seja, para Lall (1992), essa intervenção tem de ser feita de forma seletiva e possui dois requerimentos básicos para ter sua efetividade otimizada. Ela não pode ser generalizada, indiscriminada ou prolongada, pois reduziria incentivos de investimento nas CTF, e deve ser compensada com outros incentivos para aumentar a eficiência. Um exemplo de melhor combinação, dado pelo autor, seria a proteção seletiva e temporária dos mercados internos, aliada com fortes incentivos à exportação e à concorrência interna. Além disso, os governos têm que ter habilidade para identificar atividades para serem protegidas e autoridade para corrigir erros e modificar escolhas.

Incentivos de mercado são no sentido em que um mercado de fatores funcionando bem. Uma relação fator x preço correta é necessária para se atingir eficiência na produção e na alocação de recursos. Em mercados de capital, eficiência requer financiamento de longo prazo disponível, especialmente para projetos mais arriscados envolvendo novas tecnologias. O mercado de trabalho deve ser sensível às necessidades de mudança, não pode ser prejudicado por práticas restritivas e deve ter as competências necessárias. No mercado de tecnologia, eficiência requer o fornecimento adequado de informação e de bens públicos para empresas.

c) Instituições

O desenvolvimento das capacitações e de incentivos se expressa apenas através de mercados específicos e de instituições. Se o mercado cria as instituições naturalmente, não há necessidade de avaliação individual. Se isso não ocorre, é necessário o desenvolvimento de um quadro institucional adequado, pois o subdesenvolvimento é definido quase totalmente pela deficiência de instituições. Do vasto conjunto de instituições que afetam a vida econômica, Lall (1992) observa apenas aqueles que são externos às empresas e que afetam mais diretamente as capacidades industriais. O quadro instituicional de um país é formado pelas instituiçoes legais de apoio à atividade industrial e de propriedade intelectual, instituições industriais para promover vínculos entre as firmas, instituições de formação nos casos de baixa qualidade de formação profissional, e instituições tecnológicas.

I.2 – Richard Nelson e o processo de *Catch Up*

Em seu artigo *The Changing Institutional Requirements for Technological and Economic Catch up*, Richard Nelson (2003) tem o mesmo propósito de Sanjaya Lall (1992). Sua questão central é como os países mais atrasados tecnologicamente podem alcançar (*catch up*) os mais avançados, os líderes tecnológicos e econômicos de suas eras. O processo de desenvolvimento econômico proposto pelo autor também é semelhante ao preconizado por Lall (1992): o *catch up* requer o acesso e domínio das tecnologias utilizadas nestes países mais avançados, fazendo com que o aprendizado seja o centro dos estudos de Nelson (2003).

Richard Nelson (2003) define tecnologia maneira bastante abrangente:

"Proponho como premissa básica que o processo de catch up requer acesso e domínio das tecnologias utilizadas pelos países mais avançados de uma era, e isso significa que os mecanismos de aprendizagem tecnológica precisam ser estudados como parte central do processo. No entanto, eu tenho uma visão ampla do que as tecnologias são, definindo o termo como abrangendo a vasta gama de técnicas produtivas para satisfazer necessidades que a espécie humana desenvolveu ao longo dos anos, desde projetos de produtos sofisticados, procedimentos usados na agricultura produtiva, sistemas de controle de tráfego aéreo, até práticas efetivas de saúde pública e capacidades para construir e proteger o abastecimento de água para uma população urbana

crescente. Noto que as capacidades do final desta lista envolvem muito mais do que o que os engenheiros costumam dizer quando falam de tecnologia. Embora alguns aspectos dessas atividades sejam de fato estruturados ou incorporados em máquinas ou outros artefatos físicos, eles também envolvem modos de organização centrais, coordenação e atividades de gestão. Há boas razões para acreditar que estes aspectos organizacionais e de gestão operacional de uma tecnologia muitas vezes são muito mais difíceis de dominar do que os aspectos de engenharia (Nelson, 2003, tradução livre).

Em países em desenvolvimento, o autor cita alguns pontos necessários no processo de aprendizado tecnológico. Para se chegar ao mesmo ponto de nações já desenvolvidas, as empresas desses países dependem dos sistemas de educação, mercados de trabalho e de capital bem desenvolvidos, políticas competitivas e regulatórias, infra-estrutura e governo capazes de gerar um contexto favorável ao desenvolvimento. Porém, para esses países, este processo envolve muito mais a capacidade de aprender o que outras economias já fizeram do que o desenvolvimento de novas tecnologias. Este processo de aprendizado não é simples, pois envolve barreiras e interesses internacionais. A idéia de Nelson (2003) é que, apesar do principal ser o processo de aprendizagem, há uma grande dificuldade na construção de novas instituições ou na adaptação das já existentes para se alcançar os países mais desenvolvidos. Ou seja, a grande questão é quais são as políticas e estruturas industriais que acelerariam o aprendizado tecnológico e seu conseqüente domínio e, além disso, mesmo que países adotem práticas diferentes, quais são os elementos comuns entre esses países.

Segundo Nelson (2003), em todos os casos de sucesso de desenvolvimento tecnológico de nações, existe três fatores comuns: fluxo internacional de pessoas, envolvimento governamental e regimes de proteção a propriedade intelectual.

O primeiro fator, o fluxo internacional de técnicos especializados, é uma combinação de cidadãos indo estudar fora e retornando com conhecimento adquirido em países mais avançados tecnologicamente e técnicos especializados desses países mais desenvolvidos ajudando como consultores ou se estabelecendo no país em desenvolvimento. Essas três possibilidades foram verificadas na Coréia e Taiwan, Japão e Estados Unidos, respectivamente. Esse fato não se verifica apenas nos últimos anos, mas pôde-se verificar que mesmo antes da segunda guerra, os Estados Unidos já buscavam conhecimentos avançados em química e física na Europa. Isso se manteve e, nos últimos anos, uma boa parte do fluxo de técnicos especializados tem sido importante para os campos de engenharia e ciências aplicadas de países em desenvolvimento (Mazzoleni e Nelson, 2005). O autor afirma que, nos próximos anos, isso continuará acontecendo com países em processo

de *cath up*, principalmente nas áreas agrícolas, de saúde pública e tecnologia de fabricação. Na China, isso se verificou durante o processo de *catch up* e será visto no terceiro capítulo.

Outro elemento importante identificado por Nelson (2003), que foi utilizado nos processos de *catch up* de países em desenvolvimento é o suporte governamental, sob a forma de proteção e subsídios diretos ou indiretos. O argumento político dessa proteção é que uma indústria local é necessária nos países em desenvolvimento e, para isso, se requer alguma proteção em relação às firmas mais avançadas de países desenvolvidos. Mesmo que em muitos países essa proteção não tenha sido efetiva no processo de *catch up* e sim levado a uma indústria interna ineficiente, em muitos casos foi uma marca comum de países que foram bem sucedidos. Por isso, o autor considera necessária uma avaliação de quais proteções são mais eficientes para as indústrias em formação e quais podem levar ao insucesso. O Governo Chinês pode ser exemplo de erros e acertos neste caso, como será estudado no capítulo três.

Obviamente, essa política de proteção não é vista com bons olhos por países desenvolvidos, ainda mais se a indústria recém formada começar a competir no mercado mundial além de apenas prover o mercado interno. Após a Segunda Guerra Mundial, se discutiu muito sobre a eliminação de proteções e subsídios entre os países mais avançados, e havia simpatia à idéia de proteção a novas indústrias seria útil aos países em desenvolvimento. Mesmo assim, os tratados internacionais feito à época foram usados contra a proteção à importação e os subsídios em países em processo de *catch up*. Lall (1992) considera importante a proteção para indústrias nascentes e que o desafio é encontrar meios eficazes de fazê-lo sob as novas condições de mercado.

O último elemento de Nelson (2003) no processo de *catch up* são os regimes de propriedade intelectual. Durante o século XIX e o inicio do século XX, muitos países em desenvolvimento já utilizavam essa prática, mas não limitavam suas empresas de forma rígida no que diz respeito às cópias de países mais avançados. Puderam-se notar casos onde havia um acordo de licença, mas o autor acredita que grande parte destes acordos era apenas uma maneira de países desenvolvidos obterem taxas sobre suas tecnologias e não um modo de se protegerem.

Da mesma forma que no caso das proteções, surgem muitos problemas no caso da propriedade intelectual, principalmente quando o país entra no comércio mundial, ou até mesmo quando exporta para o país que detém a patente do produto. Essas questões foram fundamentais e levaram ao Acordo Relativo aos Aspectos do Direito da Propriedade Intelectual Relacionados com o Comércio (ADPIC), ou *Trade-related intellectual property Rights* (TRIPS), em inglês, assinado em 1994 ao final da Rodada do Uruguai, junto com a criação da OMC. Porém, na opinião do autor, este

tratado torna vulneráveis os exportadores de países em desenvolvimento e até os que mantêm suas atividades no mercado interno.

Há uma tendência crescente de que países mais desenvolvidos façam cada vez mais valer seus direitos sobre propriedade intelectual e isso tem consequências para o *catch up* dos países em desenvolvimento. Esta área é grande geradora de conflitos internacionais e países em desenvolvimento têm que saber lidar com mais essa questão.

Nelson (2003) lista alguns aspectos que vêm mudando ao longo dos anos no processo de *catch up*. São eles: os tratados internacionais, pressão de empresas de países avançados ao acesso a mercados e a estabelecimentos de filiais no exterior, ações legais ou punitivas por parte dos países desenvolvidos em relação à proteções ou subsídios e maior agressividade das firmas dos PD na proteção de seus direitos de propriedade intelectual, forçando empresas de PED a buscarem novas estratégias. Há um novo contexto legal, que fará com que o investimento estrangeiro direto tenha um papel ainda mais forte no processo de *catch up*, assim como as parcerias entre empresas dos países em desenvolvimento e dos países desenvolvidos. Além disso, as comunidades científicas e técnicas de diferentes países estão cada vez mais conectadas, favorecendo a troca de informações.

Na questão do aprendizado, por um lado, a formação avançada em fundamentos científicos ganha importância, tornado-se um pré-requisito e fazendo com que apenas a educação básica e experiência de trabalho não sejam mais suficientes. Porém, Nelson (2003) acredita que, por outro lado, uma base científica sólida minimiza a necessidade de experiência operacional fora do país, ou de contratação de estrangeiros. Isso tem ainda mais conseqüências, possibilitando que uma boa base de cientistas locais possa estar fora do país, onde novas tecnologias estão sendo criadas.

I.3- As semelhanças dos estudos de Lall (1992) e Nelson (2003 e 2005)

Os trabalhos analisados aqui são distanciados no tempo, o de Sanjaya Lall é de 1992 e os de Richard Nelson de 2003 e 2005. Ainda assim, os dois possuem muitos pontos em comum, mostrando que possuem idéias semelhantes, mesmo que tenham algumas diferenças de abordagens. Por exemplo, ambos tratam de aprendizagem, o que parece ser o grande foco do desenvolvimento econômico, e da importância da participação governamental neste processo.

Sob as duas visões, apenas o treinamento formal não é suficiente para o desenvolvimento tecnológico local. Lall (1992) acrescenta o treinamento *on the job* e experiência científica em tecnologia como condições necessárias. Já Nelson (2003), apesar de incluir em sua teoria a importância do fluxo internacional de cidadãos, afirma que uma sólida base científica minimizaria essa necessidade. Assim, a educação básica não é suficiente e, quanto mais avançada for a tecnologia, mais importância ganha o fundamento científico.

Além disso, outro ponto comum é que o aprendizado será diferente entre países e firmas. A assimilação de tecnologia varia e, mesmo em casos de cópias de países desenvolvidos, esta não será perfeita e cada caso o fará adaptando-a para as condições locais.

Outro assunto tratado pelos dois autores é a importância da participação governamental no processo de desenvolvimento. Nos dois, o papel do governo é fundamental, mas as abordagens são diferentes. Lall (1992) deixa bem claro que o Estado deve estabelecer prioridades, incentivar o desenvolvimento e apoiá-lo através de mecanismos institucionais. Já Nelson (2003) é mais objetivo, afirmando que, salvo casos de tratados internacionais, proteção e subsídios são opções para proteger uma indústria recém formada.

Em *Technological Capabilities and Industrialization* (1992), Lall tem um foco em instituições maior do que nos dois textos de Nelson pesquisados neste trabalho (2003 e 2005). Para ele, o subdesenvolvimento é quase que totalmente explicado pela ineficiência delas, que agem como incentivadoras do desenvolvimento e de capacitações. Já Nelson (2005) trata das questões de propriedade intelectual, assunto não presente nos textos de Lall (1992). Obviamente, essa questão tem ganhado força desde o final do ultimo século, principalmente após a entrada em vigor da OMC e do ADPICS. É, hoje, um dos assuntos que deve ser pensado na hora de se estruturar o processo de *catch up*, fazendo com que o assunto ganhe ainda mais em complexidade.

CAPÍTULO II- EVOLUÇÃO RECENTE DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES

II.1 – Estrutura da Indústria de semicondutores

De forma geral, o desenvolvimento e a fabricação de semicondutores envolvem três fases distintas numa cadeia de valor: projeto, fabricação e montagem (Brown e Linden, 2005).

a) Projeto: Nesta fase, se projeta as interligações e suas posições no circuito integrado. Aqui se determinam as funcionalidades do circuito com base nas necessidades de utilização, capacitação técnica e restrições econômicas. É uma etapa com grande necessidade de conhecimentos específicos dos técnicos envolvidos, sendo bastante intensivo em tecnologia e inovação além de necessitar de softwares especializados que requerem uma parcela considerável de investimentos.

b) Fabricação: Fase onde todas as definições e especificações do projeto são transformadas em circuito integrado (*chip*). Utiliza-s como matéria prima cilindros de silício com 99,999% de índice de pureza, cortados em discos muito finos, chamados de *wafers*, sobre os quais serão montados os circuitos. Necessita de muito espaço, instalações e equipamentos caros e tecnologia bastante complexa.

c) Montagem: etapa que consiste na separação dos chips do *wafer*, colocando-os em cápsulas, que possibilitam que os contatos elétricos sejam conectados à placa do circuito. Após isso, testa-se o semicondutor e ele está pronto para utilização em placas de circuito. Assim como na fabricação, requer alto custo de instalação de fábricas e equipamentos, mas é mais intensiva em trabalho.

Nota-se que a necessidade de conhecimentos específicos diminui ao longo da cadeia produtiva, sendo maior na fase de projeto dos semicondutores. As fases de produção física são responsáveis pelo maior custo da cadeia de valor, com equipamentos e instalações bastante caras. Na fabricação, por exemplo, os investimentos fixos estão na ordem de US$ 2 bilhões apenas em máquinas e instalações (Brown e Linden, 2005).

Atualmente, a indústria de semicondutores é estruturada de uma forma bastante complexa, composta por três tipos de firmas: fabricantes integrados de dispositivos (*Integrated Device Manufacturers*, IDM), "*fabless*" (sem fábrica) e empresas de fundição.

As primeiras são firmas que agregam serviços de projeto e manufatura. São empresas muito grandes e diversificadas, com vários tipos de atividades e que produzem semicondutores para suprir suas demandas internas, mesmo que em alguns casos a montagem possa ser terceirizada. Normalmente optam por instalar suas fábricas na Ásia e espalham pelo resto do mundo a montagem final de seus bens. É uma estratégia muito adotada por grandes players japoneses e coreanos, como a Samsung, Toshiba, NEC e Hitashi.

As segundas apenas projetam os chips, mas não possuem fábricas para sua manufatura. São especializadas na produção de semicondutores e, em alguns casos, nas etapas finais do processo produtivo. Empresas de diferentes tamanhos podem optar por essa estratégia, pois há muitas formas de atender a nichos de mercado. Como produzem bens intermediários, não há diferenciação de marca, e sim na capacidade de atendimento ao usuário. Em muitos casos, são controladas por gigantes da indústria de semicondutores, como a Infinion (Siemens), A Philips Microeletronics e a IBM Microeletronics.

As últimas apenas fabricam os chips, segundo contratos com empresas "*fabless*". Produzem semicondutores *commoditizados*, com grande importância de escala de produção. Surgiram em virtude da externalização da produção por grandes empresas do setor de eletrônicos.

Essa estrutura industrial complexa é chamada de "ecossistema sem fábrica". Porém, no início da história dos semicondutores, não havia essa subdivisão, e todas as firmas eram fabricantes integrados, fazendo com que essa indústria seja um exemplo de uma desintegração rápida, porém parcial (Yoon e Malerba, 2005).

Apenas existiam firmas IDM até 1980. Porém, algumas mudanças tecnológicas tornaram possível que outras firmas entrassem no mercado. Neste mesmo ano, foi criado o software de automação de design eletrônico (*Eletronic design automation software* – EDAS) e o design de semicondutores complementares de óxido metálico (*Complementary metal-oxide semiconductors* – CMOS), que significaram importantes progressos nas capacidades computacionais e instrumentais. O EDAS foi um fomento para trabalhos de inovação, pois possibilitava o entendimento de princípios e estrutura de produtos de forma mais profunda. Já o CMOS foi um grande responsável pelo fomento da desintegração da indústria. Como ele se tornou um padrão, não havia mais tecnologias idiossincráticas, que obrigavam que cada firma tivesse um tipo de instalação diferente, o que fazia

com que qualquer tentativa de terceirização gerasse um alto custo, devido ao risco de comportamento oportunista. Com a padronização para o CMOS na indústria de semicondutores, as fábricas passaram a poder produzir semicondutores diferentes sem grandes modificações em seus processos internos (Yoon e Malerba, 2009).

Como resultado dessa evolução da indústria, surge em 1984 a primeira empresa de semicondutores "*fabless*" (Yoon e Malerba, 2009). Logo se notou um alto crescimento nesse tipo de firma, graças à rápida expansão do mercado fomentada pela constante introdução de novos produtos (crescimento médio anual dos últimos 30 anos foi de 16% - Davy, 2003) e à sua característica altamente fragmentada.

Esta boa relação entre as novas tecnologias que surgiram e o mercado de semicondutores reduziu os custos para essa indústria, gerando uma oportunidade para novos entrantes. Para esses novos players, os menores custos iniciais de uma "*fabless*" em comparação com IDM era uma vantagem considerável a favor da primeira.

> "*Primeiramente, para começar uma empresa fabless, se requer um menor investimento financeiro. Adquirir uma fábrica adequada e conhecimento do know-how da produção e desenvolver tecnologia de produção requer um grande investimento. Devido à um mercado financeiro imperfeito resultante de um alto grau de incerteza de Knight e informação assimétrica, típica de indústrias de alta tecnologia (Audrecht, 1992), uma alta necessidade de investimento era um grande obstáculo para entrantes em potencial.*" (Yoon e Malerba, 2009, pág 13, tradução livre)

Esse paradigma foi quebrado pela introdução do modelo *fabless* na indústria, pois a partir de então apenas a capacidade de design era necessária. Esse fato induziu ainda mais a entrada na indústria, fazendo com que a taxa de aumento da receita de empresas *fabless* seja maior do que na indústria de semicondutores como um todo. Desde 1990, a taxa de crescimento das *fabless* é de 20%, contra apenas 7% da indústria (Brown e Linden, 2005). Com isso, o mercado tornou-se mais fragmentado, possuindo então um menor nível de generalidade de conhecimento em design e diminuindo a concentração de mercado.

Neste momento, ainda não existiam empresas de fundição (*foundries*). Uma das condições que permitiu a introdução desse novo modelo de empresa foi a existência de fábricas que podiam fabricar semicondutores com um custo suficientemente baixo. Os primeiros prestadores de serviço de produção para as *fabless* eram as IDM, pois estas possuíam excedente na capacidade de produção causado pelo comportamento cíclico da indústria (Matthew, 2003) e pelo alto grau de incerteza no que concernia P&D e investimento físico.

Porém, esta utilização da capacidade excedente das IDM pelas *fabless* tinha um grande inconveniente. As IDM não eram apenas prestadores de serviço de produção, mas também concorriam no produto final com as *fabless*. Por isso estas buscaram quem prestasse este serviço de forma independente, fazendo com que essa explosão de empresas sem fábrica permitisse a criação de outro modelo de negócio, as empresas de fundição, estabelecida em 1987. Ou seja, a partir de então, podia-se subcontratar a etapa de fabricação de chips a um custo mais baixo, o que possibilitava que mais *players* entrassem no mercado.

Todas essas mudanças na indústria tiveram influência no comportamento das IDM. Como a capacidade das empresas de fundição se fortalecia, começaram a utilizá-las para a fabricação de alguns produtos. No entanto, nem tudo podia ser subcontratado, pois a inter-relação varia de acordo com o produto a ser fabricado. Em alguns, quando o design é profundamente relacionado com sua produção e instalações, cada design precisa de um tipo diferente de produção e instalação. Isso levaria a altos custos de transação (Monteverde, 95), fazendo com que nesses casos específicos o modelo verticalizado ainda seja mais eficiente.

II.2 – Características do setor de semicondutores

O mercado mundial de semicondutores está em plena expansão, mesmo sendo verificados períodos de recessão em 2001 e 2008, períodos de recessão norte americano (2001) e de turbulência econômica mundial (2008). As vendas totais de semicondutores em 2008 foram de US$ 248,6 bilhões, contra US$ 255,6 bilhões de 2007, representando uma queda de 2,8%. Porém, mesmo com esses períodos, pode-se notar uma taxa de crescimento médio anual de 12%. Nos últimos 20 anos, a indústria de eletrônico apresentou um crescimento bastante acima da média da indústria de transformação como um todo. Entre 93 e 98, por exemplo, as vendas de produtos eletrônicos aumentaram em média 8,6% ao ano, contra apenas 3,2% do crescimento da produção industrial (SIA, 2009).

Ainda segundo a SIA, a produção mundial está concentrada em poucas regiões do mundo. Nas últimas décadas, vem aumentando a participação de países asiáticos na produção de dispositivos, que até 1980 tinham menos de 5% da produção mundial. Mas graças às políticas de desverticalização de grandes empresas e políticas de atratividade desses países, a participação aumentou para cerca de 38% em 2001. A Coréia do Sul lidera essa participação, com 25% da produção.

O setor é caracterizado por fortes oscilações de preços, variando de acordo com a utilização da capacidade instalada nas fábricas, pois a quantidade demandada tem sido historicamente crescente com poucas oscilações. A oferta de semicondutores é relativamente rígida no curto prazo, oscilando apenas no caso de algum excesso de ociosidade. Isso porque não há justificativa para investimento em novas fábricas ou em ampliação das existentes caso não haja alguma expectativa de um grande aumento na demanda. Por esse motivo, o crescimento da oferta é notado por acontecer em saltos, justamente quando essa expectativa é esperada gerando ampliação da capacidade produtiva e conseqüente aumento da oferta. Se essa expectativa de aumento na demanda é maior do que a realidade, temos um aumento excessivo na oferta, gerando excesso de capacidade instalada e conseqüente aumento de preços. Um exemplo disso é o caso das memórias na segunda metade dos anos 90, quando a variação de preços foi causada por uma grande inserção de players asiáticos esperando um grande aumento na demanda que não ocorreu (Yoon e Malerba, 2009).

Apesar desse aumento do número de agentes no mercado, a oferta de semicondutores ainda é determinada por um número relativamente baixo de empresas. No caso de microprocessadores, esse número é ainda menor, pois a oferta depende do mercado a que o produto se destina.

Por outro lado, na demanda há um número muito grande de agentes. A quantidade de produtos que demandam semicondutores é altíssima, podendo variar desde equipamentos muito simples até produtos de alta tecnologia. Mesmo assim, essa demanda é altamente concentrada, tendo nas indústrias de computação e de telecomunicações as maiores parcelas, por volta de 65%, de empresas demandantes (SIA, 2009). É na informática que se encontram os processadores e memórias, responsáveis pela maior parcela de valor de semicondutores. Por isso, quase metade da produção se destina a essa indústria. Já na telefonia, após o grande crescimento do mercado móvel, tornou-se comum a utilização de semicondutores na área de comunicações. Outros setores que têm apresentado alto crescimento de demanda são o automotivo, com carros mais modernos equipados com dispositivos eletrônicos, e a indústria, que conta hoje com máquinas e equipamentos que necessitam de sensores e *microchips* para manter crescente a automação de seus processos. Este último, porém, não vem crescendo tanto como outros setores, possuindo hoje apenas 6% da demanda (Yoon e Malerba, 2009).

O mercado hoje aponta para a manutenção ou aumento do crescimento dessa demanda por semicondutores, visto que se espera um incremento no consumo de máquinas e equipamentos eletrônicos. Espera-se um recorde neste ano, atingindo 300,5 bilhões de dólares, com um crescimento de 6% para o próximo ano (US$ 318,7 bilhões) e 3,4% para 2012 (US$ 329,7 bilhões), totalizando um aumento total no período de 13,4% (2009 a 2012) (SIA, 2010).

CAPITULO III – POLÍTICAS INDUSTRIAIS DO GOVERNO CHINÊS PARA A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES

Este capítulo tem como objetivo mostrar a evolução da indústria de semicondutores chinesa, desde seu surgimento até o atual cenário, passando por todas as decisões governamentais que decidiram seu rumo. Em particular, são vistos o desenvolvimento desta indústria desde o primeiro plano qüinqüenal, a migração de empresas de Taiwan para a China e os principais projetos e empresas que compões o parque industrial chinês. A seleção, organização e discussão do desenvolvimento da indústria de semicondutores da China são fundadas nas formulações e propostas de Lall (1992) e Nelson (2003) e (2005), apresentadas no primeiro capítulo.

III.1 – Os Planos Qüinqüenais (FYP)

A China começou seu desenvolvimento tecnológico na área de semicondutores tardiamente, quando comparada com os pioneiros na indústria. Mas, nos últimos anos, vem se mostrando como um grande *player* no setor, já sendo responsável por grande parte do mercado mundial. Podem-se notar progressos que têm seu início nos primeiros planos de desenvolvimento do governo, que determinava períodos de cinco anos para estabelecer metas e planejamentos.

III.1.1 – Primeiro ao Sétimo Plano Qüinqüenal (1953 – 1990)

O primeiro plano qüinqüenal (53-57) tinha como objetivos principais a modernização e o fortalecimento dos aspectos de comunicação de defesa nacional e a criação de fábricas de centrais de telefonia automatizada para a população. Nesta época, a China contava com apoio da União Soviética com o objetivo de estabelecer projetos nacionais, e importava tecnologia deste país, com a qual foi produzido o primeiro transistor chinês (Kim, 2010). Foi neste período que se notou o início de uma base de desenvolvimento da indústria eletrônica na China, com os primeiros institutos de pesquisa científica e educação. O “Plano de Longo Prazo para o Desenvolvimento de Ciência e Tecnologia de 56 a 67” listava os setores chave que o governo considerava de importância nacional: telecomunicações, radiodifusão, tecnologia de semicondutores e tecnologia de computação e rádio para a defesa nacional. Para os semicondutores, foram estabelecidos planos para a contratação de tecnologia de materiais e equipamentos e a criação de recursos humanos, e esta se tornou a primeira

política de ciência e tecnologia no país. Criou-se o Instituto de Física Aplicada da Academia Chinesa de Ciências, com o objetivo de criação de capital humano, onde cientistas foram convidados a voltar do exterior para realizar pesquisas e desenvolvimento tecnológico. (Kim, 2010)

O segundo plano qüinqüenal (58-65) visava o desenvolvimento e a construção de equipamentos eletrônicos para mísseis, desenvolvimento e construção de equipamentos eletrônicos de apoio à energia atômica e desenvolvimento da aviação, além do estabelecimento de fábricas para a produção de instrumentos eletrônicos de medida especializados. A principal atividade ligada a semicondutores neste período era a produção de transistores para rádios. Nesta fase, ainda havia apoio soviético e este foi de importância fundamental financeira e tecnicamente. Porém, devido às diferenças políticas entre os dois países, a União Soviética retirou o apoio ao desenvolvimento econômico chinês, o que fez com que a eficiência das fábricas e as margens de seus lucros caíssem vertiginosamente, freando bruscamente o desenvolvimento de eletrônicos no país. Esse caso ilustra bem o problema da dependência de tecnologia estrangeira de Nelson, citado no primeiro capítulo.

O terceiro e o quarto planos qüinqüenais (66-75) foram os primeiros em que já se pensava no processo de *catch up* tecnológico, em algumas áreas específicas. Porém, nessa época se inicia a Revolução Cultural Chinesa que, com o extremismo político local, acabou por afastar a China do resto do mundo, desacelerando o desenvolvimento industrial. Na indústria de semicondutores, o governo ainda tentou uma política de fomento aos semicondutores, com a campanha “todas as pessoas devem produzir semicondutores” (Kim, 2010). Houve o surgimento de cerca de 40 fábricas no setor mas, com o isolamento, não havia acúmulo de tecnologia por parte de instituições de pesquisa governamentais, fazendo com que esse período não tenha sido positivo na história da indústria tecnológica do país. Mesmo com a recuperação da diplomacia com o Japão, em 1972, que permitiu que empresas chinesas observassem firmas japonesas e adotassem, em três fábricas em Pequim, a produção de semicondutores de três polegadas, era muito difícil se igualar à indústria japonesa sob um sistema fechado.

No inicio do período que concerne o quinto e o sexto planos qüinqüenais (76-85), se dá por finalizada a Revolução Cultural na China (formalmente, o fim ocorreu em 1969), a economia nacional começou a se recuperar e a indústria eletrônica voltou à pauta. Houve uma revisão das estruturas de produção e fábricas antes exclusivamente militares começam a produzir também produtos voltados para civis. Neste período são criados o Ministério da Indústria Eletrônica e o Grupo Líder para a Promoção de Eletrônicos, dentro do Conselho de Estado. No início dos anos 80, se iniciou uma corrida entre governos locais da China por fábricas de circuitos integrados. Havia, no país, 24 linhas de produção, principalmente antigas instalações de empresas de outros países. A

maioria destas não teve sucesso, com baixo número de peças fabricadas por mês, pois não tinham tecnologias acumuladas, apenas importavam tecnologias de outros países, mas sem o conhecimento necessário para geri-las.

De fato, a indústria de circuitos integrados era virtualmente inexistente na China até 1980 (Pecht, Liu e Hodges, 2000). Mesmo com alguns pequenos avanços, os níveis de produção eram muito baixos em relação a países mais avançados, o que reduzia muito a competitividade dos produtos chineses.

Durante o sétimo plano qüinqüenal (1986-90), a situação da indústria tecnológica chinesa começa a mudar. Este foi o primeiro dos planos que incluiu projetos que visavam à solução de problemas relacionados à ciência e tecnologia. Em 1986, o governo chinês começou a adotar uma estratégia diferente, com o Plano 531, que tinha o objetivo de divulgar a tecnologia de circuitos integrados de cinco milímetros, a aquisição de tecnologia de três milímetros para as principais empresas e marca o início da pesquisa e desenvolvimento para a tecnologia de um milímetro. No fim de 1985 e no início de 1986, o ministério da indústria de eletrônicos do governo se esforçou para reformar a estrutura da indústria e diminuir a centralização do mercado, com a delegação de propriedades de fábricas de peças a cidades, estados e governos locais, reorganizando a estrutura industrial. Ainda em 1986, foi iniciada uma política de apoio à empresas fabricantes de circuitos integrados, com o governo eliminando impostos sobre a produção, reduzindo o imposto de renda, arcando com 10% dos custos de pesquisa e desenvolvimento e dando incentivos fiscais para impostos de importação em alguns projetos. Mais que isso, em 1989, algumas empresas foram selecionadas como principais *players* e alguma delas formaram *joint-ventures* com empresas internacionais, como a Shangai Beiing, a Shangai Philips e a Beijing Shougang-NEC. Assim, esse esforço para estabelecer empresas sino-estrangeiras se tornou um dos principais meios para a obtenção de tecnologia, mostrando a vontade governamental na aquisição de tecnologia de semicondutores.

O governo chinês, com poder de negociação, para conceder acesso ao mercado por parte das empresas estrangeiras, exigia transferência de tecnologia para a China e oferecia as *joint ventures* para a indústria de circuitos integrados. Ou seja, a China oferecia seu grande mercado em troca de tecnologia acessível. Assim, o governo se tornou o principal ator de transformação na indústria de semicondutores, pois as empresas nacionais não conseguiam se estabelecer sozinhas e não havia capacidade de pesquisa e desenvolvimento por parte exclusiva das universidades e instituições. Nesse período, os níveis de produção da indústria começaram a acelerar, tendo em 1988 um valor bruto da produção da indústria eletrônica de US$ 16 bilhões. As exportações de eletrônicos

começam a ganhar importância para a economia chinesa, atingindo um total, nos cinco anos, de US$10,5 bilhões.

III.1.2 – O Oitavo Plano Qüinqüenal (1991 – 1995)

Neste período, a China obteve um crescimento mais acelerado na produção – atingindo quase US$ 30 bilhões –, na capacidade tecnológica e no volume de comércio. Pela primeira vez na indústria de eletrônicos, o valor total de suas exportações foi maior do que as importações, chegando a US$ 16 bilhões (Pecht, 2006). Foi uma fase em que se construíram fábricas com capacidade de produzir um número maior de unidades por mês, dando a seus produtos maior competitividade no mercado e sofisticando a estrutura da indústria.

O governo disponibilizou US$ 110 milhões para apoiar 17 projetos considerados essenciais para resolver alguns problemas relacionados à ciência e tecnologia. Muitas grandes empresas de eletrônicos surgiram nesse período, como a Changhong, a Caihong, Shanghai Bradcasting and Television, etc. Assim, os softwares chineses passaram a ser adaptados ao mercado interno e alguns produtos começam a se aproximar dos níveis internacionais de tecnologia.

No entanto, a produção de circuitos integrados ainda estava muito atrasada em relação à crescente demanda da indústria. O governo ainda era o único ator de transformação da indústria de circuitos integrados em matéria de inovação, numa época em que empresas não conseguiam se estabelecer sozinhas e instituições de pesquisa e universidades ainda não tinham capacidade de pesquisa e desenvolvimento de semicondutores. Um exemplo disso é o Projeto 908, que mostra a ineficiência governamental na liderança por inovações na indústria. Ele consistia na construção de linhas de produção para *wafers* de 6 polegadas e na obtenção da tecnologia necessária para a fabricação de *wafers* de 0,8 a 1 milímetro. Porém, o governo demorou oito anos para permitir o investimento nesse projeto, o que aconteceu apenas em 1990. Houve indecisão sobre quais produtos deveriam ser produzidos e aonde isso seria feito. Governos locais disputavam para ter a construção das linhas em suas terras e de quais países e empresas a tecnologia seria importada. Além disso, houve uma dúvida na escolha entre duas tecnologias, *Application-specific integrated circuit* (ASIC) ou *Dynamic Random Access Memory* (DRAM), quando ao invés de se escolher uma delas e dar ênfase, se optou pelas duas, uma opção que as tornou igualmente ineficazes. Apenas em 1995 foram montadas as linhas de produção para este projeto, que só começou a produzir em 1998, num momento que tornava muito difícil obter competitividade no tipo de circuito integrado, uma vez que

países mais avançados já o produziam a mais tempo e possuíam melhores técnicas de fabricação, o que faz com que esse projeto seja considerado fracassado.

A China continuava muito atrasada nas tecnologias que utilizava e produzia, sem competitividade e com baixas escalas de produção.

> *O total da produção chinesa de circuitos integrados atingiu quase 760 milhões de unidades em 1996, o que significava menos de 0,5% da produção mundial total. Em termos de sofisticação tecnológica, a China primeiro utilizou tecnologia de processos de 5mm, que era o nível tecnológico nos EUA e no Japão no início dos anos 70. Em 94, a China conseguiu melhorar sua capacidade de produção em massa para 3mm, que foi aplicada para duas fábricas de MOS-LSI (Metal-oxide Semiconductor for Large Scale Integration) da Hua Jing Electronics Group. Apesar do rápido crescimento da capacidade produtiva e da sofisticação tecnológica, a produção de circuitos integrados da China ainda não consegue alcançar a demanda doméstica. As importações são responsáveis por dois terços a três quartos das necessidades chinesas de circuitos integrados. Produtos de integração em larga escala (LSI e VLSI) são quase totalmente dependentes de importação.* (Pecht, Liu e Hodges, 2000, pág. 27, tradução livre)

TABELA 1 – DEMANDA VERSUS PRODUÇÃO DE CIRCUITOS INTEGRADOS NA CHINA (1993 – 2000)

Ano	Demanda nacional (milhões)	Produção Nacional (milhões)	% da demanda suprida pela produção nacional
1993	850	178	21%
1994	1000	245	25%
1995	1500	515	34%
1996	2200	758	34%
1997	2800	800	29%
2000	4200	2000	48%

Fonte: Pecht, Liu e Hodges, pág 28

III.1.3 – O Nono Plano Qüinqüenal (1996 – 2000)

O grande objetivo deste plano foi a construção de uma indústria doméstica chinesa que finalmente levaria o país a uma posição mais favorável nos mercados de tecnologia da informação e da eletrônica, colocando a China entre os cinco maiores produtores de eletrônicos do mundo, o que

obrigava a obter um crescimento de 20% ao ano e atingir os 85 bilhões de dólares em valor bruto de produção, o que representaria 8% do total da produção nacional. Para isso, teriam que sair de um sistema de produção simples para uma cadeia mais complexa, formada por vários tipos e tamanhos de empresas. O governo enfatizou quatro áreas principais como foco para o desenvolvimento: os circuitos integrados, dispositivos em componentes eletrônicos, computação e tecnologia da informação.

Em 1996, com o Projeto 909, que tinha como objetivo incentivar a capacidade doméstica de produção de circuitos integrados, deu-se o início do desenvolvimento tecnológico chinês. Este foi o maior projeto de desenvolvimento de semicondutores da China até então, com investimento de mais de 1,2 bilhões de dólares, realizado em Shanghai, pois era o centro de produção chinesa de microeletrônica com 21% da produção total de semicondutores na China. O projeto previa, em cinco anos, a criação de cinco empresas de produção de circuitos integrados em grande escala, além de pelo menos 20 centros de desenvolvimento e pesquisa de semicondutores. Os objetivos técnicos deste projeto eram o desenvolvimento de tecnologia de chips de 0,3 mm, a produção de chips de 0,5 mm e produção em massa de chips de 0,8 mm, com meta de produção de mais de um bilhão de unidades por ano. O projeto teve início a partir de uma joint venture formada pela Huahong e pela NEC, do Japão, para a produção de *wafers* de 0,8 mm, que teve início em 1999. A produção, que chegou a mais de 10 mil *wafers* por mês em apenas um ano, era exportada para o mercado japonês. Como resultado, a NEC obteve altas taxas de retorno de investimento num período curto, e a Huahong NEC, que foi construída nesse período, se tornou a segunda empresa em vendas dentre as fabricantes de circuitos integrados na China. No acordo da formação da joint venture Huahong NEC, as condições de transferência de tecnologia estavam bem claras, e a NEC se tornou um grande parceiro de aprendizagem tecnológica. Em contrapartida, A NEC ganhava acesso ao mercado chinês.

Em 2000, com apoio do governo chinês, foi criada a SMIC (*Semiconductor Manufacturing International Corporation*), que cresceu rapidamente e começou a adquirir novas tecnologias de produção. Logo ela se tornou a maior empresa de semicondutores da China, liderando o processo de *catch up* no país. Mais que isso, a SMIC se tornou um modelo de caminho para esse *catch up* no país, através da promoção de empresas domésticas e é vista como um caso de sucesso no processo de *cath up* chinês, onde o governo promoveu uma empresa nacional da indústria.

III.1.4 – O Décimo Plano Qüinqüenal (2001 – 2005)

Depois de nove planos qüinqüenais, a indústria eletrônicou ganha um papel dominante na economia chinesa. Alguns resultados de planos anteriores são a formação de uma indústria de telecomunicações com tecnologia muito próxima de outros países mais avançados e o alcance da liderança na fabricação de alguns produtos, como celulares e monitores.

Para esta fase, o Ministério da Indústria da Informação (MII) estabeleceu prioridades para o fomento da indústria de telecomunicações, software e manufaturas. Pecht, 2003, lista os princípios deste plano qüinqüenal, dentre os quais se destacam:

- Aprofundamento da reforma, redução de monopólios, melhor gerenciamento da indústria, reorganização de empresas estatais, estabelecimento de políticas empresariais modernas;
- Fortalecimento do desenvolvimento de infra-estrutura básica, integração do uso de fontes diferentes e seu uso de forma eficiente, planejamento coordenado para evitar construção de infra-estruturas replicadas;
- Desenvolvimento de recursos que o país tenha vantagens comparativas, abertura de mercados locais e estrangeiros, aceleração da reorganização estrutural da indústria de informação;
- Aumento de competitividade e fortalecimento da capacidade de inovação; compreensão das principais tecnologias de circuitos integrados e desenvolvimento de softwares, aumento da proporção de produtos sob direitos de propriedade intelectual, maior esforço no desenvolvimento de novas tecnologias e novos serviços, aumentar o número de pesquisas, participação ativa do governo no desenvolvimento de padrões internacionais de tecnologia;
- Ajustar a estrutura industrial, removendo impedimentos que atrasem o desenvolvimento;
- Uso de tecnologia da informação para reformar e melhorar indústrias;
- Fortalecimento da cooperação internacional, aumento da competitividade internacional, abertura gradual do mercado nacional de telecomunicações e entrada no mercado internacional, uso eficiente do investimento internacional, e aumento da escala de exportações de tecnologia da informação.

O processo de *catch up* chinês ganha força após 2000, quando algumas empresas líderes no mundo, como a Intel e a Hynix decidem investir em linhas de produção na China, tornando-se outro ator de inovação no país. Assim, como o mercado chinês ganhou importância e agora as infra-estruturas empresariais sofreram melhorias significativas, o país ganha status de local viável para se produzir semicondutores. Assim, a maior parte do investimento em capital fixo na indústria chinesa de semicondutores nos últimos anos vem de empresas estrangeiras. Isso foi bem visto pelo governo que, mesmo que essas empresas de outros países se tornassem protagonistas na cadeia de valor da China, pretendia atrair investimento estrangeiro direto para a indústria de transformação de circuitos

integrados. O grande objetivo, porém, era o desenvolvimento da indústria de *design* de semicondutores. Na produção, o governo pretendia que se estabeleçam empresas nacionais competitivas no mercado. Neste ponto, as idéias do governo chinês eram quase que totalmente condizentes com Lall (1992) e Nelson (2003). O aumento de capacitações tecnológicas das firmas, por exemplo, é uma das idéias centrais dos estudos de Lall (1992).

Enquanto as empresas investem ativamente e aparecem como um importante fator de inovação, universidades, institutos de investigação, e associações industriais também desempenham um papel de grande importância. Além disso, as empresas nas cadeias de valor de semicondutores nas fases de design, montagem e teste têm aparecido como um fator importantíssimo de inovação, através do fortalecimento das relações com os fabricantes de circuitos integrados.

Porém, as empresas chinesas demonstram um desempenho limitado no processo de *catch up*. No caso da SMIC, que terminou a construção de uma fábrica para a produção de circuitos integrados de 12 polegadas em 2005, notam-se déficits constantes e uma redução nas vendas. Há baixas taxas de rendimento nos produtos de tecnologia mais avançadas e não há espaço para corte de custos, além de uma alta dependência de transferência de tecnologia. E a SMIC possui as melhores instalações chinesas da indústria, e lideram o processo de *catch up* tecnológico do país.

III.1.5 - O Décimo Primeiro Plano Qüinqüenal (2006 – 2010) e o cenário atual

As diretrizes do décimo primeiro plano qüinqüenal foram dadas pelo Partido Comunista da China, sob comando do presidente Hu Jintao, com a idéia de reduzir as diferenças sociais no país, sob o lema “servindo as pessoas para melhorar a qualidade de vida” (Pecht, 2006). O governo queria melhorar a capacidade de inovação científica e tecnológica, elevar a urbanização, melhorar a distribuição de renda e aprofundar as reformas estruturais.

Numa época em que a economia chinesa era altamente dependente do comércio internacional (70%), a China queria controlar a utilização do investimento estrangeiro e controlar sua utilização para proteger a economia e alocar recursos de forma mais vantajosa para o país. Além disso, esperava-se que a China mantivesse a cooperação entre empresas de alta tecnologia chinesas e estrangeiras e fortalecesse o país na questão de direitos de propriedade intelectual (Pecht, Liu e Hodges, 2000).

O governo queria manter a taxa de crescimento do PIB, que vinha apresentando um crescimento acelerado nos últimos anos, e tinha como meta chegar em 2010 com um PIB per capita

equivalente ao dobro do valor de 2000 (US$1,08 trilhões) e reduzir em 20% o consumo de energia. O plano pedia que a China adotasse uma estratégia nacional de revitalização, através de ciência e educação, e que construísse uma força nacional de talentos. A capacidade de inovação das firmas deveria ser melhorada através da aceleração do desenvolvimento do sistema nacional de inovação. Para isso, o desenvolvimento da educação deveria ser tratado como prioridade, acelerando o treinamento de profissionais em áreas tecnológicas (Chang, 2003).

Outros objetivos do décimo primeiro plano qüinqüenal eram: produção de novas políticas industriais, realinhamento estratégico do comércio de ciência e tecnologia, reforços da importação de atividades tecnológicas, facilitação do crescimento econômico através do melhoramento contÍnuo do processo industrial aumentando a eficiência da operação, desenvolvendo novos negócios, como comércio eletrônico, etc.

Além disso, a prioridade do apoio do governo estava bem definida: os produtos tecnológicos ganhariam grande parte dos esforços para o desenvolvimento da indústria, através de empréstimos, isenções fiscais, pesquisa e desenvolvimento, treinamento, etc.

O problema chinês é que a indústria de semicondutores vem sofrendo mudanças importantes nos regimes de conhecimento e tecnologia. Há um elevado grau de acumulação de conhecimento e inovações, dando uma vantagem a empresas mais avançadas. Por isso alguns autores podem assumir que a China entrou muito tardiamente na indústria e que os fundamentos de fabricação já possuem forma e padrão de inovação estabelecidos, dificultando o *catch up* chinês. É uma indústria com alta competição, com ciclos de vida de produtos muito curtos, gerando maior risco pra as empresas, e para a gestão desses riscos são necessários sistemas internos de inovação. Na China, a maioria das empresas está alguns passos atrás de empresas estrangeiras e, mesmo para empresas como a SMIC, que investe de forma mais agressiva, seus setores de pesquisa e desenvolvimento e de gestão da produtividade ainda não são comparáveis com os grandes líderes do mercado. Ainda há a necessidade de compra de tecnologias de empresas estrangeiras, resultando em altos custos que limitam sua competitividade.

Outro fator que limita o processo de *catch up* chinês é o aumento no número de processos de patentes, diminuindo o acesso às tecnologias mais recentes. Para evitar esse tipo de situação, as empresas chinesas teriam que montar um portfólio próprio de propriedade intelectual, através de tecnologias próprias criadas por setores internos de pesquisa e desenvolvimento, e montar parcerias através de licenças estratégicas. Nesta situação de acesso restrito, as universidades e centros de

pesquisa ganham um papel importante no país, mas as instituições chinesas não são eficientes como agentes de inovação, pois não demonstram a mesma capacidade de empresas.

Outro problema são as barreiras institucionais, o que se iniciou quando foi assinado o Protocolo de Acessão à OMC, em 2001. Os Estados Unidos começaram a levantar questões sobre quebras de políticas fiscais chinesas, causando a anulação de algumas partes da política de redução de impostos. Além disso, houve uma maior dificuldade no desenvolvimento doméstico de fabricantes de semicondutores por causa da ausência de tarifação sobre importação de semicondutores, iniciada em 2002.

Há também limitações políticas dentro do próprio país, pois a China adota uma política de taxas voltada para exportações enquanto mantém uma política de câmbio inadequada. Há um desconto de 17% sobre o valor das exportações que têm um efeito contrário ao esperado sobre a política de redução de impostos para empresas de semicondutores. Como as condições para se beneficiar das reduções de impostos não são facilmente acessíveis para a maioria dos produtores chineses, muitas vezes eles exportam os chips e em seguida os importam como matéria-prima para montagem e testes. E, como ainda há casos em que as empresas não se beneficiam de isenção de tarifas, algumas vezes perdem competitividade em comparação com os circuitos integrados importados sem o pagamento de tarifas.

Apesar do sucesso do desenvolvimento tecnológico chinês ter não ter acontecido a seu pleno potencial, há fatos que podem mudar esse panorama. Estão sendo formadas instituições específicas na pesquisa de semicondutores, e universidades e associações da indústria já estão se destacando em desenvolvimento. Como exemplo pode-se citar o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Circuitos Integrados de Shangai (SICRD), estabelecido em Dezembro de 2002, formada por membros da Academia Chinesa de Ciências enviados ao Centro Interuniversitário de Microeletrônica, na Europa, e que lideraram um projeto na Huahong-NEC após seu regresso ao país. O centro de investigação do SICRD trabalha em parceria com a produção da Huahong-NEC, facilitando a aplicação de tecnologias desenvolvidas no Centro. Ela vem se expandindo, o que foi impulsionado quando o governo local de Shangai aumentou sua participação. Assim, o número de patentes da Huahong-NEC vem aumentando possibilitando a formação de parcerias com empresas de alta tecnologia por meio de licenças conjuntas. Mais que isso, com sua capacidade de pesquisa e desenvolvimento mais forte, se torna mais viável o desenvolvimento através de esforço próprio, através de uma base tecnológica que fortaleceria e diminuiria as limitações do processo de *catch up* chinês. Organizações de pesquisa e desenvolvimento vêm reforçando suas capacidades de absorção de tecnologias novas, melhorando a acessibilidade a elas.

Ou seja, a China agora tem organizações nacionais que desenvolvem processadores, mesmo que estes ainda não sejam tão avançados tecnologicamente como em países mais desenvolvidos. Porém, essa diferença tecnológica tende a diminuir na medida em que a China acumula experiência no desenvolvimento de semicondutores. Com o aumento no número de patentes de circuitos integrados registradas por empresas chinesas – que passou de quase zero em 2002 para quase mil em 2009 – se evidencia um maior aproveitamento dos direitos de propriedade intelectual, que é um indicador de que a capacidade de inovação chinesa está aumentando. Com essa nova base de patentes, a China tem a capacidade de sair do estágio de importação de tecnologia, desenvolver seus próprios processos e avançar para estágios de produção de tecnologia desenvolvida internamente.

Com a expansão do mercado chinês e o aumento de sua importância no cenário mundial, diminuiu a presença de fatores institucionais no país, que restringiam as transferências da cadeia de valor da produção de circuitos integrados. O aumento da demanda chinesa é estável na indústria eletrônica, agregando importância à indústria de semicondutores. E, se mesmo após a crise financeira o setor de instalação de semicondutores também manteve seu nível de demanda, empresas estrangeiras não podem mais ignorar este mercado e acordos de restrição de exportações e restrições políticas que têm impedido o pleno desenvolvimento da indústria de semicondutores chinesa estão perdendo sentido.

Hoje também já há um grande número de estudantes chineses em países em posições de liderança tecnológica, estudando e adquirindo capacidade técnica trabalhando em empresas multinacionais de semicondutores. Ou seja, hoje há uma formação de recursos humanos e de um sistema de inovação em andamento, possibilitando que o processo de *catch up* chinês se torne cada mês mais eficiente.

Além disso, Taiwan, que sempre impôs barreiras institucionais à China, teve que ser mais flexível se não quisesse perder esse mercado. Houve, com a mudança na liderança política, um estreitamento das relações, melhorando as duas economias rapidamente, com uma visível melhora no ambiente dos investimentos. Com esse maior intercâmbio entre essas duas economias, pode-se ter uma evolução no sistema de inovações da indústria de semicondutores chinesa. O processo de migração da indústria de Taiwan para a China será tratado na próxima seção.

Os resultados já estão aparecendo. A quota de semicondutores consumidos na China, que são utilizados em componentes de produtos acabados montados na China e exportados para venda em outros países diminuiu pelo segundo ano consecutivo, para 66% em 2009. Essa parcela havia subido nos três anos anteriores, de 64% em 2005, para 66% em 2006 e 69% em 2007 e diminuiu

ligeiramente para 68% em 2008. A tabela 2 abaixo mostra a participação das exportações para os principais segmentos dos semicondutores.

Tabela 2 - Exportações Chinesas por Segmento (Bilhões de dólares)

	Total de Vendas			Exportações			Exportações/Total	
	2007	2008	2009	2007	2008	2009	2007	2008
Processamento	36,4	36,9	39,9	22,2	23,5	24,1	61,0%	63,7%
Comunicações	23,5	29,2	27,8	16,9	20,4	19,9	71,9%	69,9%
Consumo	22,8	20,9	18	18,9	16,7	14,1	82,9%	79,9%
Automotivo	2,7	3,3	3,1	0,7	0,9	0,9	25,9%	27,3%
Industrial		1,8	1,5		0,7	0,6		38,9%
Aero		0,2	0,2		0	0		0,0%
Total	85,4	92,3	90,5	58,7	62,2	59,6	68,7%	67,4%

Fonte: PriceWaterhouseCoopers

O consumo no mercado de exportação de semicondutores tem sido o principal contribuidor para o crescimento do mercado chinês de semicondutores. Entre 2003 e 2008, o consumo de semicondutores para produtos de exportação aumentou quase US$ 50 bilhões, 68% do crescimento global do mercado chinês de semicondutores. No entanto, como resultado da recessão global, o consumo do mercado de exportação tornou-se um grande responsável pela queda em 2009, caindo em mais de US$ 3 bilhões, enquanto o consumo de semicondutores para os produtos nacionais aumentou pouco menos de US$ 1 bilhão. A tabela abaixo mostra o valor e o crescimento das exportações de produtos eletrônicos por país nos últimos cinco anos. A China já figura como principal exportadora mundial ainda mantendo taxas de crescimento muito acima da média mundial (12%). Em 2006, o país foi responsável por 14% da exportação de produtos eletrônicos, e essa participação apenas aumentou nos últimos anos, ultrapassando os 21% em 2010.

Tabela 3 – Exportação de produtos eletrônicos por país (Milhares de dólares)

País	2006	2007	2008	2009	2010	crescimento no período
Mundo	1.633.039.730	1.807.376.781	1.917.699.656	1.603.017.324	1.833.534.414	12%
China	227.476.356	300.306.615	342.083.349	301.099.032	388.851.838	71%
Estados Unidos	145.832.282	148.350.268	152.963.347	124.872.442	151.266.359	4%
Alemanha	121.308.374	133.019.987	140.815.956	112.363.213	134.011.528	10%
Japão	128.037.362	134.991.385	138.579.773	107.398.782	131.405.746	3%

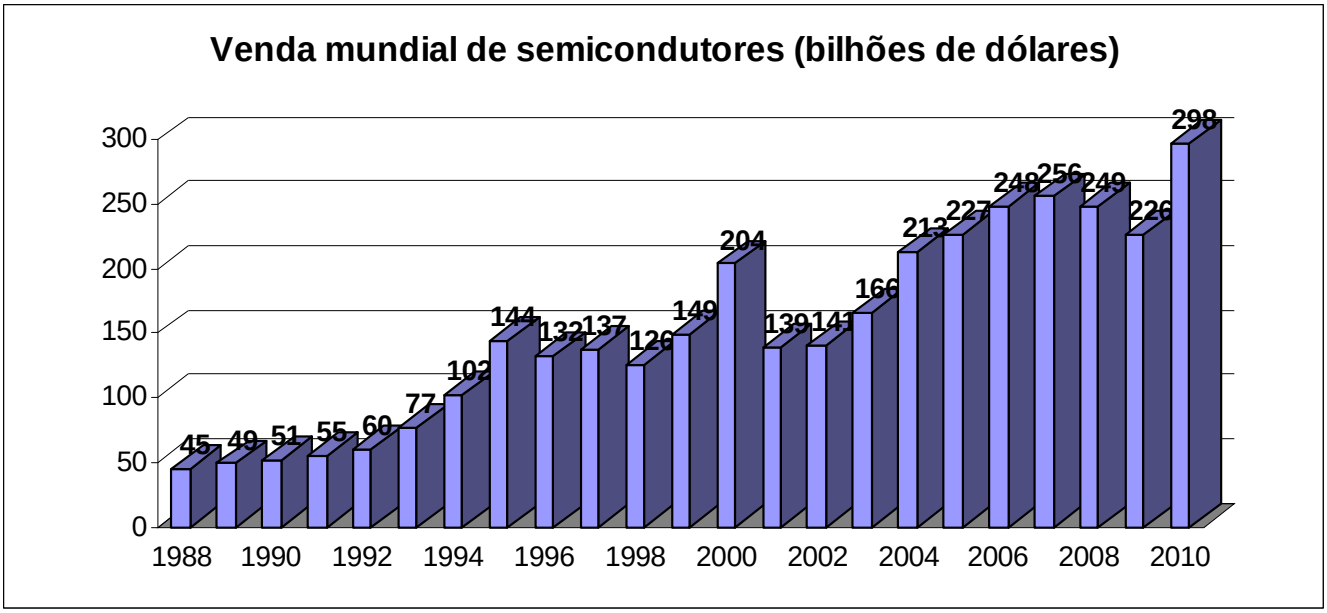
Singapura	105.019.174	108.848.443	108.978.795	88.356.346	118.705.039	13%
Coréia	85.576.801	97.409.345	98.317.712	88.787.177	111.003.229	30%
Taipei	82.419.673	89.401.398	86.935.574	75.278.914	103.483.070	26%
México	61.687.124	70.233.002	75.214.770	60.188.379	71.455.407	16%
Holanda	35.078.962	51.892.568	48.159.524	38.305.567	68.070.217	94%
Malásia	49.987.489	51.586.527	50.883.799	45.187.313	55.775.046	12%
França	47.085.948	46.990.505	47.957.560	38.722.291	43.487.884	-8%
Reino Unido	81.958.393	36.418.707	35.764.911	29.247.516	31.562.183	-61%
Hungria	20.007.335	24.282.694	31.326.790	26.632.969	31.189.549	56%
Itália	28.385.896	32.622.849	34.495.829	26.680.647	29.283.188	3%
Tailândia	23.256.001	25.800.600	25.496.148	22.380.763	28.944.528	24%
República Tcheca	13.872.669	19.876.918	26.155.025	19.026.044	22.783.181	64%
Filipinas	22.191.386	22.155.302	20.795.048	15.546.538	22.589.888	2%
Suécia	19.857.241	20.226.259	22.560.549	17.789.103	21.423.060	8%
Polônia	12.850.230	17.558.275	21.237.162	17.648.246	20.649.334	61%
Hong Kong, China	121.532.907	145.206.110	154.482.769	142.545.269	18.480.104	-85%

Fonte: Trademap

Grande parte destes produtos, porém, são montados com semicondutores importados. O motivo disso é que a China não produz o suficiente para suprir sua alta demanda por esses dispositivos. Uma parte disso é explicada pela propriedade intelectual: alguns clientes chineses preferem comprar semicondutores fora do país e transportá-los para a China. Isto significa que uma parcela significativa das decisões de compra e, portanto, oportunidades de venda continuam a ser feitos fora da China. Em números, o consumo de semicondutores no país foi 38% maior do que a produção em 2009. Esse valor ainda é bastante diferente dos antigos *players* do setor, como Coréia (-40%), Singapura (-147%), Taiwan (-311%), Japão, (-54%), Europa, Oriente Médio e África (-14%) e Américas (-0,3%) (Chitkara, 2010).

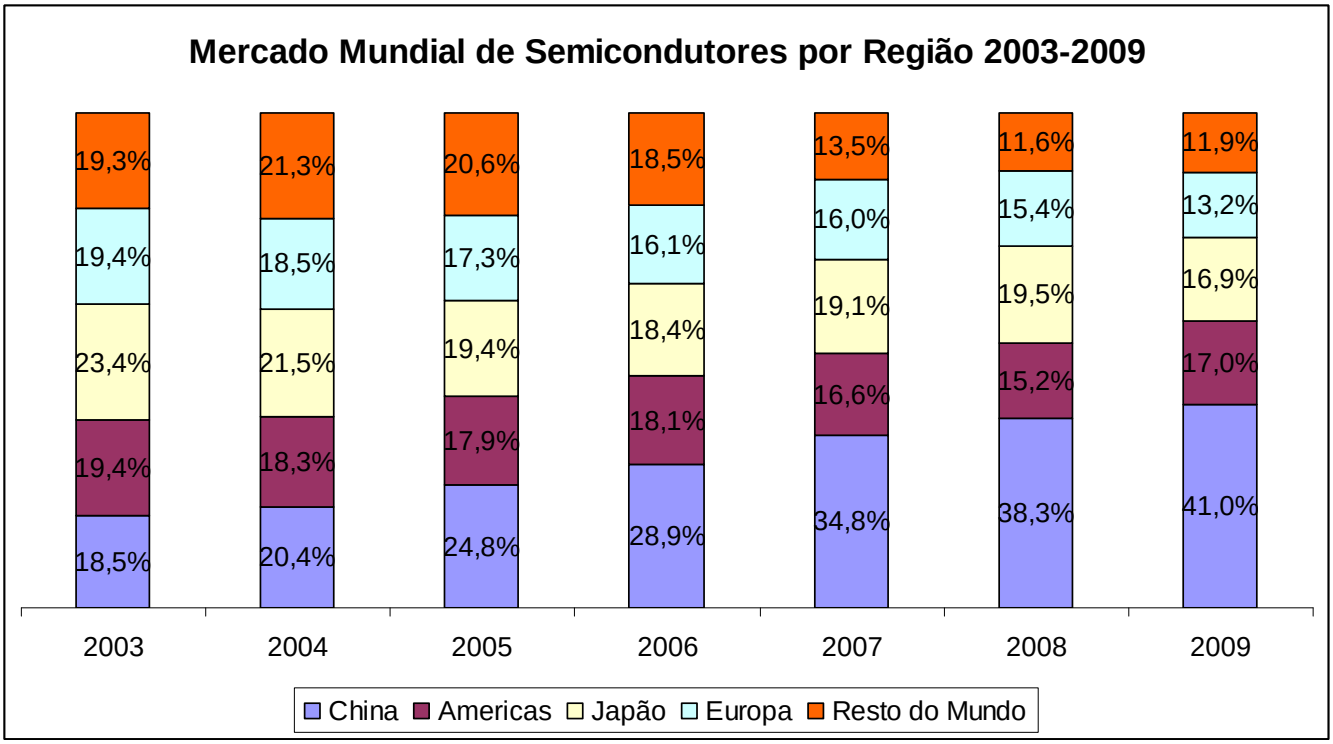
Ao longo da última década de altos e baixos no setor de semicondutores, o crescimento do consumo chinês tem se destacado e se tornado de grande importância em relação ao resto do mundo. Desde 2001, o consumo de semicondutores da China apresenta uma taxa composta de crescimento anual (CAGR) de 25% contra apenas 6,2% do total mundial, fazendo com que este país se torne um dos maiores consumidores de semicondutores do mundo.

Gráfico 1 – Venda Mundial de Semicondutores



Esse mercado cresceu de US$ 10 bilhões em 2003 para mais de US$ 34 bilhões em 2009, fazendo com que, por si, o consumo doméstico chinês tenha sido responsável por quase 41% do crescimento mundial do mercado. Com esse crescimento, o mercado interno chinês passou a representar 17,7% do mercado mundial de semicondutores em 2009, contra 13,5% em 2008 e 11% em 2007. Isto é o resultado da contínua transferência da produção de eletrônicos para a China e o uso de semicondutores desses aparelhos. Essa mobilidade para a China também faz com que aumente sua participação na produção de sistemas eletrônicos, que era de 17% em 2004 e foi de 33% em 2009, com 25% destes contendo semicondutores.

Gráfico 2 – Mercado Mundial de Semicondutores



Fonte: SIA, CCID

Apesar da crise global que atingiu o mundo em 2009, a China manteve seu desempenho no mercado de semicondutores maior do que no resto do mundo. Enquanto na indústria em geral o decréscimo do consumo foi de 9%, na China foi de apenas 2,5%, passando de US$ 104 bilhões para US$ 101 bilhões. Isso se refletiu no *market-share* chinês do mercado de consumo de semicondutores, que sofreu um aumento de 41% neste ano, maior ainda do que no ano anterior, que havia sido de 38%, tomando principalmente fatias de mercado que antes pertenciam ao Japão e à Europa.

A crise mundial deu à China seu primeiro crescimento negativo dos últimos 20 anos em 2009. Essa taxa vem diminuindo gradativamente desde 2004, quando atingiu seu ápice de 41,2%. Nos anos seguintes, a taxa de crescimento do consumo chinês ainda foi considerável, até 2008. Mas em 2009, principalmente pelo mercado de circuitos integrados, houve uma redução no consumo.

A produção de eletrônicos também foi afetada pela crise, e assim como na indústria de semicondutores, o desempenho chinês foi melhor do que o mundial. A participação chinesa na produção mundial de eletrônicos cresceu de 27,8% em 2008 para 32,8 em 2009, resultado da redução de 11% na produção mundial e de um pequeno aumento na China. Ao mesmo tempo, o conteúdo de semicondutores de equipamentos eletrônicos produzidos na China manteve-se superior à média mundial. Apesar da redução de 25% em 2008 para 23% em 2009, este ainda é maior do que a média mundial, que se manteve em 19% em 2009. De 2004 a 2009, a participação da China na

produção de equipamentos eletrônicos aumentou de 17% em 2004 para 33% em 2009, enquanto o conteúdo de semicondutores dessa produção obteve uma média de 25% em comparação com a média mundial de pouco mais de 19 %.

Tabela 4 - Produção e participação chinesa dos principais produtos eletrônicos

	Produção/1000			Participação	
	2008	2009	Crescimento	2008	2009
Celulares	559,64	619,52	10,7%	44,7%	44,9%
Computadores	136,67	182,15	33,3%	47,0%	60,9%
Televisões	90,33	98,99	9,6%	43,9%	48,3%
Câmeras Digitais	81,88	80,26	-2,0%		80,0%

Fonte: SIA

Assim como toda a indústria de semicondutores, a China também foi afetada pela recessão global de 2009, mas têm experimentado uma produção crescente na última década, liderada pelos fabricantes integrados de dispositivos, que compõem quatro dos cinco principais fabricantes de semicondutores chineses. Essa crescente é traduzida na participação chinesa na produção mundial, que aumentou de 2% em 2000 para 7,5% em 2009.

Outro tipo de empresa que vem crescendo são as *fabless*, impulsionadas por essa demanda doméstica crescente. Nesse setor, as receitas aumentaram quase 17%, chegando a US$ 4 bilhões em 2009. Com isso, quatro novas empresas *fabless* agora fazem parte da lista das 50 com maiores faturamentos na china no setor de semicondutores. Se calcularmos dentre as 20 maiores empresas do setor, notamos um aumento de 18,5% na receita das *fabless* contra uma redução de 3,3% nas demais.

Tabela 5 – 20 principais empresas chinesas de semicondutores em receita, 2009

Empresa	Setor	Receita		Variação
		2009	2008	
HiSilicon	*Fabless*	445	572	28,5%
Jilin Sino	DC	151	159	5,3%
Shenzen ZTE	*Fabless*	101	146	44,6%
RI of China ET Group Corp.	IDM	102	122	19,6%
Wuxi Microelectronics	IDM/DC	134	121	-9,7%
RDA	*Fabless*	50	118	136,0%
Spreadtrum	*Fabless*	108	105	-2,8%

BCD	IDM	91	100	9,9%
Datang	*Fabless*	120	95	-20,8%
Tianjin ZhongHuan	DC	128	86	-32,8%
Hangzhou	*Fabless*	77	86	11,7%
Wuxi Semiconductors	*Fabless*	90	84	-6,7%
Suzhou Good-Ark	DC	72	81	12,5%
Beijing Vimicro	*Fabless*	89	76	-14,6%
Shanghai Beling	IDM/Foundry	64	75	17,2%
Shenzhen Si	DC	75	72	-4,0%
Nationz	*Fabless*	31	68	119,4%
CEC Huada	*Fabless*	84	68	-19,0%
Tongfang	*Fabless*	57	66	15,8%
Changzhou Galaxy	DC	91	62	-31,9%

Fonte: Price Waterhouse Coopers, 2010

III.2 – A Migração Taiwanesa

Taiwan é um território separado da China desde 1949. Desde a separação, por muitos anos praticamente não houve comércio ou investimento entre eles. Por mais de cinco décadas, Pequim via Taiwan como uma província renegada e ameaçava usar força, se necessário, para reunificar os territórios (Chyan, 2003, pág 682). Apenas no fim dos anos 80, mesmo que em pouca escala, se percebe o retorno de algum investimento entre os países. Em 1992, acontece o fim oficial da proibição de comércio e investimentos na China, e a partir de então grande parte do capital taiwanês toma a direção chinesa. Já em 1993, apenas um ano depois, 65% do investimento direto de Taiwan, US$ 3,17 bilhões, são feitos na China e em uma década, esse percentual pouco se alterou, chegando a seu ápice em 2003, com US$ 7,7 bilhões (Chang, 2009).

Mesmo com toda a tensão bélica entre os dois países, empresas taiwanesas de eletrônicos como monitores, scanners, computadores, CD’s e DVD’s, etc. têm cruzado o estreito que separa os territórios e se instalado na China desde o final da década de 80. Como resultado, em 2000 Taiwan foi ultrapassado pelos chineses na indústria de produção de hardwares, que passou a figurar na terceira posição, atrás apenas de EUA e Japão (Chyan, 2003).

Taiwan já havia acumulado capacitações tecnológicas e potencial de capital após sua inserção na divisão do trabalho após os anos 60 e, nos anos 80, algumas mudanças macroeconômicas fizeram com que o país começasse a exportar capital. Assim, empresas taiwanesas começaram a explorar a

produção *offshore*, influenciadas por quatro problemas listados por Chen (1996): aumento de salários e renda da terra, falta de trabalho doméstico, apreciação da moeda local frente ao dólar e concorrência de países vizinhos, principalmente do sudeste asiático.

Ainda assim, essa migração não era bem vista pelo governo taiwanês, que em 1996 proibiu investimentos na China após uma série de falências de empresas locais que canalizavam seus investimentos para o território chinês, principalmente através de subsidiárias. Porém, apesar de muitos esforços governamentais para evitar que a China obtivesse vantagens tecnológicas e econômicas sobre Taiwan, outros fatores forçaram o governo a mudar de estratégia, pois sua economia se encontrava enfraquecida e, em 2002, Taiwan entra para a Organização Mundial do Comércio. Esses fatos geraram pressão empresarial, que esperava que a possibilidade de investir na China pudesse gerar uma economia taiwanesa mais forte e também por parte da OMC, que pressionou o país a eliminar suas barreiras de comércio (Chyan, 2003). Além disso, a participação de Taiwan na divisão internacional do trabalho também gerou pressão no investimento estrangeiro de Taiwan por parte de compradores estrangeiros.

> *A forma como os investidores taiwaneses tomam parte na reestruturação da divisão internacional do trabalho está alinhada com as mudanças nas estratégias de compradores internacionais. Há processos de negociação entre compradores internacionais, que detêm poder de compra considerável, e fabricantes de equipamentos taiwaneses, que fornecem os bens produzidos: os compradores pressionam os fabricantes taiwaneses para que estabeleçam fábricas na China para reduzirem seus custos (Chang, 2009, pág. 220, tradução livre).*

Essa busca por preços mais baixos da indústria taiwanesa também é comentada por Chyan: *"Apesar das ameaças militares da China, no entanto, empresas de tecnologia da informação de Taiwan, ao longo das duas últimas décadas, têm continuamente navegado através do estreito em busca de trabalho e terras mais baratas"* (Chyan, 2003). Apesar da pressão empresarial, Taiwan foi capaz de estabilizar a qualidade e os custos de produção mesmo operando a partir de então em um ambiente chinês que se encontrava em transição econômica. Com esses ajustes geográficos e operacionais, Taiwan conseguiu recuperar sua condição anterior de negociação, confirmando suas vantagens comparativas no setor (Chang, 2009).

Em resumo, os baixos custos de se produzir na China são um atrativo para o investimento estrangeiro. Quando comparado com Taiwan, as diferenças de custos de produção chegam a 35%, o custo do suprimento de água é 60% mais barato e o gás, 30%. Além disso, o Departamento Central de Informações da China afirmava que, em 1999, as empresas domésticas conseguiam suprir apenas 14,5% do total da demanda nacional por semicondutores (Clendenin, 2002 in Chyan, 2003).

CONCLUSÃO

A partir da descrição das idéias de dois consagrados autores sobre *catch up* tecnológico de países em desenvolvimento e explicar o momento atual da China e todo o processo que a levou ao cenário atual, observa-se que o caminho para o progresso tecnológico de um país tem como seu principal responsável o governo local. Obviamente, as condições externas não podem ser desconsideradas, mas elas aumentam ainda mais a importância de um governo diplomático bem estruturado.

Sanjaya Lall e Richard Nelson foram bem consistentes em suas explicações, e analisando o processo de *catch up* tecnológico que a China está passando hoje, pode-se notar que todas as características necessárias para trilhar o caminho correto estão muito bem claras em seus estudos. Mesmo os possíveis erros apontados pelos autores ganham exemplos quando analisamos a história do desenvolvimento da indústria de semicondutores chinesa.

Lall inicia a explicação sobre capacitações tecnológicas nacionais dividindo-as em investimento físico, recursos humanos e esforço tecnológico, afirmando que os três devem coexistir para tornar o processo de desenvolvimento mais eficiente. Já na primeira fase da revolução tecnológica chinesa, apesar do investimento feito na indústria, não havia instituições preparadas para pesquisa e desenvolvimento necessários e as universidades e centros de pesquisa não eram bem preparados, ou seja, não havia aprendizado ou recursos humanos necessários para este processo.

Mesmo com a criação da SMIC, uma empresa chinesa promovida pelo governo, o desenvolvimento não se deu a pleno vapor. Apesar das melhorias estruturais das empresas chinesas, os setores de pesquisa e desenvolvimento ainda não podiam competir com empresas estrangeiras líderes, fazendo com que a China sempre estivesse um passo atrás das grandes empresas da indústria de semicondutores.

Nelson dá muita ênfase ao aprendizado nacional e às políticas industriais mais adequadas para acelerar esse processo e o domínio de novas tecnologias. Talvez seja esse ponto que tenha limitado o crescimento tecnológico chinês. Ele cita exemplos de países bem sucedidos no *catch up*, como Coréia, Taiwan, Japão e Estados Unidos, que apresentaram um grande fluxo de pessoas indo estudar em países mais desenvolvidos para otimizar o progresso tecnológico. Isso só pode ser observado na China nos anos recentes.

Além disso, ele é muito enfático na necessidade de proteção governamental para as empresas domésticas nesse processo, podendo aparecer sob forma de subsídios ou taxas de comércio, o que não se verificou na China. Em alguns casos, inclusive, empresas chinesas perdiam competitividade por causa da política de taxas aplicadas pelo governo.

Um ponto citado por Nelson, que não aparece nos estudos de Lall é a questão da propriedade intelectual, até porque à época que foi escrito, não era um assunto tão recorrente como atualmente, pois ainda não havia um órgão internacional específico para regulamentar essa questão. Mas, com a criação da OMC e seu Acordo TRIPS, esse assunto virou mais um ponto a ser considerado pelos países que pretendem se desenvolver tecnologicamente. Hoje a China já se beneficia do Acordo, e é a partir de uma formação de uma base de patentes de semicondutores que ela pode sair da condição de importadora de tecnologia.

Apesar do resultado fantástico que o país vem apresentando nos últimos anos, isso ainda é reflexo da transferência da produção de empresas estrangeiras para a China, principalmente de Taiwan, aliado com um aumento mundial do consumo de eletrônicos contendo semicondutores. Os números mostrados na primeira no terceiro capítulo mostram que a China se tornou um grande consumidor de semicondutores e de tecnologia para sua fabricação, mas ainda figura em uma posição não muito confortável no desenvolvimento de tecnologias.

Porém, o cenário chinês hoje é de grande esperança na questão do *catch up* tecnológico. O atual momento nos mostra que o país está seguindo os passos do Japão e de outros que obtiveram sucesso neste processo. O número de estudantes chineses rompendo as fronteiras nacionais, buscando conhecimentos específicos e adquirindo experiência na indústria vem crescendo. Já há a formação de centros específicos de pesquisa de semicondutores e já se pode notar que as universidades e associações industriais já estão se desenvolvendo. O cenário atual já mostra o país desenvolvendo semicondutores, mesmo que estes não sejam os mais tecnologicamente avançados, mas unido ao esforço do governo, ao contínuo aprendizado e com a experiência adquirida, essa distância tende a diminuir. Se hoje o país ainda é importador de tecnologia para fabricação, a situação atual mostra que o governo está investindo para que o país se torne desenvolvedor, e isso pode ser notado no aumento dos investimentos de empresas estrangeiras na China.

BIBLIOGRAFIA

Audretsch, D. B. (1995), **Innovation and Industry Evolution**, The MIT Press em Yoon, Minho; Malerba, Franco. **Evolution of *fabless* ecosystem: 'History-friendly' model of semiconductor industry**. Short version for submission to ASIALICS. 2009.

Ballhaus, Werner; Pagella, Alessandro; Vogel, Constantin. **A change of pace for the semiconductor industry?** Price Waterhouse Coopers. Alemanha, 2009.

Brown, Clair; Linden, Greg. **Offshoring in the Semiconductor Industry: A Historical Perspective**. Berkeley, 2005.

Campanario, Milton A.; Silva, Marcello M.; Costa, Tiago R. **Política Industrial de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria Brasileira de Semicondutores**. Revista de Ciências da Administração, v. 11, n. 24, p. 69-101, maio/ago 2009.

Chang, Chiung-Wen. **Transnational production of Taiwanese integrated circuit industry in China**. Tese de Doutorado, University of Nottingham, 2009.

Chitkara, Raman. **Global reach China's impact on the semiconductor industry**, **2010 update**. Price Waterhouse Coopers, 2010.

Clendenin, Mike. **Foundries Poised as Taiwan Nears OK on China Fab Investment**. EE Times, 2002 em Yang, Chyan; Hung, Shiu-Wan. **Taiwan dilemma's across the strait: Lifting the ban on semiconductor investment in China.** Asian Survey; Jul/Aug 2003; 43, 4, PP. 681-696, 2003.

Cunha, Samantha F.; Xavier, Clésio L. **Fluxos de investimento direto externo, competitividade e conteúdo tecnológico do comércio exterior da China no início do século XXI.** Revista de Economia Política, vol. 30, nº 3 (119), pp. 491-510, julho-setembro/2010.

Davy, I. (2000), **"The paradox of competitiveness in the European semiconductor industry,"** presented in DRUID winter conference, 7th-8th January em Yoon, Minho; Malerba, Franco. **Evolution of *fabless* ecosystem: 'History-friendly' model of semiconductor industry**. Short version for submission to ASIALICS. 2009.

Figueiredo, Paulo N. **Aprendizagem tecnológica e performance competitiva.** Rio de Janeiro: FGV, 2003.

Fontes, Cristiano Bragança de Vasconcellos; Neto, João Amato. **Avaliação da mudança tecnológica na indústria brasileira de semicondutores**. XXIV Encontro Nac. de Eng. de Produção - Florianópolis, SC, Brasil, 2004.

Hoekman, Bernard M., Maskus, Keith E., Saggi, Kamal. **Transfer of Technology to Developing Countries: Unilateral and Multilateral Policy Options**. Institute of Behavioral Science. Research Program on Political and Economic Change. Colorado. University of Colorado at Boulder, 2004.

Kim, Seong H. **Limited Catch-up in China's Semiconductor Industry: A Sectoral Innovation System Perspective**. Making Innovation Work for Society: Linking, Leveraging, and Learning. University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia, 2010.

Lall, Sanjaya. **Technological Capabilities and Industrialization. Institute of Economics and Statistics.** Oxford. World Development, Vol. 20, No. 2, pp. 165-186,1992.

Lall, Sanjaya; Teubal, Morris. **"Market-Stimulating" Technology Policies in Developing Countries: A Framework with Examples from East Ásia**. World Development Vol. 26, No. 8, pp. 1369-1385, 1998.

Mathew, J. A., **Strategy and Crystal Cycle**, California Management Review, Vol. 47, No. 2, 2005 em Yoon, Minho; Malerba, Franco. **Evolution of *fabless* ecosystem: 'History-friendly' model of semiconductor industry**. Short version for submission to ASIALICS. 2009.

Monteverde, K. (1995). "**Technical Dialog as an Incentive for Vertical Integration in the Semiconductor Industry**." Management Science, Vol. 41, No. 10, pp. 1624-1638, 1995 em Yoon, Minho; Malerba, Franco. **Evolution of *fabless* ecosystem: 'History-friendly' model of semiconductor industry**. Short version for submission to ASIALICS. 2009.

Nelson, Richard R. **The Changing Institutional Requirements for Technological and Economic *Catch up***. Columbia. Columbia University. 2003

Nelson, Richard R.; Mazzoleni, Roberto. **The Roles of Research at Universities and Public Labs in Economic Catch-up.** August, 2005.

OECD, **Structural Adjustment and Economic Performance** (Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development, 1987) em Lall, Sanjaya. **Technological Capabilities and Industrialization. Institute of Economics and Statistics.** Oxford. World Development, Vol. 20, No. 2, pp. 170,1992.

Pecht, Michael**. China's Electronic Industry: The definitive guide for companies and policy makers with interests in China**. Ed. William Andrew. Nova York, 2006.

Pecth, Michael; Liu, Weifeng; Hodges, David. China's Semiconductor Industry. Pp. 25-46.

SIA – SEMICONDUCTOR INDUSTRY ASSOCIATION. Estatísticas. Disponível em: <www.sia-online.org/cs/papers>. Acesso em: 19 jun. 2009 em Campanario, Milton A.; Silva, Marcello M.; Costa, Tiago R. **Política Industrial de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria Brasileira de Semicondutores**. Revista de Ciências da Administração, v. 11, n. 24, p. 69-101, maio/ago 2009.

Yang, Chyan; Hung, Shiu-Wan. **Taiwan dilemma's across the strait: Lifting the ban on semiconductor investment in China.** Asian Survey; Jul/Aug 2003; 43, 4, PP. 681-696, 2003.

Yoon, Minho; Malerba, Franco. **Evolution of *fabless* ecosystem: 'History-friendly' model of semiconductor industry**. Short version for submission to ASIALICS. 2009.

Zonenschain, Claudia N. **O caso chinês na perspectiva do "catch-up" e das instituições substitutas**. Tese de doutorado. UFRRJ, Rio de Janeiro, 2006.