

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS**

JOÃO INÁCIO MARIANOFF DE CASTRO

**ECONOMIA-MUNDO E MONOPÓLIO:
TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E O LESTE ASIÁTICO**

Porto Alegre

2022

JOÃO INÁCIO MARIANOFF DE CASTRO

**ECONOMIA-MUNDO E MONOPÓLIO:
TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E O LESTE ASIÁTICO**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Graduação em Relações Internacionais da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Relações Internacionais.

Orientador: Prof. Dr. José Miguel Quedi Martins

Porto Alegre

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Castro, João Inácio Marianoff de
ECONOMIA-MUNDO E MONOPÓLIO: TERCEIRA REVOLUÇÃO
INDUSTRIAL E O LESTE ASIÁTICO / João Inácio Marianoff
de Castro. -- 2022.
78 f.
Orientador: José Miguel Quedi Martins.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Ciências Econômicas, Curso de Relações
Internacionais, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Monopólio. 2. Economia-mundo. 3. Semicondutores.
4. Terceira Revolução Industrial. 5. Leste Asiático.
I. Martins, José Miguel Quedi, orient. II. Título.

JOÃO INÁCIO MARIANOFF DE CASTRO

**ECONOMIA-MUNDO E MONOPÓLIO:
TERCEIRA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL E O LESTE ASIÁTICO**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Graduação em Relações Internacionais da Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Relações Internacionais.

Aprovada em: Porto Alegre, ____ de _____ de 2022.

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. José Miguel Quedi Martins – Orientador
UFRGS

Profa. Dra. Analúcia Danilevicz Pereira
UFRGS

Prof. Me. João Gabriel Burmann da Costa
UniRitter

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, servidores, funcionários e professores que participaram dessa etapa da minha graduação e pela contribuição ao ensino brasileiro, presentes sempre, mesmo no momento de pandemia que passamos. Não foi um período fácil, mas a empatia se fez presente e muito somou.

ao Professor José Miguel Quedi Martins, meu orientador, tanto pelas disciplinas ministradas, ainda que no formato remoto, que deram origem às ideias deste trabalho, quanto por sua disponibilidade e experiência que iluminaram os caminhos e acalentou o nervosismo natural de um estudante.

ao Professor João Gabriel Burmann que, embora não tenha sido meu docente, estendeu sua mão, contribuindo significativamente na criação e formatação deste trabalho.

à professora Analúcia, por ter aceitado participar da minha Banca, o que muito me honra.

Além da lembrança das aulas, do aprendizado e das trocas, que contribuíram para a abertura dos horizontes dentro das relações internacionais, estes três professores, ficarão registrados nesse meu final de percurso, marcando a importância que tiveram e têm, dentro da minha vida acadêmica.

Agradeço também aos colegas, tanto do curso quanto de atividades extracurriculares, que criaram um ambiente propício à troca de ideias e colaboração.

Por fim, agradeço à minha mãe e ao meu pai, pelo carinho e dedicação, assim como pelo apoio incontestável nesta fase tão importante da vida. Não teria conseguido atravessá-la sem seu apoio incondicional, seus conselhos, sempre os melhores, e, principalmente, sua paciência.

RESUMO

O presente trabalho visa analisar o papel do monopólio na ascensão do Leste Asiático no âmbito da Terceira Revolução Industrial, em especial, o monopólio de semicondutores. Como hipótese, o trabalho argumenta que os monopólios são o instrumento pelo qual os Estados semiperiféricos adquirem e desenvolvem os processos centrais, de modo a promoverem sua ascensão ao centro da economia-mundo. Assim, o trabalho tem como objetivo realizar uma análise qualitativa do desenvolvimento da indústria e dos monopólios de semicondutores, ou *chips*, sendo estes o centro de decisão econômica e o principal processo central na economia-mundo de hoje, e identificar seus impactos no ressurgimento da Ásia. Inicialmente, se estabelece uma operacionalização da teoria para a análise que saliente os monopólios e seu impacto nas Relações Internacionais. Após, se faz uma descrição histórica da indústria de semicondutores, e se apresenta como a evolução da indústria e de seus monopólios, no âmbito da Terceira Revolução Industrial está ligada à ascensão do Leste Asiático na economia-mundo. Por fim, discute-se a influência e a centralidade dos monopólios, e da indústria de semicondutores, na disputa atual entre China e Estados Unidos, em especial em relação à Taiwan.

Palavras-chave: Semicondutores. Terceira Revolução Industrial. Monopólio. Leste asiático. Economia mundo.

ABSTRACT

The present paper aims to analyze the role played by monopolies in the rise of East Asia, in the context of the Third Industrial Revolution, especially the monopoly on semiconductors. As a hypothesis, this paper argues that monopolies are the tools with which semiperipheral states acquire and develop central processes, in order to promote their ascent to the center of the world-economy. Thus, the paper aims to make a qualitative analysis of the development of the semiconductor, or *chips*, industry and its monopolies, these being the main central process and the center of economic decision in today's world-economy, and identify its impacts on the resurgence of Asia. Firstly, an operationalization of the theory is established that stresses the monopolies and their impacts on the International Relations. After, a historical description of the semiconductor industry is made, and it is presented how the evolution of the industry and its monopolies, in the context of the Third Industrial Revolution, is linked to the rise of East Asia in the world-economy. Finally, it discusses the influence and centrality of the monopolies, and of the semiconductor industry, in the current China – United States dispute, especially over Taiwan.

Keywords: Semiconductors. Third Industrial Revolution. Monopoly. East Asia. World-economy

LISTA DE SIGLAS

AMD	Advanced Micro Devices
ATP	Assembly, Testing and Packaging
CPU	Central Processing Unit
DRAM	Dynamic Random Access Memory
DUV	Deep Ultraviolet
EDA	Electronic Design Automation
EIAJ	Electronics Industry Association of Japan
EUA	Estados Unidos da América
EUV	Extreme Ultraviolet
GPU	Graphics Processing Unit
IC	Circuitos integrados
IDM	Integrated Device Manufacturer
IoE	Internet of Everything
IoT	Internet of Things
IP	Propriedade intelectual
MITI	Ministry of International Trade and Industry
MOS	Metal-oxide-silicon
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PC	Personal Computer
SIA	Semiconductor Industry Association
SME	Semiconductor Manufacturing Equipment
TSMC	Taiwan Semiconductor Manufacturing Corporation
UMC	United Microelectronics Corporation
VLSI	Very Large-Scale Integrated Circuits

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	ASPECTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS.....	14
2.1	A ECONOMIA-MUNDO E OS MONOPÓLIOS.....	14
2.2	A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES.....	25
3	A HISTÓRIA DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES.....	32
3.1	PRIMÓRDIOS DOS SEMICONDUTORES.....	32
3.2	A CRIAÇÃO DO CIRCUITO INTEGRADO.....	35
3.3	A DISPUTA PELO CHIP DE MEMÓRIA.....	37
3.4	A REAÇÃO DOS ESTADOS UNIDOS.....	41
3.5	COREIA PASSA À FRENTE DO JAPÃO: O “SUPER-MONOPÓLIO” DA SAMSUNG.....	48
3.6	TSMC EM TAIWAN E O FIM DAS EMPRESAS INTEGRADAS E VERTICALIZADAS.....	51
4	A ASCENSÃO DA CHINA E A DISPUTA PELO CENTRO DE DECISÃO EM TAIWAN.....	56
4.1	O SURGIMENTO DA INDÚSTRIA CHINESA DE SEMICONDUTORES	56
4.2	EUA E CHINA, O ATAQUE AOS MONOPÓLIOS E A IMPORTÂNCIA DE TAIWAN	61
5	CONCLUSÃO.....	68
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74

1 INTRODUÇÃO

Em 1850, Karl Marx escreveu que, com a descoberta do ouro na Califórnia, os Estados Unidos passavam a se tornar um país continental, populando a margem do Pacífico tal qual haviam populado a costa do Atlântico. O tamanho e o dinamismo da economia americana, então, faria com que o centro de gravidade do mundo passasse do Atlântico para o Pacífico, assim, como havia passado do Mediterrâneo para o Atlântico durante as Grandes Navegações. Para Marx,

O que eram, na Antiguidade, Tir, Cartago e Alexandria, na Idade Média, Gênova e Veneza, e, até agora, Londres e Liverpool, a saber, os empórios do comércio mundial, serão no futuro Nova Iorque e São Francisco, São João de Nicarágua e Leão, Chagres e Panamá. O centro de gravidade do mercado mundial era a Itália, na Idade Média, a Inglaterra na era moderna, e é hoje a parte meridional da península norte-americana. A indústria e o comércio da velha Europa terão que fazer esforços terríveis para não caírem na decadência, como aconteceu com a indústria e o comércio da Itália no século XVI, isto se a Inglaterra e a França não quiserem tornar-se o que são hoje Veneza, Gênova e a Holanda. [...] A única probabilidade que têm os países civilizados da Europa de não caírem na mesma dependência industrial, comercial e política da Itália, da Espanha e do Portugal modernos é iniciarem uma revolução social que, enquanto ainda é tempo, adapte a economia à distribuição segundo as exigências da produção e das capacidades produtivas modernas, e permita o desenvolvimento de novas forças de produção que assegurem a superioridade da indústria européia, compensando assim os inconvenientes da sua localização geográfica. (MARX, 1850)

No entanto, essa mudança do centro de gravidade só vai acontecer na segunda metade do século XX, com a ascensão, inicialmente, do Japão, e, posteriormente, de todo o Leste Asiático, no âmbito da Terceira Revolução Industrial. A base da terceira revolução industrial, que é a revolução do computador, da rede e da digitalização, teve como base o *chip*, ou seja, os semicondutores. Isto é, o chip, na Terceira Revolução Industrial, é análogo ao que, na Primeira Revolução Industrial, foi o vapor de alta e baixa pressão e o carvão, e, na Segunda Revolução Industrial, o aço e a eletricidade (SALLES, 2019, pg. 25).

Problema de Pesquisa – A partir disso, surge o problema de pesquisa, isto é,

o deslocamento do centro de gravidade da economia mundial do Atlântico para o Pacífico, por meio da ascensão do Leste Asiático na economia-mundo. O ponto de partida, então, passa a ser a pergunta de o que exatamente é um *chip*, de que maneira os países do Leste Asiático passaram a produzi-lo, adentrando a Terceira Revolução Industrial, e qual a importância do monopólio nesses desenvolvimentos? A pergunta se faz pertinente pelo fato de que a ascensão da Ásia é tema recorrente das Relações Internacionais, assim como o desenvolvimento. Além disso, a desindustrialização dos Estados Unidos está intrinsecamente ligada à industrialização da Ásia, especialmente na indústria de chips, o que leva, também, ao debate sobre a endogeneidade e territorialização da produção.

Assim, optou-se pela utilização de Celso Furtado pelo conceito de centro de decisão econômica, para a análise da endogeneidade e seus efeitos sobre o desenvolvimento. No entanto, precisou-se correlacionar com o que informa Immanuel Wallerstein com a teoria do sistema mundo, para que o trabalho se configurasse dentro do campo das Relações Internacionais.

A partir disso, a categoria a ser analisada pelo trabalho se torna a do monopólio, sendo este um dos conceitos fundamentais dessa teoria. Dessa forma, o trabalho se constitui como um estudo exploratório, que tem como objetivo identificar objetos que possam ser, futuramente, analisados em estudos de caso. Esses objetos sendo, primariamente, os próprios monopólios, mas também, aspectos mais específicos, como instituições de Estado de fomento aos monopólios.

Hipótese – Surge, então, a hipótese que o monopólio é o mecanismo pelo qual os Estados semiperiféricos adentram nas Revoluções Industriais e transições tecnológicas.

Esta caracterização intencionalmente genérica não coincide integralmente com a efetuada tanto por Wallerstein quanto por Schumpeter. Embora a definição dos dois autores seja muito semelhante, para o primeiro, o monopólio importa para a descrição da dialética centro periferia. Isto é, de como os processos centrais deslocam-se para a periferia, constituindo uma semiperiferia. Dai, inclusive, o fato de

aproximar a definição do monopólio com aquilo que denomina de quasi-monopólio; intencionalmente equiparando as duas definições – embora não se tratem exatamente da mesma coisa. A explicação é simples, Wallerstein não está tão preocupado com o conceito jurídico ou econômico preciso, dado o lugar que a categoria possui em seu modelo.

Já Schumpeter associa o monopólio à inovação e à destruição criativa. Seriam os monopólios os responsáveis pela continuidade em meio à destruição causada pela mudança. Mesmo quando esses monopólios aparentemente vão à falência ou deixam de existir ou se fundem com outros.

Em Wallerstein, o monopólio serve como móvel lógico para explicar a dinâmica da economia mundo, em Schumpeter, o monopólio é um tipo puro que não corresponde a nenhuma empresa realmente existente. O argumento principal para refutar os fundamentos da economia clássica e demonstrar/descortinar a inovação como centro dinâmico da economia capitalista. Também no caso desse último autor, a definição é sujeita às contingências daquilo que é mais importante para o trabalho: aqui, a destruição criativa. De pronto, fica pois estabelecido que os conceitos de monopólio ou quasi-monopólio, quer em Wallerstein ou Schumpeter, são equivalentes, e aqui possuem o mesmo significado. Resta apenas acrescentar que a caracterização feita aqui procura se moldar àquilo que foi operado pelos autores.

Também no âmbito deste trabalho, o conceito de monopólio não é tomado em seu sentido jurídico ou econômico, em sentido estrito, mas como um elemento que serve para explicar – com base em ambos autores – o deslocamento do centro de gravidade mundial em direção ao Pacífico e o papel da microeletrônica e dos semicondutores. Assim, se em Wallerstein, o monopólio está a serviço da dinâmica da economia mundo, em Schumpeter, da inovação e da destruição criativa, aqui, é associado à alteração da polaridade e surgimento de um novo centro da economia mundial no Leste Asiático.

Embora do exposto possa se pretender ter resolvido problemas relacionados a significado ou taxonomia dos termos (isto é, sua natureza de identidade lógica),

cumprir reconhecer que permanecem ao menos dois problemas que vão além do escopo desse trabalho. E, por isso, não foram nele abordados, embora aqui caiba consignar a dívida com o leitor – trata-se da arquitetura dos monopólios e de saber em que condições os consórcios podem substituí-los. Retoma-se esse tema na conclusão.

No âmbito dessa introdução, resta apenas tratar dos objetivos deste trabalho.

Objetivos – Assim, o objetivo geral da pesquisa é compreender a importância, os impactos do monopólio na entrada dos países do leste asiático, nominalmente, Japão, Coreia, Taiwan e China, assim como os Estados Unidos na Terceira Revolução Industrial.

Como objetivos específicos, desenvolve-se, inicialmente, estabelecer uma complementariedade de Wallerstein com Schumpeter, Carlota Perez e Furtado. Isso, pois Furtado, por meio do conceito de centro de decisão econômica, permite unir, por um lado, Wallerstein e Schumpeter, e, por outro, Schumpeter e Carlota Perez. Além disso, explicar de maneira sucinta o que vem a ser os chips e algumas características básicas dessa indústria. Tais objetivos serão analisados no Capítulo 2.

Em seguida, como outro objetivo específico, descrever a história da indústria dos semicondutores, desde as suas origens no final da Segunda Revolução Industrial até a explosão no final do século XX, atentando para monopólios e a utilização destes por parte dos países. Assim, serão principalmente analisados os Estados Unidos (onde surgiu o chip), o Japão, a Coreia e Taiwan. Porém, não se configura como estudo de caso, apenas como descrição do desenvolvimento da indústria. Esses objetivos são os constantes no Capítulo 3.

Por fim, analisar, dentro da história de semicondutores a evolução destes na China, analisando também seus monopólios. A partir disso, perceber como os Estados Unidos e a China utilizam seus monopólios na disputa pela indústria, e os impactos disso sobre Taiwan. Esses objetivos serão tratados no Capítulo 4.

2 ASPECTOS TEÓRICOS E CONCEITUAIS

Para a realização deste estudo exploratório, optou-se pela utilização do modelo de Wallerstein, conjugando-o com abordagens das Revoluções Industriais e com Celso Furtado. Isso se deve ao fato de que Wallerstein coloca o monopólio com proeminência em seu modelo, e o esquema centro-periferia, complementado ao conceito de centro de decisão econômica de Furtado, permite a análise do monopólio de semicondutores como relevante para as Relações Internacionais. Assim, o que se está realizando neste capítulo é uma operacionalização da teoria e dos conceitos desenvolvidos pelos autores referidos, de maneira a estabelecer um enfoque para o estudo das RI que conceba o estudo dos semicondutores e de seus monopólios, e o impacto destes no Leste Asiático.

2.1 A ECONOMIA-MUNDO E OS MONOPÓLIOS

Para Wallerstein, o sistema-mundo¹ moderno tem suas origens no século XVI, quando do surgimento da economia-mundo europeia (WALLERSTEIN, 2004, pg. 23). Wallerstein define economia-mundo como “*uma grande zona geográfica dentro da qual há uma divisão do trabalho e, portanto, intercâmbio significativo de bens essenciais e básicos assim como fluxos de capital e trabalho.*”² (WALLERSTEIN, 2004, pg. 23, tradução do autor). Outra característica definidora da economia-mundo é que ela não possui uma unidade política, sendo formada por vários Estados independentes.

A economia-mundo está baseada no sistema capitalista, e um não pode funcionar sem o outro. De certa maneira, são uma coisa só: uma economia-mundo, como não possui unidade política, se sustenta apenas por sua eficiente divisão do trabalho em escala internacional, enquanto que o capitalismo (ou seja, a divisão de trabalho) só pode ser efetivamente implementada em um sistema que possua várias

1 A teoria do sistema-mundo tem origem no pensamento de Fernand Braudel, e sua obra *Civilização Material, Economia e Capitalismo: séculos XV-XVIII*, na qual ele estabelece as bases teóricas e conceituais da teoria, especialmente no esforço de explicar o desenvolvimento do sistema capitalista mundial, suas dinâmicas e relações de poder (PEREIRA, XERRI; 2020, pg. 41-43).

2 No original, “*a large geographic zone within which there is a division of labor and hence significant internal exchange of basic or essential goods as well as flows of capital and labor.*” (WALLERSTEIN, 2004, pg. 23)

entidades políticas em disputa entre si (WALLERSTEIN, 2004, pg. 24). Wallerstein afirma ainda que, historicamente, as economias-mundo não capitalistas acabaram por serem convertidas em impérios-mundo, isto é, uma economia-mundo com um único Estado (como o Império Romano) (WALLERSTEIN, 2004, pg. 24). Somente a economia-mundo europeia, quando da sua expansão para o Atlântico no século XVI, não conseguiu se unificar³, formando o sistema interestatal de Estados soberanos, no qual se desenvolve, então, o capitalismo.

Na economia-mundo, a divisão do trabalho é dividida em centro e periferia, sendo estes definidos pelos processos produtivos dominantes em cada Estado ou área: um Estado com predomínio de processos centrais é um Estado central, enquanto um Estado periférico realiza predominantemente processos periféricos (WALLERSTEIN, 2004, pg. 29). Já os Estados semiperiféricos são aqueles nos quais nem processos centrais nem periféricos são dominantes, tendo eles então relações hierarquicamente inversas com o centro e a periferia (WALLERSTEIN, 2004, pg. 29-30)⁴.

Considerando que é a competição estatal que gera o ímpeto para a inovação, tanto pela luta pelo controle dos processos centrais como pela sobrevivência do Estado, e exemplificado pela Revolução Militar de Rogers (ROGERS, 2018), é possível afirmar que é a competição estatal, o equilíbrio do S.I., que garante a manutenção da economia-mundo enquanto tal, e, portanto, da inovação e das revoluções industriais.

Os processos centrais (os mais importantes de se identificar do sistema) não são sempre os mesmos, e estão sujeitos aos processos de inovação das revoluções industriais. Assim, é importante compreender o que caracteriza um processo central. Para Wallerstein, os processos centrais são aqueles que têm uma maior rentabilidade/lucratividade. A rentabilidade dos produtos, por sua vez, é determinada pelo grau de monopolização da produção na economia-mundo (WALLERSTEIN, 2004, pg. 28).

3 A economia-mundo europeia não se unificou pois o seu estruturador, Portugal, que abriu o comércio para as Índias, não era forte o suficiente para, assim como Macedônia (em relação à Grécia) e Roma (em relação ao mundo mediterrâneo), unificar a economia-mundo em um império, devido, principalmente, à falta de escala.

4 Para Wallerstein, não existem "processos semiperiféricos", apenas processos centrais e periféricos, que, em diferentes proporções na composição de um país/uma região, determinam o centro, a periferia e a semiperiferia. (WALLERSTEIN, 2004, pg. 28-29)

Dessa forma, Wallerstein se utiliza da abordagem schumpeteriana para construir seu modelo de economia-mundo. Para Schumpeter, o capitalismo é um processo evolucionário, isto é, de transformação econômica. A base fundamental desse processo evolucionário seriam os “*novos bens de consumo, os novos métodos de produção ou transporte, os novos mercados e as novas formas de organização industrial criadas pela empresa capitalista.*” (SCHUMPETER, 2016, pg. 119). Esse processo de inovação e evolução contínua, no entanto, teria como consequência não somente a adição, mas a substituição dos processos antigos pelos novos, ou seja, o processo de inovação e evolução do capitalismo é a destruição criativa. Nas palavras do autor, a destruição criativa é “*processo de mutação industrial que revoluciona incessantemente a estrutura econômica de dentro para fora;’ destruindo incessantemente a antiga, criando incessantemente à nova.*” (SCHUMPETER, 2016, pg. 120).

A destruição criativa, sendo a base do sistema capitalista, é o que determina os comportamentos das empresas no âmbito da concorrência, de modo que a concorrência que importa não é a de preços, mas a de qualidade, a possibilidade do surgimento de novos produtos e/ou modos organizacionais da produção (SCHUMPETER, 2016, pg. 122). Mais especificamente,

[...] a concorrência que impõe uma vantagem decisiva em custo ou qualidade e que ataca não nas margens dos lucros e da produção das empresas existentes, mas nos seus alicerces e na sua própria existência (SCHUMPETER, 2016, pg. 122)

Essa concorrência qualitativa, da inovação, ameaça até mesmo o mais puro dos monopólios, já que um novo produto ou processo pode tornar obsoleto toda a sua cadeia produtiva (SCHUMPETER, 2016, pg. 122).

Assim, Schumpeter afirma que é o monopólio⁵ (ou as práticas monopolistas) a base do capitalismo moderno da destruição criativa. Em primeiro lugar, ele afirma que um monopólio é um vendedor único cujo mercado não pode ser adentrado por outros produtores, potenciais ou reais, de mercadoria igual ou semelhante

5 Os termos “monopólio” e “quasi-monopólio” possuem diversos significados para diferentes campos de conhecimento. Neste trabalho, como foi explicitado na introdução, ele possuem o mesmo sentido, e, portanto, são utilizados intercambiavelmente.

(SCHUMPETER, 2016, pg. 141). Para ele, existem diversas maneiras pelas quais o monopólio seria mais eficiente que a concorrência perfeita. Dentre os mencionados por Schumpeter estão as economias de escala e o “prestígio financeiro” – isto é, a capacidade de obter empréstimos e, portanto, de investimento (SCHUMPETER, 2016, pg. 143). Assim, como é o monopólio o que possui a capacidade de investir, e teme a competição da destruição criativa, e a empresa de concorrência perfeita não tem condições para promover a inovação (SCHUMPETER, 2016, pg. 146-148), é o monopólio o seu promotor.

O monopólio, quando promove a destruição criativa, criando a demanda que ele próprio explorará (SCHUMPETER, 2016, pg. 144), está obtendo um lucro específico que surge a partir da produção de uma nova mercadoria ou invenção de um novo processo organizacional da produção. No entanto, o principal papel desse lucro de inovação para o monopólio não é tanto o lucro monopolista em si, mas a capacidade de se manter atualizado dentro do processo de inovação. Nas palavras do autor,

Para uma grande empresa, o principal “valor de uma posição de vendedor único garantida por uma patente ou uma estratégia monopolista não consiste tanto na oportunidade de se comportar temporariamente conforme o esquema monopolista quanto na proteção que ela oferece contra a **desorganização temporária** do mercado e o espaço que garante para o planejamento em longo prazo. (SCHUMPETER, 2016, pg. 145, grifo do autor).

A “desorganização temporária” a que Schumpeter se refere aqui é, não somente intempéries diversas e aleatórias da natureza, mas o próprio processo de destruição criativa. Assim, a empresa monopolística, ou monopólio, é o principal motor da destruição criativa, e, portanto, do progresso econômico.

Wallerstein afirma que os processos centrais são os processos produtivos quasi-monopolísticos, ou quasi-monopólios, isto é, monopólios no sentido amplo do termo. Esses monopólios só podem ser mantidos pela atuação de um Estado forte, de várias maneiras diferentes, dentre elas a defesa de patentes, protecionismo, subsídios estatais (socialização das perdas), contratos estatais (Estado como demanda) e, evidentemente, a competição com outros Estados que também

desejam formar seus monopólios (WALLERSTEIN, 2004, pg. 26). Ou seja, Estados centrais têm a tendência de ter uma forte máquina Estatal, enquanto Estados periféricos tendem a ser fracos e/ou ineficientes. Além disso, como a existência de um Estado forte é condição para a existência de um monopólio, os processos centrais tendem a se concentrar em certos Estados fortes (constituindo o centro), enquanto os processos periféricos se espalham pela economia-mundo (constituindo a periferia) (WALLERSTEIN, 2004, pg. 28).

Considerando a diferença de rentabilidade entre os processos centrais e periféricos, quando ocorre o comércio no mercado, há um fluxo de mais-valia dos Estados periféricos para os Estados centrais, que pode ser chamada de “troca desigual” (WALLERSTEIN, 2004, pg. 28). Como o ganho de um monopolista é o prejuízo de outro, estabelece-se o conflito, instigando as burguesias nacionais a exigirem ação de seus Estados, ou seja, a competição estatal (WALLERSTEIN, 2004, pg. 26).

No entanto, para Schumpeter, a destruição criativa é o que move o capitalismo, mas o move em toda e qualquer instância sua. Ou seja, a inovação em processos periféricos também é uma inovação, mesmo que tal processo continue sendo periférico. Além disso, destruição criativa acontece a todo momento, pois é da natureza do capitalismo. No entanto, ao tratarmos da microeletrônica e seu impacto na economia-mundo, trata-se de um processo mais específico e “singular”, diferenciado de outras instâncias da destruição criativa.

Para isso, é interessante sistematizar o processo de destruição criativa ao longo do tempo, desde o início do capitalismo industrial. Wallerstein já tinha incorporado tal ideia dentro de sua economia-mundo, ao falar dos ciclos de Kondratieff (WALLERSTEIN, 2004, pg. 30-31). Para Wallerstein, os ciclos de Kondratieff refletiriam o processo de criação dos monopólios (quasi-monopólios) e de sua dissolução ou exaustão, devido à pressão de produtores que estão perdendo (já que o ganho de um monopolista é o prejuízo de outro) tanto doméstica quanto internacionalmente, pressionando o Estado a abandonar as proteções monopolísticas (disputas intra-burguesia nacional), e/ou o pressionando outro Estado a sustentar concorrentes (disputas inter-burguesias nacionais – disputa

interestatal) (WALLERSTEIN, 2004, pg. 27).

Pode-se complementar Wallerstein com a abordagem de Carlota Perez. Para a autora, a existência de ciclos no capitalismo decorre de três características do sistema em si, que são:

1. o fato de que a mudança tecnológica ocorre por conjuntos de inovações radicais formando sucessivas e distintas revoluções que modernizam toda a estrutura produtiva;
2. a separação funcional entre capital financeiro e de produção, cada um perseguindo lucros por diferentes meios; e
3. a muito maior inércia e resistência à mudança da estrutura socioinstitucional em comparação com a esfera tecnocômica, que é estimulada por pressões competitivas (PEREZ, 2002, pg. 6, tradução do autor)⁶

Assim, o surgimento de uma revolução tecnológica (fruto da destruição criativa schumpeteriana) gera um paradigma técnico-econômico, isto é, um modelo de aplicação e utilização mais eficiente da nova revolução tecnológica na economia (PEREZ, 2002, pg. 15). Dessa forma, ele é composto de uma série de princípios, principalmente organizacionais. O paradigma técnico-econômico é o veículo pelo qual a revolução tecnológica se espalha pela economia.⁷

O processo pelo qual uma revolução tecnológica e seu paradigma se espalham pela economia, afetando-a estruturalmente, é chamado pela autora de “*great surge of development*”, algo como “*grande onda*” ou “*surto de desenvolvimento*” (PEREZ, 2002, pg. 20). Essas grandes ondas de desenvolvimento são subdivididas pela autora em dois períodos distintos: o período de instalação e o de implantação (*deployment*). A instalação (que costuma durar entre 20 e 30 anos) começa com o *big bang*, o evento precursor (ou símbolo) da nova revolução tecnológica, e se desenvolve com o paradigma se espalhando pela economia, articulando novas indústrias, nova infraestrutura, desestabilizando as estruturas anteriores, geralmente causando desemprego, conturbações sociais e aumento da

6 No original: “1. the fact that technological change occurs by clusters of radical innovations forming successive and distinct revolutions that modernize the whole productive structure; 2. the functional separation between financial and production capital, each pursuing profits by different means; and 3. the much greater inertia and resistance to change of the socio-institutional framework in comparison with the techno-economic sphere, which is spurred by competitive pressures.” (PEREZ, 2002, pg. 6)

7 O principal fator econômico do paradigma é o fato da revolução tecnológica trazer uma mudança significativa na estrutura de preços, de modo a priorizar a utilização de novos insumos e tecnologias mais baratas na produção. (PEREZ, 2002, pg. 8)

desigualdade. A primeira fase da instalação, a irrupção, começa com o *big bang*, se caracterizando pelo crescimento acelerado das novas tecnologias e do novo paradigma atraem o capital do antigo paradigma, por aumentar as expectativas de lucros enormemente (PEREZ, 2002, pg. 91).

Tal atração do mercado financeiro leva ao desacoplamento do capital financeiro da produção, na fase de frenesi, segunda fase da instalação. Nesta fase, o capital financeiro passa a atuar como financiador da criação das novas infraestruturas do paradigma, ainda que quase todas as aplicações sejam especulativas, pois são as que dão maior lucro. Por causa da crescente compra de ativos financeiros, há uma inflação destes, gerando uma bolha financeira. Além disso, esse capital financeiro cresce de maneira concentrada, o que aumenta a desigualdade e as tensões sociais, agravadas, também pela destruição do paradigma anterior, gerando desemprego e decadência das indústrias “tradicionais”. Porém, é importante notar que a concentração dos ganhos é necessária para que haja o investimento necessário na infraestrutura do novo paradigma (PEREZ, 2002, pg. 99-100, 107).

Outro aspecto importante da fase de frenesi é a criação de oligopólios (monopólios). A queda de preços resultante da competição e do avanço da técnica e da produtividade acaba por criar um movimento em direção à formação de oligopólios e cartéis, principalmente por fusões e aquisições por parte das empresas bem-sucedidas, em detrimento das que vão à falência (PEREZ, 2002, pg. 108). Tal processo de oligopolização é ajudado pelo capital financeiro e seus massivos investimentos, sendo muitas vezes este o possibilitador da formação de monopólios. (PEREZ, 2002, pg. 109).

Por fim, a fase de frenesi também é a que oferece a oportunidade de países periféricos e semiperiféricos alcançarem os países desenvolvidos do centro ao criarem dentro de si os novos processos centrais (monopolísticos e lucrativos), como descrito por Wallerstein. De acordo com a autora,

Há áreas do mundo que acontecem de estar em uma posição, por razões nacionais, internacionais, históricas e geográficas, de fazer um pulo de “catching-up” [tecnológico] com o novo paradigma (PEREZ, 2002, pg. 103,

tradução do autor)⁸

Para Perez, exemplos desse *catching up* por parte de países não centrais são a Alemanha e os Estados Unidos durante o terceiro surto (era do aço e da eletricidade), e o Japão no quarto e no quinto surtos (PEREZ, 2002, pg. 103).

Porém, também há a possibilidade de crise grave nos países semiperiféricos e periféricos, como uma espécie de armadilha de endividamento. Isso se deve ao fato de que os empréstimos contraídos anteriormente foram utilizados para financiar o antigo paradigma, agora quase que obsoleto. Assim, os lucros obtidos com os investimentos não são suficientes para pagar a dívida, o que pode gerar crises, como na América Latina nos anos 80 (PEREZ, 2002, pg. 102).

Como a fase do frenesi é caracterizada pela desacoplação do capital financeiro da produção real, passa a existir uma espécie de inflação de ativos em razão das “apostas” no mercado financeiro, de modo a permitir uma multiplicação do capital apenas pelas finanças. Essa economia, então, se torna insustentável, e a crescente adição de capital na esfera financeira em busca da reprodução do capital fora da produção eventualmente leva à formação de bolhas financeiras no final da fase de frenesi. É no estourar dessas bolhas financeiras que são gerados o fim da fase de instalação e o começo da fase de maturidade (PEREZ, 2002, pg.51).

Com o estourar da bolha financeira e o fim do frenesi, há uma adaptação dos aspectos socioinstitucionais ao novo paradigma, de modo a resolver os conflitos sociais emergentes enquanto retoma o crescimento baseado no novo paradigma, agora já instalado. De acordo com a autora, seria como um equilíbrio entre os interesses individuais e sociais dentro do capitalismo (PEREZ, 2002, pg. 52). No entanto, essa adaptação institucional não é pré-definida, e pode assumir diferentes aspectos: é um momento indeterminado, no qual a criação do próximo modelo de crescimento depende das decisões e da relação de forças entre os participantes no processo, podendo ser uma “era de ouro” ou apenas uma tentativa de repetição da fase final da instalação, ainda que com foco maior na produção. Essas reformas geralmente adentram o período de implantação (*deployment*), principalmente se elas não conseguiram criar uma maior coesão social. (PEREZ, 2002, pg. 53).

8 No original: “*There are areas of the world that happen to be in a position, for national, international, historical and geographic reasons, to make a catching-up leap with the new paradigm.*” (PEREZ, 2002, pg. 103)

Já na fase de implantação, a infraestrutura já está pronta, concluída na instalação, as indústrias centrais ao novo paradigma já possuem economias de escala, e as novas instituições e regulações permitem a propagação do paradigma por toda a economia. A produção está novamente no centro do crescimento, e não mais o setor financeiro, este servindo de facilitador e acessório da produção, especialmente de escala. O aumento da prosperidade social geral também acelera o crescimento da classe média, e, portanto, o aumento do consumo, consolidando o novo paradigma. Em outras palavras, o fato da economia estar novamente baseada na produção faz com que a prosperidade material possa atingir grande parte da população, o que não acontecia na instalação (PEREZ, 2002, pg. 54).

Porém, essa “era de ouro” não dura para sempre. As novas tecnologias do paradigma começam a chegar na maturidade (perdem dinamismo), e os mercados começam a ficar saturados, já que os novos produtos, devido à proliferação do novo paradigma e da nova infraestrutura (agora já “tradicional”) permitem sua rápida difusão, assim como a rápida replicação destes por outras empresas (PEREZ, 2002, pg. 55). Ou seja, há uma maior competição, prejudicando os ganhos de monopólio. Assim, a solução passa a ser aumentar a escala, ou seja, uma competição por fatias de mercado (PEREZ, 2002, pg. 82).

Como as oportunidades de investimento na produção do paradigma não oferecem mais os mesmos rendimentos, há capital financeiro excedente, que começa a ser “espalhado”, passando a ser direcionado para os países periféricos e semiperiféricos, levando consigo a experiência e a tecnologia do centro. Isto é, há a transferência de processos centrais do centro para a periferia e semiperiferia, processos estes que estão começando a ser substituídos por outros (PEREZ, 2002, pg. 83-85).

Por fim, esse capital financeiro abundante também serve como financiador da nova revolução tecnológica, já que o investimento em P&D se torna mais atrativo com a queda de rendimento do investimento “tradicional”. Isto é,

Quando os sinais de exaustão aparecem no espaço aberto pelo paradigma reinante como as possibilidades de inovação “normalmente” lucrativas, o capital financeiro se torna cada vez mais disposto e pronto para assumir riscos explorando as novas atrações emergentes. Ele então

suspende um dos limites para inovações radicais fora dos caminhos já trilhados e abre oportunidades nas tecnologias realmente novas, algumas das quais provavelmente se unirão na próxima revolução tecnológica.(PEREZ, 2002, pg. 89, tradução do autor)⁹.

Porém, o modelo de Carlota Perez demonstra a importância de entrar no novo paradigma, mas não, necessariamente, a importância específica do seu produto base. De certa forma, dentro do paradigma, toda a destruição criativa e inovação garante os mesmos benefícios de desenvolvimento. Em outras palavras, ela demonstra a importância de um processo produtivo entrar no novo paradigma, mas não a importância de se “nacionalizar” a base do paradigma. Para isso, é necessário que se utilize Celso Furtado, e o conceito de centro de decisão econômica.

Para Celso Furtado, ter a posse do centro de decisão econômica significa ter autonomia para tomar decisões sobre o desenvolvimento econômico do país, isto é, ser “senhores do próprio destino” (FURTADO, 1962, pg. 115). Para que um Estado tenha posse do centro de decisão econômica, é necessário que o centro dinâmico de sua economia seja voltado para o mercado interno por meio do crescimento e desenvolvimento baseados no investimento industrial (FURTADO, 1962, pg. 109).

Caso o país tenha seu centro dinâmico no setor externo, as decisões econômicas relacionadas a seu desenvolvimento não dependem de suas decisões, mas sim das escolhas do centro transnacional de decisão. Por exemplo:

Se o pequeno grupo de companhias que controla a produção mundial do estanho, ou do cobre, decide fechar uma mina num país determinado, isso não significa que a medida seja tomada "contra" esse país. Significa tão-somente que os interesses da economia mundial do estanho ou do cobre não coincidem necessariamente com os interesses do país em foco. (FURTADO, 1962, pg. 111).

Assim, a posse do centro de decisão se torna um imperativo para a obtenção e a manutenção da própria soberania de um Estado. É importante notar que a obtenção do centro de decisão está intrinsecamente relacionada com a capacidade

9 No original: “When the signs of exhaustion appear in the space opened by the reigning paradigm as the ‘normally’ profitable innovation possibilities, financial capital becomes more and more willing and ready to take risks exploring the emerging new attractions. It thus lifts one of the limits for radical innovations outside the well-trodden paths and opens opportunities in the truly new technologies, some of which are likely to come together into the next technological revolution” (PEREZ, 2002, pg. 89).

de fazer a economia nacional “funcionar”, isto é, não depender de mecanismos externos para a manutenção do crescimento e do desenvolvimento. Dessa forma, o que se quer dizer com centro de decisão econômica é a endogeneização das cadeias produtivas e dos mercados (FURTADO, 1962, pg. 112-114; SALLES, 2019, pg. 23).

Para que isso ocorra, é necessária a obtenção, em primeiro lugar, dos insumos básicos industriais, os quais, na época em que Furtado escreveu, eram a siderurgia e a indústria petrolífera: isto é, aço e eletricidade, a base da Segunda Revolução Industrial (FURTADO, 1962, pg. 112). Além disso, a posse do centro de decisão econômica, ao fortalecer o mercado interno, cria, também, a necessidade e possibilidade de integração do país. Isto é, a construção de infraestrutura, que potencializa a escala, tão necessária, tanto para Schumpeter quanto Wallerstein. Não apenas a integração do próprio país, mas a integração regional (como em uniões aduaneiras) complementa o monopólio, ao garantir um mercado protegido maior, e, portanto, potencializando a escala. Como menciona Furtado,

A mudança do centro dinâmico do setor externo para o industrial [...] criou, dentro do próprio país, mercado alternativo para produtos de exportação de diversas regiões do território nacional, [...]. Desta forma, o impulso industrial dos últimos três decênios não apenas trouxe para dentro do país o centro dinâmico do seu crescimento, mas também vinculou as distintas regiões a esse centro dinâmico. Ao superar a fase de economia colonial, o Brasil também evoluía de uma constelação de ilhas econômicas ligadas diretamente aos mercados externos para um sistema nacional progressivamente integrado. (FURTADO, 1962, pg. 110)

Ou seja, o centro de decisão, para Furtado, é basicamente o processo central mais importante da economia-mundo durante certo ciclo técnico-econômico, e a busca pela sua endogeneidade é o que movimenta a competição interestatal, pois é, como menciona Furtado, uma representação da soberania.

Da mesma forma, conclui-se que, sendo o centro de decisão um processo central, ele é, necessariamente, monopolístico. Isso se deve ao fato de que, para Wallerstein, como já referido, os processos centrais têm como principal característica o alto grau de monopolização, isto é, serem quasi-monopólios. Sendo o centro de

decisão econômica o que garante a soberania econômica do Estado e o principal processo produtivo central, fundamental (mas não exclusivo) na determinação da relação de poder econômico entre Estados que o endogeneizaram (centro), Estados que ainda não o fizeram (periferia), e Estados que estão no processo de endogeneização (semiperiferia), a própria propagação do centro de decisão na economia-mundo, isto é, sua transformação em um processo periférico, faz com que ele perca seu caráter de dominação econômica de centro sobre periferia e semiperiferia: ou seja, perde o seu caráter de centro de decisão. Assim, uma característica intrínseca do centro de decisão é seu caráter monopolístico.

Além disso, a partir do exposto, se infere que a aquisição do centro de decisão por parte de um país periférico transforma-o em um Estado semiperiférico, além de, ao conferir soberania econômica, a possibilidade de vir a se tornar parte do centro (se desenvolver). Assim, pode-se concluir que o monopólio (sempre no sentido schumpeteriano), nos países semiperiféricos, é a ferramenta pela qual estes realizam a endogeneização do centro de decisão. Dessa forma, pode-se afirmar que o monopólio é análogo, no campo econômico, ao papel das Forças Armadas no nível estratégico, no sentido em que “Transforma as condicionantes e as diretrizes políticas [desenvolvimento] em ações estratégicas, voltadas para os ambientes externo e interno”(BRASIL, 2014, pg. 56) no âmbito econômico, assim como as F.F.A.A. o fazem no campo militar.

2.2 A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES

Semicondutores, também chamados de circuitos integrados (IC) ou microprocessador, ou apenas chips, são o “cérebro” da eletrônica moderna, essencialmente, o cérebro de um computador (SIA, 2021, pg. 4). De acordo com Chu (2013), os semicondutores são uma tecnologia possibilitadora, pois é uma tecnologia de uso geral, tendo relevância para muitas áreas, além de que “*permite que se faça coisas que não se conseguia fazer antes ou permite que se faça coisas melhor do que se conseguiria fazer antes*”(CHU, 2013, pg. 34, tradução do autor)¹⁰.

¹⁰ No original: “*enables you to do things that you couldn't do before or enables you to do things better than what you could do before*”(CHU, 2013, pg. 34)

Além disso, é uma indústria possibilitadora, pois passou a fazer parte fundamental de várias outras indústrias, tanto novas como velhas, como, por exemplo, a de computadores e de automóveis (CHU, 2013, pg. 34).

Os semicondutores são a base do novo paradigma tecno-econômico e, também, o centro de decisão econômica. São a base do novo paradigma pois a indústria de semicondutores contribuiu significativamente para o crescimento econômico, sendo uma das indústrias que mais cresce e aumenta a produtividade, assim como servindo de base para o aumento da produtividade em outras indústrias, contribuindo para o crescimento da renda e dos salários (CHU, 2013, pg. 35-35).

São também o centro de decisão econômica pois, como Chu (2013, pg.37) argumenta, os semicondutores, como base do crescimento e do aumento de produtividade, são a base da segurança econômica. Isso se dá pelo fato de que a indústria de semicondutores fornece “*bens e tecnologias de semicondutores para suprir as necessidades do mercado doméstico, assim reduzindo a probabilidade de ditados estrangeiros indesejados ou coerção devido à dependência em suprimentos de chips de fontes estrangeiras*” (CHU, 2013, pg. 37, tradução do autor)¹¹. Isto é, a dependência por chips do exterior coloca toda a economia em risco e a mercê das decisões dos produtores de chips.

Para se compreender efetivamente os semicondutores, considerando a importância da cadeia de produção global, é necessário compreender a cadeia produtiva de semicondutores. É possível dividir a produção de semicondutores em três etapas: o *design*, a *foundry* (fundição), e a montagem/encapsulamento, também chamado de ATP (*Assembly, testing and packaging* – montagem, teste e empacotamento) (AITA, 2013, pg. 29; KHAN *et al*, 2021, pg. 6).

O *design* de chips é o segmento de maior valor agregado da indústria de semicondutores (CHU, 2015, pg. 62). O *design* se refere, basicamente, ao desenho, ou projeto, do chip, sendo, assim, um produto não material, incluindo um modelo esquemático e um modelo físico (KHAN *et al*, 2021, pg. 6). Além de serem responsáveis por conferirem novas capacidades e funcionalidades aos chips (AITA, 2013, pg. 29), esses designs podem ser modulares, e, portanto, comercializados

¹¹ No original: “*semiconductor goods and technologies to meet the needs of the domestic market, thereby reducing the prospect of undesirable foreign dictates or coercion due to dependency on chip supplies from foreign sources*” (CHU, 2013, pg. 37)

separadamente como propriedade intelectual, ou Core IP (Propriedade Intelectual Central) (KHAN *et al.*, 2021, pg. 6).

O processo de *design* está cada vez mais automatizado (CHU, 2015, pg. 59), especialmente devido ao aumento de complexidade de criação de *designs* dos chips de hoje, que contam com até bilhões de transístores e outros componentes elétricos (KHAN *et al.*, 2021, pg. 6). Assim, além de necessitar de mão de obra bastante qualificada, é necessário também *software* de design de chips, chamado de *software* de EDA (*electronic design automation* – automação de projeto eletrônico) (CHU, 2015, pg. 59; KHAN *et al.*, 2021, pg. 6).

A fundição de chips é a etapa que transforma o *design* em chips físicos. O processo, de maneira não técnica e resumida, é, basicamente, a transformação de cilindros de material semicondutor (geralmente silício) em *wafers* (uma espécie de “placa” ou “fatia”), sobre os quais, então, são feitos os chips, ao se construírem os circuitos elétricos sobre essa placa (KHAN *et al.*, 2021, pg. 6). O tamanho do *wafers* é um dos principais determinantes da produtividade da fábrica, já que, quanto maior o *wafers*, mais chips ele pode fazer (CHU, 2015, pg. 62). A fábrica de semicondutores é geralmente chamada de *fab*, e, por isso, empresas que realizam o *design* mas terceirizam a produção, são chamadas de *fabless* (sem fábrica própria). A empresa (ou local) que produz é chamada de *foundry* (fundição) (AITA, 2013, pg. 29).

Essa etapa é bastante intensiva em capital, principalmente devido ao custo de instalação de uma fábrica de semicondutores ser muito alto, já que os equipamentos para fabricação de semicondutores (SME – *semiconductor manufacturing equipment* – equipamento de fabricação de semicondutores) tem um custo fixo altíssimo. De acordo com a Intel, a construção de uma fábrica exige 10 bilhões de dólares em investimento, com um tempo de construção de três anos, abrangendo, no mínimo, 23.000 m² (INTEL, 2022).

O principal tipo de equipamento de fabricação de semicondutores é o equipamento de litografia, sendo o equipamento para fabricação de semicondutores mais caro e complexo (CHU, 2015, pg. 62; KHAN *et al.*, 2021, pg. 4, 6-7). De maneira simplificada, a litografia é o processo pelo qual o *design* dos circuitos eletrônicos são “impressos” no chip. Essa impressão é feita por meio de máquinas de litografia, que

se utilizam, principalmente, de luz ultravioleta para imprimir o padrão de circuitos no silício em cima do *wafer* em várias camadas (DUKE, 2020). Os principais tipos de litografia são o EUV – *extreme ultraviolet* (ultravioleta extremo), equipamento mais avançado – e o DUV – *deep ultraviolet* (ultravioleta profundo, menos avançado) (KHAN *et al*, 2021, pg. 32).

Por fim, há a etapa de encapsulamento, ou ATP (*Assembly, testing and packaging* – montagem, teste e empacotamento). Ela consiste em retirar o chip do *wafer* e montá-los em um “quadro” ou “moldura” que permita que ele se conecte a circuitos externos, protegê-lo com um encapsulamento e, por fim, testar seu funcionamento (AITA, 2013, pg. 31, KHAN *et al*, 2021, pg. 6). O encapsulamento é a etapa mais intensiva em trabalho (ainda que bastante automatizada).

Existem três tipos de empresas de semicondutores: as *fabless* (sem fábrica - empresas que somente produzem o design, e não tem fábrica própria), as *foundries* (fundições - empresas que apenas produzem o chip físico, ou seja, a etapa de fundição, e são contratadas para produzirem os chips com *design* de terceiros), e as IDM (*integrated design manufacturer*) – empresas integradas e verticalizadas, que realizam elas mesmas as três etapas da produção: criam o próprio *design*, realizam a fundição e encapsulam o chip. Enquanto as duas primeiras realizam apenas uma etapa da produção, as IDMs são verticalizadas, realizando as três etapas (KHAN *et al*, 2021, pg. 14; CHU, 2015, pg. 30; AITA, 2013, pg. 32). Essa diferenciação é substancial, pois uma empresa de semicondutores que apenas produz o *design* pode até se configurar como quasi-monopólio, mas não detém o controle sobre a produção física do chip. Considerando que as cadeias globais de semicondutores se referem principalmente à movimentação física e material dos chips, a identificação dos quasi-monopólios (e Estados) que possuem a capacidade de produção física dos chips é de extrema relevância.

No âmbito dos produtos, cumpre mencionar que existem dois tipos de chips: chips lógicos (*logic chips*) e chips de memória (*memory chips*). Chips lógicos são aqueles que fazem os cálculos a partir de dados digitais e geram *output*. Isto é, são basicamente estes chips que executam o processamento de dados digitais para que o eletrônico funcione. Por isso, mesmo, podem ser chamados também de

microprocessadores, o que inclui CPUs (Central Processing Unit – Unidade de Processamento Central) e GPUs (Graphics Processing Unit – Unidade de Processamento Gráfico) (KHAN *et al*, 2021, pg. 17). Além disso, são os chips lógicos que permitem a execução de inteligência artificial e seus algoritmos, por meio de diversos subtipos de chip (KHAN *et al*, 2021, pg. 18).

Já o chips de memória são aqueles que armazenam os dados utilizados e gerados pelos chips lógicos, incluindo memória de armazenamento (que guarda dados – NAND) e memória operacional, isto é, que armazena de maneira não permanente (DRAM). Apesar de ser um produto altamente tecnológico, em relação aos chips lógicos, os chips de memória são mais fáceis de se produzir, e, por isso, são mais “comoditizados” que os chips lógicos (KHAN *et al*, 2021, pg. 19)

Por fim, os chips ainda são divididos em processos tecnológicos, ou *nodes*, que tem relação (ainda que não completamente direta) com o poder de processamento e o número de transístores em um chip. Dessa forma, os *nodes* representam basicamente uma geração tecnológica. Esses *nodes* são definidos pelo tamanho dos transístores inclusos no chip. Dessa forma, de maneira geral, quanto menor o *node*, menor o transístor, maior a densidade de transístores, e, portanto, mais poderoso é o chip (HALLIDAY, 2019.) Os *nodes* são medidos em nanômetros, sendo a tecnologia de ponta, hoje, de $\leq 7\text{nm}$ (KHAN *et al*, 2021, pg. 17-18).

Sobre a evolução da tecnologia dos chips, é interessante, aqui, mencionar a Lei de Moore. A Lei de Moore, formulada (1968) e aprimorada (1975) por Gordon Moore, afirma que “*a densidade de componentes do circuito por área que é mais economicamente lucrativo para fabricantes comerciais de grande volume para se amontoar em silício dobra em um período constante*” (MODY, 2017, pg. 5, tradução do autor)¹², que, a partir da década de 1970, considera-se como sendo de dois anos (CHU, 2015, pg. 32). Essa “lei” tem previsto, de maneira geral, a evolução da tecnologia dos chips desde os anos 1970 (figura 1).

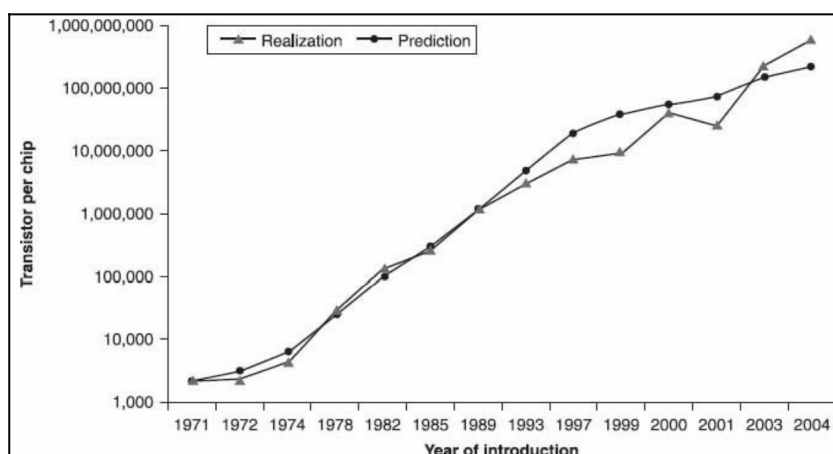
As implicações da Lei de Moore para a indústria de semicondutores, relacionando com o referencial teórico já estabelecido, é de que a permanência no centro, ou na semiperiferia mais desenvolvida, detendo o centro de decisão, é algo

12 No original: “*the density of circuit components per unit area that it is most economically profitable for commercial, high-volume manufacturers to cram onto silicon doubles over a constant time period*” (MODY, 2017, pg. 5)

bastante competitivo, já que um atraso de quatro anos já coloca uma empresa (monopólio do Estado em questão) atrás em duas gerações, o que pode vir a ser desastroso para o monopólio e, conseqüentemente, para o Estado, tendo implicações no Sistema-mundo.

Da mesma forma, pelo exposto, pode-se identificar que, apesar de serem todos processos centrais, o domínio de chips lógicos, com a comoditização dos chips de memória, tende a se tornar o mais importante, sendo não apenas o centro de decisão econômica da Revolução Tecnológica atual, como também base para uma possível Quarta Revolução Industrial, definida pela Inteligência Artificial, computação quântica e 5G (SIA, 2020, pg. 4, 6-7).

FIGURA 1



Fonte: CHU, 2015, pg. 33

Assim, a lei de Moore está intrinsecamente ligada à crescente miniaturização do chip e à expansão de suas capacidades, já que, para que caibam mais transistores em um chip (e ele fique mais potente), o transistor tem que ser cada vez mais miniaturizado. Dessa forma, tem relação direta, também, com o advento da Quarta Revolução Industrial, em especial, da Internet das Coisas (IoT – *Internet of Things*) e da Internet do Tudo (IoE – *Internet of Everything*).

A Internet das Coisas (IoT) descreve a conectividade de “coisas” (objetos, produtos) de maneira a criar um sistema de transferência de dados e informação em tempo real entre eles, criando uma espécie de “internet” na qual os objetos e

produtos estão interconectados. Simplificadamente, pode-se resumir a IoT como “coisas inteligentes” (LANGLEY, 2021, pg. 853). Já a Internet de Tudo (IoE) é definida como uma junção de “coisas inteligentes” com os processos e as pessoas. Isto é, a conexão da IoT com as redes sociais e outros meios de comunicação digital e com processos industriais, com foco na coleta de dados e transmissão de informação de dados por todo o sistema (LANGLEY, 2021, pg 853; COSTA, 2021, pg. 1). Assim, IoT e IoE possibilitam uma grande quantidade de novos processos produtivos, afetando inclusive a própria organização da empresa (COSTA, 2021, pg. 19-21).

Tanto a IoT quanto a IoE estão diretamente ligadas à Lei de Moore, pois é a miniaturização dos chips que permite sua inserção nos objetos, na sociedade e na indústria, de modo a criar a rede de transmissão de dados. A importância da miniaturização está expressa na prevalência da nanotecnologia para o desenvolvimento tanto da IoT quanto da IoE (COSTA, 2021, pg. 1). Considerando que, com o advento da “Internet das Coisas” e “do Tudo”, o chip se tornará praticamente onipresente na indústria, o controle sobre a produção de chips se torna ferramenta essencial para o domínio econômico na economia-mundo. E, aludindo ao modelo de Wallerstein, esse domínio está intrinsecamente ligado aos monopólios, considerando que são os monopólios que promovem a destruição criativa, além de permitirem a produção na escala maciça necessária para a IoE.

Assim, torna-se fundamental uma análise da história da indústria de semicondutores, e como os monopólios foram essenciais para a aquisição dessa tecnologia pelos Estados do Leste Asiático, começando pelo Japão, e como são foco na disputa entre, inicialmente, os EUA e Japão, e, em seguida (e até hoje), entre os EUA e a China.

3 A HISTÓRIA DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES

Neste capítulo, será apresentado um apanhado da história da indústria de semicondutores, da sua criação nos Estados Unidos até os dias de hoje, de maneira a verificar o papel cumprido pelos monopólios, como ferramentas estatais, tanto na indústria em países centrais, como na aquisição do centro de decisão pelos Estados periféricos e semiperiféricos, em especial, do Leste Asiático.

3.1 PRIMÓRDIOS DOS SEMICONDUTORES

Apesar de Carlota Perez definir o surgimento da Terceira Revolução Industrial, e do quinto paradigma tecno-econômico, como sendo a invenção do microprocessador pela Intel em 1971 (PEREZ, 2002, pg.11), é possível traçar um retrospecto da história de origem dos semicondutores até 1948. Neste ano, foi criado, por John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley, três cientistas americanos da Bell Laboratories da AT&T, o transistor, o primeiro equipamento semicondutor (PRESTOWITZ, 1988, pg. 29).

Logo aqui, já fica evidente a destruição criativa de Schumpeter, pois a AT&T, junto com mais algumas empresas, configurava um monopólio (no sentido apresentado na seção teórica) na indústria de rádio e comunicações (CHANDLER, 2005, pg. 14-15, 34; PRESTOWITZ, 1988, pg. 29), e a invenção do transistor serviu para substituir o tubo de vácuo na amplificação e troca de sinais elétricos. Essa mudança se tornava necessária devido às limitações do tubo a vácuo na expansão da rede de telefonia, além de permitir a produção de equipamentos portáteis, como rádios pequenos (PRESTOWITZ, 1988, pg. 29-30). Isso porque o transistor consome menos energia, e uma quantidade deles pode ser agrupada em um pequeno espaço sem gerar muito calor (CHU, 2015, pg. 31).

Ao mesmo tempo, no Japão, era fundada a Tokyo Telecommunications Engineering Co., Ltd., também conhecida (e a partir de agora referenciada) como

Sony (CHANDLER, 2005, pg. 55). Com a ajuda do MITI¹³, o Ministério de Comércio Internacional e Indústria, a Sony conseguiu obter a licença, da AT&T, para a fabricação de transistores, em 1953, por apenas 25.000 dólares (CHANDLER, 2005, pg. 55). Em grande parte, essa aquisição da licença foi permitida pelo fato de que a lei antitruste americana forçou a AT&T a licenciar o transistor para outras empresas, o que acabou incluindo, por iniciativa própria, a Sony (PRESTOWITZ, 1988, pg. 29).

Um dos motivos para que os Estados Unidos tenha permitido (e, de certa forma, até exigido) a distribuição do transistor pode ter sido o fato de que aqueles que o fizeram, à época, não tinham como ter noção da futura importância. No entanto, devido à Guerra Fria, os Estados Unidos já estavam fortalecendo outros Estados. De acordo com Paul Kennedy,

Foi com essa percepção do avanço global do comunismo que as potências ocidentais também viram as mudanças ocorrendo no Extremo Oriente [...] eles [os Estados Unidos] não queriam que as “forças da revolução” se espalhassem ainda mais, já que isso (era dito) aumentaria a influência de Moscou. [...] em vez de seguir em frente com as noções anteriores de transformações social completa e desmilitarização da sociedade japonesa, por exemplo, planejadores de Washington continuamente foram em direção a ideias de reconstruir a economia japonesa por meio de firmas gigantes (zaibatsu), e até mesmo em direção a encorajar a criação das próprias forças armadas do Japão – parcialmente para aliviar os fardos econômicos e militares dos Estados Unidos, parcialmente para assegurar que o Japão seria um bastião anti-comunista na Ásia. (KENNEDY, 1989, pg. 381-382, tradução do autor)¹⁴.

Considerando que a Sony japonesa conseguiu a licença exatamente na década de 1950, pode-se inferir que esta serviu como instrumento para absorver processos centrais, sendo essa aquisição viabilizada pela disputa entre Estados Unidos e União Soviética.

A distribuição da licença da AT&T na década de 1950 dentro dos Estados

13 *Ministry of International Trade and Industry*

14 No original: It was with this perception of the global advance of Communism that the western Powers also viewed the changes occurring in the Far East. [...] it [os Estados Unidos] did not want the “forces of revolution” to spread further, since that (it was claimed) would enhance Moscow's influence. [...] Instead of pushing ahead with the earlier notions of a full-blown social transformation and demilitarization of Japanese society, for example, Washington planners steadily moved toward ideas of rebuilding the Japanese economy through the giant firms (zaibatsu), and even toward encouraging the creation of Japan's own armed forces—partly to ease the United States' economic and military burdens, partly to ensure that Japan would be an anti-Communist bastion in Asia. (KENNEDY, 1989, pg. 381-382).

Unidos permitiu que outras empresas americanas utilizassem essa nova tecnologia, principalmente para a produção de equipamentos de telecomunicação. Dessas, as três principais foram a Texas Instruments, que produzia equipamentos para prospecção de petróleo; Motorola, que produzia equipamentos de rádio para carros; e a Fairchild Semiconductor, criada em 1957 por um dos inventores do transistor (CHANDLER, 2005, pg. 123). Já estabelecida como monopólio, a indústria de semicondutores americana foi desenvolvida principalmente pela Texas Instruments, que, logo após conseguir a licença do transistor, passou a produzir rádios, além de aperfeiçoar a inovar os transistores, principalmente com base em silício (CHANDLER, 2005, pg. 124).

O transistor é de extrema importância para a indústria de semicondutores, pois ele é a base do chip. Um chip, ou circuito integrado, nada mais é que vários circuitos eletrônicos em uma placa de material semicondutor (como silício), sendo que o principal componente desses circuitos são os transistores, miniaturizados (PRESTOWITZ, 1988, pg. 31). Assim, foi o desenvolvimento e a miniaturização do transistor que permitiu o surgimento do novo paradigma e da 3ª Revolução Industrial, e o que irá, como se viu no capítulo anterior, ter uma influência crescente na economia mundial, nos rumos da Transição Tecnológica e da 3ª Revolução Industrial, e da distribuição de poder internacional, sobretudo nos dias de hoje.

Ao mesmo tempo, no Japão, a Sony passava a ser a principal produtora de rádios portáteis, inclusive exportando-os para os Estados Unidos. Em 1959, a Sony já tinha fabricado o primeiro micro-televisor baseado em transistores (CHANDLER, 2005, pg. 55). Porém, tal crescimento não estava a par do crescimento americano. Além disso, os produtos japoneses eram piores e mais caros que os americanos (PRESTOWITZ, 1988, pg. 32). Isso levou o governo do Japão, por meio do Ministério de Comércio Internacional e Indústria (MITI), a estabelecer a Lei de Medidas Extraordinárias para a Promoção da Indústria Eletrônica. Essa lei garantia ao MITI a capacidade de gerenciar e organizar a produção nacional, promovendo projetos e produtos com financiamento por subsídios e empréstimos, além de estabelecer metas de produtos, cotas e preços. Essa lei também permitia a criação de cartéis, quando considerado necessário (PRESTOWITZ, 1988, pg. 33). Além

disso, houve uma grande imposição de quotas e tarifas sobre a microeletrônica, de modo a reduzir a importação, e todas as propostas de investimento direto com participação única da indústria estrangeira. Isto é, qualquer empresa estrangeira que quisesse entrar no mercado do Japão não tinha outra escolha a não ser licenciar tecnologias para empresas japonesas, garantindo a transferência tecnológica para o Japão (MASON, 1992, pg. 180).

3.2 A CRIAÇÃO DO CIRCUITO INTEGRADO

Em 1959, foi inventado o circuito integrado (IC na sigla em inglês), no qual as funções de diversos componentes são realizados por um único circuito integrado (por isso o nome), permitindo a criação de circuitos com centenas e milhares de transístores sem que perdesse capacidade ou fosse comprometido estruturalmente (CHU, 2015, pg. 31). Os inventores do IC foram, quase que simultaneamente, J. S. Kilby, da Texas Instruments, e Robert Noyce, da Fairchild (CHANDLER, 2005, pg. 124). O circuito integrado tinha como base no *silicon planar*, ou processo planar em silício, que permite a criação do circuito integrado (MORRIS, pg. 47).

É importante notar, também, que é essa mudança para o silício que vai influenciar diretamente no colapso da União Soviética. Isso porque a tecnologia de circuitos integrados e microchips, em silício, é que permite, então, a comercialização em massa do computador pessoal e o desenvolvimento da indústria de semicondutores em escala. No entanto, a União Soviética continuou a usar o germânio, assim, atrasando significativamente sua entrada na Terceira Revolução Industrial (USDIN, 2005, pg. 240)¹⁵.

A partir da invenção do circuito integrado em silício, a Texas Instruments passou a se expandir globalmente, chegando a operar 15 fábricas em 10 países, se tornando a maior produtora de semicondutores na Europa Ocidental. Essa expansão

¹⁵ A utilização de germânio pelos soviéticos, assim como, inicialmente, pelos americanos, era suficiente e viável para a produção de mísseis balísticos intercontinentais (em resumo, para uso militar, como o míssil Titan), mas era inviável para a produção de produtos de consumo de massa, ou seja, para a criação de um mercado efetivo para o produto (VISENTINI, 2011, pg. 188). Essa foi possível apenas com a utilização do silício, que é muito mais barato e disponível (como elemento químico) na Terra, pois é extraído da areia, enquanto o germânio é um elemento raro.

foi feita por meio de investimento direto, e as fábricas eram de propriedade exclusiva da empresa (CHANDLER, 2005, pg. 125).

No entanto, no caso do Japão, as negociações foram diferentes. A Texas Instruments tentou entrar com uma fábrica de semicondutores em 1963, estabelecendo tal fábrica de propriedade exclusiva da empresa. Porém, o Ministério de Comércio Internacional e Indústria (MITI) negou o pedido, tanto atendendo a, quanto protegendo empresas japonesas de semicondutores, em especial Mitsubishi Electric, NEC, Hitachi e Toshiba. Na mídia japonesa, a entrada da Texas Instruments no mercado doméstico era retratada como a segunda vinda do Comodoro Perry. Além disso, essas empresas de semicondutores do Japão, que inclusive se juntaram na *Electronics Industry Association of Japan* (EIAJ) – Associação de Indústrias de Eletrônica do Japão – para impedir ou atrasar o reconhecimento da patente de circuito integrado da Texas Instruments (MASON, 1992, pg. 178-180).

Somente após essas empresas terem avançado no campo de circuitos integrados foi que elas decidiram permitir a entrada da Texas Instruments no mercado japonês. Para isso, as empresas estabeleceram, em 1966, o Comitê de Gerenciamento de Semicondutores. A partir do comitê e de conversas deste com o MITI, foram apresentadas condições para a entrada da Texas Instruments no Japão:

(1) [A Texas Instruments] estabeleceria com um fabricante japonês de eletrônicos uma *joint-venture* na qual a [Texas Instruments] teria não mais que 50 por cento do capital. (2) [A Texas Instruments] teria que “consultar” com o governo japonês sobre os níveis de produção da *joint-venture* por um período de 3 anos após o estabelecimento da companhia. **(3) O mais importante, [a Texas Instruments] teria que licenciar suas tecnologias críticas de circuitos integrados para as principais firmas de eletrônicos japonesas** (MASON, 1992, pg. 182; tradução do autor, grifo do autor)¹⁶.

A Texas Instruments não aceitou essas condições, o que prejudicava as empresas japonesas, que, para poderem exportar produtos que continham circuitos integrados para os EUA, deviam solucionar o impasse sobre a patente da Texas

16 No original: “(1) TI would have to establish with a Japanese electronics manufacturer a joint venture in which TI would hold no more than 50 percent of the equity. (2) TI would have to “consult” with the Japanese government about the joint venture’s production levels for a period of 3 years after the new company’s establishment. (3) Most important, TI would have to license its critical IC technologies to major Japanese electronics firms.” (MASON, 1992, pg. 182).

Instruments. Dessa forma, as próprias empresas, por meio do comitê, negociaram diretamente com a Texas Instruments, sendo a Sony o principal interlocutor. Com algumas concessões por parte da Sony, como a formação de uma *joint-venture*¹⁷ entre as duas a ser adquirida totalmente pela Texas Instruments no futuro (garantido informalmente tanto pela Sony quanto pelo MITI, que deveria aprovar a aquisição), a Texas Instruments decidiu aceitar o acordo de entrada, em 1968, e licenciou a sua patente de circuitos integrados para *todas* as empresas japonesas (MASON, 1992, pg. 186; CHANDLER, 2005, pg. 125).

Aqui, novamente se percebe a centralidade do monopólio como instrumento de aquisição de processos centrais pelos Estados semiperiféricos. Neste caso, é a associação de empresas, lideradas pela Sony e apoiadas pelo Estado (MITI) garantindo a transferência de tecnologia para o Japão. É importante notar que não apenas o monopólio serviu de instrumento, como teve, também, iniciativa e agência na negociação, e, portanto, relevância direta para a aquisição da produção de circuitos integrados e semicondutores de maneira geral.

3.3 A DISPUTA PELO CHIP DE MEMÓRIA

É importante notar que, ao mesmo tempo em que ocorria a disputa pelo transistor e o circuito integrado, o Japão também tentava defender a sua indústria de computadores dos monopólios americanos, em especial da IBM. Da mesma forma que os japoneses protegeram a indústria de semicondutores, também defenderam a indústria de computadores, impondo à IBM as mesmas condições impostas à Texas Instruments: isto é, a criação de *joint-ventures* e a transferência de tecnologias, e as mesmas barreiras, como quotas e tarifas. Muitas vezes, tais medidas eram obtidas por meio de lobby da Associação de Indústrias de Eletrônica do Japão dentro do Ministério de Comércio Internacional e Indústria (MITI) (MASON, pg. 189; PRESTOWITZ, 1988, pg. 33-34).

17 "*Joint-venture*" = uma associação entre duas empresas em que ambas concordam em desenvolver um projeto, por um tempo determinado, cada uma contribuindo com algo especificado (capital, tecnologia, etc.), sendo uma maneira clássica de se efetuar a transferência de tecnologia de uma empresa para outra.

Assim, no início da década de 1970, a IBM lançou seu novo computador, o System 370, que tinha como base os novos chips de memória, também chamados de DRAM (baseada em um circuito integrado) (PRESTOWITZ, 1988, pg. 35). Concomitantemente, o crescimento da indústria de computadores fazia crescer também a indústria de semicondutores. Entre os anos de 1967 e 1969, as três principais companhias de semicondutores americanas foram fundadas, se estabelecendo na Califórnia: National Semiconductor, Advanced Micro Devices (AMD) e Intel, monopólios principalmente devido à crescente demanda tecnológica e de capital (CHANDLER, 2005, pg. 127). Estas empresas passaram a produzir chips de memória DRAM, com a Intel criando e produzindo em massa o primeiro chip de memória estandarizado, o 1K¹⁸, baseado na tecnologia em silício (MOS, na sigla em inglês) desenvolvida na Fairchild (CHANDLER, 2005, pg. 128). Como observação a Intel foi fundada por Robert Noyce (inventor do circuito integrado) e Gordon Moore (da Lei de Moore), ambos saídos da Fairchild, possíveis exemplos do empreendedor schumpeteriano.

O Japão, assim, passou a considerar que a superioridade na indústria de computadores (isto é, enfrentar a IBM) tinha como peça chave o domínio e a superioridade na indústria de chips de memória DRAM (PRESTOWITZ, 1988, pg. 36). Dessa forma, o ministério japonês MITI decidiu por criar dois projetos. O primeiro foi o New Series Project (NSP), que tinha como objetivo somar os esforços dos monopólios japoneses e coordená-los em direção à criação de uma indústria de computadores que competisse com a IBM. O sucesso do New Series Project se deve em grande parte a Gene M. Amdahl, designer chefe do System 370 da IBM. Este saiu da IBM em 1970 para começar sua própria empresa, mas não conseguiu encontrar, nos Estados Unidos, um capitalista disposto ao risco que o financiasse. Assim, ele entra em contato com a Fujitsu, do Japão, que adquire 24% da nova empresa de Amdahl (financiando-a) em troca de informação técnica. Assim, a indústria japonesa passa a ter o mesmo nível técnico que a própria IBM já em 1975 (CHANDLER, 2005, pg. 111-112, 193).

Já o segundo projeto foi o VSLI, *Very Large-Scale Integrated Circuit*. Criado

18 K de *kilobit*, unidade medida de dados. Quanto maior q quantidade de dados, mais potente é o chipe.

em 1975, o projeto, por meio do MITI e do monopólio japonês (estatal) Nippon Telegraph and Telephone (NTT), juntou as grandes empresas de semicondutores em um consórcio para alcançar os Estados Unidos na tecnologia de chips de memória DRAM (PRESTOWITZ, 1988, pg. 37). O objetivo do projeto não era produzir chips, mas pesquisar novas formas de produção que permitissem aumentar a densidade dos chips, e, portanto, avançar na tecnologia em silício. Somados os investimentos do governo, dos monopólios privados e da NTT, o projeto teve investimento de 92 bilhões de ienes, ou 460 milhões de dólares. (ANCHORDOGUY, 2005, pg. 136, 183).

Com esses dois projetos, o Japão conseguiu colocar à venda o primeiro chip de memória 16K RAM em 1978-1979, e rapidamente conseguiu 40% do mercado (PRESTOWITZ, 1988, pg. 38). No mesmo ano, a Fujitsu anunciou o primeiro chip de memória DRAM 64K, que, em 1981, já detinha 70% do mercado dos EUA (ANCHORDOGUY, 2005, pg. 184). A partir desse momento, o projeto VLSI e os monopólios japoneses destruíram com a produção de chips de memória DRAM americana, sendo também os primeiros a inventarem o chip de memória 256K em 1982-83 e o primeiro de 1M, em 1984 (ANCHORDOGUY, 2005, pg. 184; CHANDLER, 2005, pg. 131). Como demonstração da destruição da indústria de memória dos Estados Unidos pelos monopólios japoneses, temos que, quando do lançamento, em 1972, do primeiro chip de memória DRAM 1K pela Intel, a *market share* americana era de 95%, comparada com 5% do Japão. Na geração seguinte (4K), o Japão subiu para 17%. Na seguinte (16K), em 1979, detinha metade do mercado. Por fim, com a chegada dos 64K e 256K, o Japão chegou a 92% do mercado, e, em 1985, Intel, AMD e National Semiconductor tinham, as três, saído do mercado de chips de memória (CHANDLER, 2005, pg.130-131).

Essa ascensão do Japão, nas décadas de 1970 e 1980, ocorre durante a crise econômica mundial derivada dos choques do petróleo e do fim do sistema de Bretton Woods. Isso se deve à criação do sistema de subcontratação de múltiplas camadas do Japão. Por meio desse sistema, que garantia uma vantagem competitiva ao Japão, ao reduzir custos, o que era garantido pela sua superioridade sobre os sistemas de subcontratação de outros países. Isso se deve, principalmente, à sua descentralização, sua estratificação em múltiplas camadas e sua estabilidade e

regulação, que permitem uma melhor exploração das diferenças salariais entre as camadas da força de trabalho, tanto japonesa como do resto do mundo (ARRIGHI, 1998, pg. 110-112).

Foi esse sistema de subcontratação que, com a crise do final dos anos 1960 e início dos anos 1970, se expandiu para o Leste Asiático, em especial para superar a crise de superacumulação e fortalecer sua competitividade com redução ainda maior de custos. A expansão do sistema de subcontratação japonês para o Leste Asiático, em geral, e para os Tigres Asiáticos (Coreia do Sul, Taiwan, Hong Kong e Cingapura), em particular, foi a principal base do milagre asiático das décadas de 1970 e 1980, pois transferiu grande parte da manufatura japonesa de menor valor agregado para esse países. Além disso, pelo sistema de subcontratação, a propriedade majoritária não era uma prioridade, possibilitando a aquisição de tecnologia por parte dos Tigres Asiáticos, que, então, realizaram o seu próprio desenvolvimento (ARRIGHI, 1998, pg. 114-118).

Por outro lado, o japão também conseguiu escapar da crise do petróleo por sua cooperação com a China, de modo que esta vendia produtos primários (inclusive petróleo), em troca de investimentos em infraestrutura e produção (exportação de capital japonês) e importação de bens de maior valor agregado, sendo esse processo significativo tanto para a manutenção do crescimento japonês quanto para o início do desenvolvimento chinês (VISENTINI, 2011, pg. 190).

Assim, até o final dos anos 1980, o Japão se tornava o principal produtor de semicondutores, o que fora adquirido por meio dos monopólios. É possível, inclusive, considerar que o atraso americano e a superioridade japonesa faziam com que este fosse um país central, enquanto os EUA caíam para uma posição quase que semiperiférica¹⁹, no sentido econômico estrito, já que ainda controlam a superestrutura, isto é, adotam comportamentos de um país da semiperiferia (apesar de ainda se configurarem como centro), sob o enfoque específico de Wallerstein,

19 É importante notar que, nas discussões sobre a teoria do Sistema-Mundo, é conferido ao centro, também, o controle sobre a superestrutura, isto é, domínio sobre os sistemas políticos, sociais, culturais e ideológicos, que se retroalimenta com a estrutura econômica na garantia da economia-mundo e da exploração da periferia e semiperiferia pela centro (PEREIRA, XERRI; 2020, pg. 62-64). Nesse caso, o Japão estaria apenas começando a estabelecer sua dominação econômica pelo monopólio, e apenas nesse sentido estrito, se tornando "centro", já que a superestrutura continuou sob o domínio dos EUA.

como operacionalizado no primeiro capítulo. No entanto, uma mudança na atuação do governo americano, os microprocessadores e a entrada de novos países semiperiféricos do Leste Asiático e seus monopólios no mercado, com base nos processos de desenvolvimento promovidos pelo Japão e sua expansão de investimentos, mudaram esse cenário.

3.4 A REAÇÃO DOS ESTADOS UNIDOS

Em 1971, enquanto o Japão começava a intensificar sua produção de chips de memória, o primeiro microprocessador foi inventado por Ted Hoff, na Intel. O microprocessador colocou toda a potência e funções de um computador (antes, do tamanho de uma sala) em um pequeno chip de silício do tamanho de um selo postal. Basicamente, o microprocessador é um computador do tamanho de um chip. Porém, até a década de 1980, o microprocessador era utilizado, primariamente, apenas em sistemas de controle dedicados, como automóveis, etc. (PRESTOWITZ, 1988, pg. 32; CHANDLER, 2005, pg. 128).

A produção e a inovação de microprocessadores passou a correr lado a lado com a de chips de memória nas empresas americanas, especialmente a Intel. Em especial, o aumento da produção de microprocessadores e a aquisição de escala fez com que um microprocessador passasse de 110 dólares, em 1975 para entre 5 e 8 dólares em 1980. No entanto, o principal produto da indústria de semicondutores continuava a ser o chip de memória, e a competição japonesa estava asfixiando os monopólios americanos, como Intel e a IBM (CHANDLER, 2005, pg.128).

Assim, em 1981, os monopólios americanos passam a enviar cada vez mais representantes para Washington, incluindo Robert Noyce pela Intel, Charles Sporck pela National Semiconductor e Jerry Sanders pela AMD, as três principais empresas. As empresas pediam ao governo por proteção, combate ao *dumping* japonês, e acesso ao mercado do Japão. De acordo com Prestowitz (1988), representantes do *Departamento de Comércio dos EUA* ameaçaram oficiais do Ministério de Comércio Internacional e Indústria do Japão (MITI) com investigação *anti-dumping* (já que não

tinham poder de fato de impor essas leis). No entanto, a ameaça surtiu efeito, e os preços de chips de memória DRAM japoneses subiram nos EUA (PRESTOWITZ, 1988, pg. 49).

Curiosamente, o aumento dos preços por parte de todas as empresas japonesas, coordenadas pelo MITI, levou à criação de uma investigação anti-truste por parte do Departamento de Justiça dos EUA. As negociações, então, começaram. O Primeiro Acordo de Semicondutores de 1982, apesar de estabelecer um sistema de estatística para a indústria, não atingiu nada de concreto. Já no Segundo Acordo de Semicondutores, de 1983, os americanos conseguiram dos japoneses algumas concessões. A principal delas era a de que o MITI, pelo fato de poder coordenar as empresas de semicondutores, iria “encorajar” essas empresas a comprarem mais chips dos Estados Unidos (PRESTOWITZ, 1988, pg. 52-54).

Concomitante a isso, e, uma das causas dessas negociações, foi o crescimento do mercado de microcomputadores e PCs (computador pessoal). O rendimento da IBM nessa indústria crescia quase que exponencialmente, de 50 milhões de dólares em 1982 para 5,5 bilhões de dólares em 1984. Isso se deveu a uma demanda imensa pelos computadores, e foi possibilitada pela diminuição de preços dos microprocessadores, essenciais para o computador (CHANDLER, 2005, pg. 137-140). Além disso, outro componente essencial para o PC era o sistema operacional, isto é, o *software*. Assim, a IBM escolheu por utilizar o chip 8-bit 8088 da Intel, que tinha pouco sucesso comercialmente por ser muito fraco. No entanto, era poderoso o suficiente para um computador pessoal. Na questão do sistema operacional, a IBM fez um acordo com uma pequena empresa de *software*: a Microsoft. Dessa forma, tanto Intel quanto Microsoft receberam as franquias mais lucrativas da história da indústria americana (CHANDLER, 2005, pg. 137).

A Microsoft havia sido fundada por Bill Gates e Paul Allen em 1975, com o objetivo de fornecer *software* para o crescente mercado de microcomputadores que surgia com a invenção do microprocessador. O sistema operacional desenvolvido pela Microsoft, então, passou a ser o padrão da indústria, junto com o microprocessador da Intel. Apesar de, inicialmente, a Microsoft produzir o sistema operacional da IBM, Gates tinha como objetivo desenvolver seu próprio sistema

operacional: o Windows. O Windows viria a substituir o sistema próprio da IBM, se tornando um monopólio de fato dos sistemas operacionais e no desenvolvimento de aplicativos (CHANDLER, 2005, pg. 8, 133, 159).

Em um primeiro momento, os processadores existentes eram suficientes e até excediam a demanda de um computador pessoal. Por isso, os chips de memória continuavam sendo os mais lucrativos e importantes para os monopólios de semicondutores. Os monopólios japoneses vinham investindo 20% das vendas em capital até 1980, e aumentaram para 25-30% a partir dessa década, criando a maior indústria de chips de memória (ANCHORDOGUY, 2005, pg. 185). Assim, quando houve uma crise de demanda na indústria de semicondutores, o Japão, já com monopólios estabelecidos, sobreviveu, mas basicamente todas as indústrias americanas tiveram que sair da produção de chips de memória (SCHRAGE, 1985; ANCHORDOGUY, 2005, pg. 187).

Assim, a Intel e IBM, ambas próximas à falência, convencem o governo americano a defender a indústria mais significativamente. O início da ofensiva dos monopólios americanos contra o governo por proteção iniciou em 1977, com a criação da *Semiconductor Industry Association* (SIA) – Associação da Indústria de Semicondutores, tendo como membros a Fairchild, a Intel, AMD, NSC e Motorola, que tinha como objetivo primário trocar informações entre as empresas e unificar a atuação de lobby no congresso (BROWNING; SHETLER, 2000, pg. 7). No início, a associação não teve muito sucesso, tanto pela falta de força das companhias (já sendo superadas pelos japoneses) como pelo lobby de importadores de chips de memória DRAM do Japão, que não queriam impor tarifas. Mesmo assim, a associação conseguiu passar uma lei que permitiu a criação de um consórcio privado em P&D em 1984 (BROWNING, SHETLER, 2000, pg.10-11).

Com o deterioramento do mercado americano, a IBM entra na Associação da Indústria de Semicondutores (SIA) no final de 1980, e a Texas Instruments, em 1985. Neste mesmo ano, como já foi relatado, houve uma crise de demanda de semicondutores, levando os monopólios americanos quase à falência. Assim, a SIA entra com um processo contra o Japão, acusando o país de restringir o acesso dos americanos ao seu mercado, baseado na seção 301 do U.S. Trade Act de 1974

(BROWNING, SHETLER, 2000, pg.13). Como a seção 301 dava poderes ao presidente de tomar qualquer ação necessária para prevenir ou retaliar práticas de comércio ilegais, a Associação pedia que Reagan negociasse com o Japão uma solução (PRESTOWITZ, 1988, pg. 56).

O próprio governo também começava a se preocupar, por si só, com sua dependência no Japão por chips essenciais, especialmente por causa dos novos tipos de equipamentos militares de alta tecnologia (BROWNING, SHELTER, 2000, pg. 19).

Assim, surgiu a necessidade de haver uma espécie de consórcio entre o governo e as indústrias para manter a superioridade americana nos semicondutores. De acordo com um relatório do Departamento de Defesa,

"uma ameaça direta à superioridade tecnológica considerada essencial aos sistemas de defesa dos Estados Unidos existe [desde que]

- as forças militares dos EUA dependem pesadamente da superioridade tecnológica para vencer.
- A eletrônica é a tecnologia que mais pode ser alavancada.
- Semicondutores são a chave para liderança em eletrônica.
- Produção competitiva em grande volume [escala] é a chave para liderança em semicondutores.
- Produção em grande volume [escala] é sustentada pelo mercado comercial.
- Liderança em produção em volume comercial está sendo perdida pela indústria de semicondutores. (U.S Department of Defense, 1987, apud. BROWNING, SHETLER, 2000, pg. 20, tradução do autor)²⁰.

Apesar de todos os acordos com o Japão sobre *dumping*, as empresas japonesas (quasi-monopólios) continuavam superiores às americanas, até porque continuavam praticando *dumping* em outros mercados do mundo que não o dos EUA (PRESTOWITZ, 1988, pg. 66). Os acordos da primeira metade da década de 1980 não estavam funcionando, e o Ministério de Comércio Internacional e Indústria japonês (MITI) afirmava que não tinha mais o mesmo controle sobre as empresas. Assim, no início de 1987, com as empresas americanas quase indo à falência, o

²⁰ No original: "a direct threat to the technological superiority deemed essential to U.S. defense systems exists [since]: · U.S. military forces depend heavily on technological superiority to win. · Electronics is the technology that can be leveraged most highly. · Semiconductors are the key to leadership in electronics. · Competitive, high-volume production is the key to leadership in semiconductors. · High-volume production is supported by the commercial market. · Leadership in commercial volume production is being lost by the semiconductor industry." (U.S Department of Defense, 1987, apud. BROWNING, SHETLER, 2000, pg. 20)

Presidente Reagan estabeleceu sanções e tarifas de 300% em vários produtos japoneses (PRESTOWITZ, 1988, pg. 67). Porém, a indústria japonesa tinha penetrado tão significativamente a indústria americana que as sanções não tiveram quase que nenhum efeito (a *market share* dos EUA no mercado japonês chegou a diminuir). De acordo com Prestowitz,

[...] um oficial de alto escalão do MITI me contou que as sanções na verdade demonstraram a fraqueza dos EUA. Ao explicar o porquê, ele observou que a lista de produtos sobre a qual as sanções foram impostas tinha sido difícil de escolher e **não incluía itens significativos e, mais particularmente, não [incluía] semicondutores**. O truque havia sido impor tarifas de modo a punir produtores japoneses mas não prejudicar consumidores americanos. Ao tentar encontrar produtos de importância para companhias japonesas para os quais havia muitos fornecedores alternativos no mercado americano, os especialistas em comércio do presidente tinham descoberto que havia muito poucos: **realmente, os Estados Unidos é tão dependente do Japão que era difícil até mesmo desenhar uma lista significativa**. (PRESTOWITZ, 1988, pg. 67, tradução do autor, grifo do autor)²¹

A partir disso, não é impossível considerar que a relação entre o Japão e os EUA estava se transformando em uma de centro-semiperiferia, com o Japão assumindo o centro, e os EUA adotando a conduta de um país semiperiférico, no sentido estritamente econômico, dessa acepção exclusiva, pois ainda controlam a superestrutura do sistema como compete ao centro. Os monopólios americanos de semicondutores estavam se esvaindo, e, com eles, o centro de decisão econômica. Afinal, de acordo com Wallerstein, são os Estados semiperiféricos os que adotam políticas protecionistas para proteger suas indústrias, além de tentarem aumentar a eficiência de suas próprias empresas. Estados semiperiféricos também são importadores de produtos mais avançados, mesmo exportando para a periferia (WALLERSTEIN, 2004, pg. 29-30). Ou seja, os Estados Unidos estava realmente se tornando economicamente dependente da indústria de semicondutores do Japão.

21 No original: “[...] a highly placed MITI official told me that the sanctions actually demonstrated U.S. weakness. In explaining why, he noted that the list of products against which the sanctions had been imposed had been difficult to choose and included no items of significance and, most particularly, not semiconductors. The trick had been to impose tariffs in such a way as to punish Japanese producers but not hurt American consumers. In attempting to find products of importance to Japanese companies for which there were many alternative suppliers to the U.S. market, the President’s trade experts had discovered that there are all too few: indeed, the United States is so dependent on Japan that it was difficult even to draw up a meaningful list.”(PRESTOWITZ, 1988, pg. 67)

Percebendo que as tarifas não estavam funcionando, os Estados Unidos decidem criar a Sematech²², em 1987. A Sematech, sendo um consórcio de treze empresas e o governo dos EUA, abrangendo 80% da indústria americana de semicondutores (PRESTOWITZ, 1988, pg. 68; BROWNING, SHETLER, 2000, pg. 205), vai se configurar como a utilização dos EUA das suas capacidades estatais e de seus monopólios para retomar os processos centrais e o centro de decisão econômica, retornando ao centro da economia-mundo. Ou seja, a Sematech, no final dos anos 80, é o equivalente americano àquilo que o Ministério de Comércio Internacional e Indústria (MITI) foi para o Japão nas décadas de 1960-1970.

O consórcio Sematech tinha como objetivo declarado prover a indústria americana de semicondutores de capacidades para a liderança mundial em manufatura [de chips] (BROWNING, SHETLER, 2000, pg. vii). Assim, as metas da Sematech eram melhorar os processos de fabricação, o gerenciamento das fábricas e a infraestrutura da indústria. Metade de seu orçamento vinha das empresas e metade do governo americano, somando 200 milhões de dólares anualmente (BROWNING, SHETLER, 2000 pg.206).

A partir da Sematech, que teve como CEO Robert Noyce da Intel, estabeleceram-se metas e prioridades de manufaturas em fases. A Fase 1 seria atingir a tecnologia dos 800nm (nanômetros); a fase 2, dos 500nm, e a fase 3, dos 350nm. Atingir e completar a fase 3 até 1992 era considerado necessário para que os Estados Unidos recuperassem e mantivessem a liderança global na fabricação de semicondutores (BROWNING, SHETLER, 2000, pg. 32).

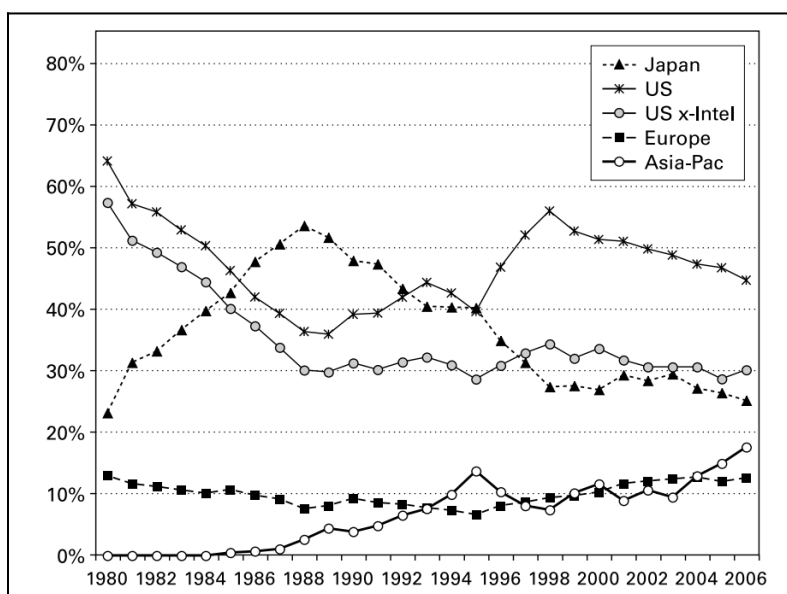
A Sematech foi instalada em Austin, no Texas, num terreno alugado pela Universidade do Texas, algo que fazia parte do incentivo fiscal para o consórcio, e aproximava a indústria da produção de conhecimento universitária (BROWNING, SHETLER, 2000, pg. 206). A Sematech contribuiu especialmente para novas tecnologias de produção em escala, que eram então repassadas às empresas do consórcio. Isso incluía não apenas métodos de design e produção, como também a aquisição e produção doméstica de equipamentos de produção de semicondutores (BROWNING, SHETLER, 2000, pg. 179, 208).

22 *Semiconductor Manufacturing Technology*

A combinação da queda da importância de chips de memória DRAM, o aumento na importância de microprocessadores e a tecnologia e investimento obtidos com a Sematech, fizeram com que a indústria americana de semicondutores voltasse a ter preponderância mundial. A principal empresa americana nessa mudança foi a Intel, que, escolhida pela IBM como fornecedora de microprocessadores, obteve acesso ao mercado e criou um monopólio, sendo responsável por 1/5 das vendas de semicondutores no final dos anos 1990, sendo que, em 1999, ela também correspondia a 82% do mercado de microprocessadores (BROWN, LINDEN, 2009, pg. 21).

No gráfico da figura 2, é possível visualizar tanto o crescimento do Japão nos anos de 1980 como a volta da indústria americana, puxada principalmente pela Intel, a partir dos anos de 1990. Não apenas isso, como também se percebe a redução do Japão como parte do *market share* da Ásia em geral, o que nos leva ao crescimento da indústria de Taiwan e da Coreia.

FIGURA 2



FONTE: BROWN, LINDEN, pg. 23

3.5 COREIA PASSA À FRENTE DO JAPÃO: O “SUPER-MONOPÓLIO” DA SAMSUNG

Até agora, foi possível perceber a importância do monopólio como mecanismo para se obter os processos centrais e centros de decisão econômica, na Terceira Revolução Industrial, por parte dos Estados semiperiféricos. Inicialmente, os monopólios de comunicação americanos que inventaram o transistor, seguidos pelos monopólios japoneses de comunicação que, com a ajuda do governo, adquiriram superioridade na indústria de chips de memória DRAM (possivelmente se tornando o novo centro do capitalismo, ainda que muito brevemente), e, por fim, a retomada dos Estados Unidos com o consórcio Sematech e a Intel.

Assim, seria de se esperar que o Japão mantivesse a liderança em chips de memória DRAM, agora um processo central, mas menos importante que chips lógicos (microprocessadores). No entanto, a Coreia está, hoje, à frente do Japão na produção de chips de memória DRAM, principalmente devido à Samsung. Assim, analisar a maneira que a Coreia utilizou a Samsung para obter a produção de chips é importante para compreender o papel do monopólio.

Isso se deve ao fato de que o Japão, sendo o primeiro a adentrar na Terceira Revolução Industrial no Leste Asiático, estabeleceu, nos anos de 1970, uma espécie de divisão do trabalho na Ásia, sendo ele o “centro” (não da economia-mundo inteira, mas em relação à Ásia), enviando para países como Coreia e Taiwan suas indústrias já tecnologicamente defasadas (VIZENTINI, 2005, pg. 110-111).

Assim, o desenvolvimento do Japão promovia, também, o desenvolvimento desses outros. No entanto, a disputa com os Estados Unidos, o que inclui, também, o Acordo de Plaza (1985), valorizando o iene, levou a uma maior diversificação dos investimentos japoneses, tentando fugir do enfrentamento americano (VIZENTINI, 2005, pg. 110-111). Por isso, grande parte das *joint-ventures* foram feitas com empresas japonesas, mesmo estas sendo competidoras.

Originalmente, a Coreia começou como *offshore* de montagem e encapsulamento dos Estados Unidos, sem que houvesse nenhuma fábrica de

semicondutores. Assim, como um dos principais fatores para a alocação da realização de montagem e encapsulamento de chips é o salário (como descrito no capítulo 1), o aumento do salário médio na Coreia em relação aos outros Estados, comparado com os outros países do Leste Asiático, tinha o risco de colapsar a indústria (MORRIS, 2008, pg.106).

Assim, a Coreia decidiu se utilizar do seu super monopólio, a Samsung, para adquirir o centro de decisão da microeletrônica, com foco nos chips de memória. A Samsung começou como um grupo industrial (ou seja, um conglomerado) em áreas não tecnológicas (BROWN, LINDEN, 2009, pg. 21). Começou sendo uma comercializadora de comida ainda durante a ocupação japonesa, e, na década de 1950, se tornou uma refinadora de açúcar. Com o sucesso, expandiu-se para os têxteis, com a ajuda de engenheiros alemães. Após o golpe militar de 1961, seu dono, assim como vários outros empresários coreanos, foram presos, e soltos após submeterem suas empresas ao governo. Em 1969, a Samsung entra no mercado de eletrônicos, a partir de *joint-ventures* com empresas japonesas como NEC, e em 1974, entrou na indústria de semicondutores (MORRIS, 2008 pg. 108; CHO, MATHEWS, 2007, pg. 106). Basicamente, a Coreia assumia a liderança em indústrias menos avançadas enquanto o Japão avançava para mais tecnológicas (RADELET, SACHS, 1997, pg. 52).

Em 1983, a Samsung decidiu apostar o futuro da empresa na produção de chips de memória DRAM, naquela época, dominada pelos japoneses. O salto inicial se deu com o licenciamento de chips de memória DRAM da empresa americana Micron (nesta época, dentro da Associação da Indústria de Semicondutores – SIA - americana) e lutando pela sobrevivência contra o *dumping* japonês, como já foi visto), além de contratar vários engenheiros americanos pagando um salário três vezes maior que o do presidente da empresa. Em 1984, a Samsung já representava 10% do PIB da Coreia, mas, apesar do crescimento e do avanço tecnológico, o investimento em capital ainda era vastamente superior às receitas das vendas, e a indústria de semicondutores coreana, em geral, ainda não era lucrativa em 1987 (MORRIS, 1990, pg. 108-109). Mesmo assim, as indústrias se mantinham, e continuavam investindo, devido ao intenso apoio do governo, por meio de bancos

estatais (mais no início) e, depois, por meio de seus próprios ganhos em outras áreas (CHO, MATHEWS, 2007, pg. 125-126).

A grande oportunidade da Samsung e da Coreia veio com o acordo entre Japão e os EUA estabelecendo um preço mínimo de chips de memória nos EUA em 1986. A Samsung conseguiu um retorno alto e rápido para seus investimentos em chips de memória DRAM, sustentando seu deficit. Além disso, garantiu a possibilidade de economia de escala, e a empresa passou a produzir chips de memória DRAM 1M em massa (KIM, 1996, pg. 29). Muito do sucesso da Samsung veio de sua característica monopolística e de conglomerado, já que a empresa tinha experiência em diversas áreas de produção em massa (CHO, MATHEWS, 2007, pg. 107, 122-123).

É importante notar também que o desenvolvimento da tecnologia mais avançada na Coreia, sem depender de licenças de fora, se deve também ao fato de que, na metade dos anos 1980, os monopólios coreanos (principalmente Samsung e Hyundai – esta, com história muito semelhante à da Samsung, mas em menor escala) e o governo, coreano, por meio do Ministério de Comércio, Indústria e Energia, criaram um consórcio de estudo de chips, similar ao projeto de Very Large-Scale Integrated Circuit (VLSI) de 1975 do Japão, mas com foco em design e fabricação de chips, na tentativa de alcançar chips de memória mais avançados como de 1M e 4M (CHO, MATHEWS, 2007, pg. 128). O projeto foi bem-sucedido, e a atuação do governo continuou, ainda que diminuída, no oferecimento de crédito para atingir as novas gerações, de 16M e 64M, com este último sendo atingido em 1992. Ainda na década de 1990, a Coreia desenvolveu o primeiro chip de memória 256M e um novo tipo de chip de memória DRAM, SDRAM, em cooperação com a NEC japonesa, passando à frente do Japão na indústria de chips de memória. O exemplo mais claro disso é o fato de que a Samsung passou a transferir tecnologia para empresas japonesas a partir do SDRAM (Um novo tipo de chip de memória mais potente e eficiente) (KIM, 1996, pg. 29; CHO, MATHEWS, 2007, pg. 137).

Assim, o Japão perdeu sua liderança em chips de memória, mas ainda tinha uma produção significativa. No entanto, uma das empresas americanas, Micron Technologies, não tinha saído do mercado de chips de memória, e adotou uma nova

estratégia para competir. Em 1998, a Micron comprou as operações dos chips de memória da Texas Instruments, e passou a investir não em novas tecnologias de produção, mas em novos métodos de design de chips para cortar custos. Isso fez com que a Micron, ainda que atrás dos japoneses tecnologicamente, pudesse fabricar chips muito mais baratos: em 1998, um chip 16M da Micron custava 4 dólares, enquanto um japonês custava 6 dólares (ANCHORDOGUY, 2005, pg. 191; BROWN, LINDEN, 2009, pg. 22). Assim, os monopólios japoneses foram pegos entre “a cruz e a espada”, pois eram menos eficientes que os americanos, e também menos tecnológicos que os coreanos. Dessa forma, já em 2003, a Samsung era líder na produção de chips de memória DRAM, com aproximadamente 30% do mercado, seguida pela Micron, com 20%. A primeira empresa japonesa, na lista, aparecia com menos que 5% do mercado (ANCHORDOGUY, 2005, pg. 188).

Dessa forma, confirmou-se a derrota dos monopólios japoneses de semicondutores e a vitória dos EUA e da Coreia do Sul. De certa maneira, foi realizado uma espécie de “movimento de pinça” contra a indústria japonesa: os coreanos “atacando” “por cima”, ou seja, na alta tecnologia de ponta (*high-end*), e os americanos “atacando” “por baixo”, na produção maciça de baixa tecnologia (*low-end*). Porém, apesar de a indústria coreana ter se mantido, os monopólios americanos, líderes em manufaturas, acabaram perdendo a capacidade de fundir e fabricar seus próprios designs de chips, recorrendo a fundições (*foundries*) em outros países, especialmente Taiwan. Assim, na última sessão desse capítulo, resta analisar a ascensão de Taiwan na indústria de semicondutores, o papel de seus monopólios nessa ascensão, e a redução da manufatura de chips nos EUA.

3.6 TSMC EM TAIWAN E O FIM DAS EMPRESAS INTEGRADAS E VERTICALIZADAS

A indústria de semicondutores em Taiwan tem seu início em 1973, com a criação do Instituto de Pesquisa de Tecnologia Industrial (ITRI²³), com o objetivo de transformar a indústria do país em algo mais tecnológico – isto é, internalizar

23 Industrial Technology Research Institute

processos centrais, por meio da transferência tecnológica (MATHEWS, 1997, pg. 31). No mesmo ano, sob o ITRI, é criada a Organização de Serviço de Pesquisa em Eletrônica (ERSO)²⁴, um laboratório especial para dar início à indústria em Taiwan. Por meio de transferência de tecnologia com a empresa americana RCA, a ERSO conseguiu construir sua primeira fábrica de semicondutores, e passou a produzir os chips de relógio para os americanos (CHO, MATHEWS, 2007, pg. 158-159).

Um dos principais incentivadores da criação da indústria de semicondutores de ponta em Taiwan foi o primeiro-ministro à época, Chiang Ching-kuo, filho de Chiang Kai-shek. Foi sob sua liderança que o foco da indústria mudou de bens manufaturados intensivos em trabalho para intensivos em tecnologia. Para complementar a indústria eletrônica nascente, Ching-kuo promoveu, também, o desenvolvimento da indústria de petroquímicos, aço e alumínio, ou seja, de capital intensivo, assim como investimento em infraestrutura. De certa forma, era a conclusão da inserção na Segunda Revolução Industrial e a abertura para entrada na Terceira. Esses investimentos, por meio de *joint-ventures* público-privadas foram muito influenciados, também, pela perspectiva pessoal do primeiro-ministro como engenheiro ex-marxista, que havia estudado na União Soviética (TAYLOR, 2000, pg. 68, 313-314).

Já em 1979, o governo decide criar o Hsinchu Park, que tinha como objetivo ser uma cópia do Vale do Silício em Taiwan. 70 km ao sul de Taipei, o Parque estatal ofereceu termos atrativos para que empresas de tecnologia se estabelecessem ali, incentivos esses de todos os tipos, incluindo empréstimos subsidiados e isenções fiscais. Além disso, o parque provia instalações e infraestrutura para a vida dos engenheiros que viriam a trabalhar nas indústrias, incluindo estrangeiros (MATHEWS, 1997, pg. 30-31).

Mesmo assim, em 1980, Taiwan ainda não tinha nenhuma fábrica, contando apenas com instalações de montagem e encapsulamento. Dessa forma, o Estado, por meio da Organização de Serviço de Pesquisa em Eletrônica (ERSO), decide criar a sua própria empresa, como uma fábrica piloto. Foi criada então a United Microelectronics Corporation (UMC), em 1980, a primeira fábrica/fundição instalada

24 Electronics Research Service Organization

no parque Hsinchu. Apesar de ter sido criação do governo, apenas 49% do investimento veio do Estado, para um total de 14 milhões de dólares (CHO, MATHEWS, 2007, pg.160).

Com o avanço das empresas coreanas, e a disputa entre Japão e Estados Unidos, Taiwan corria o risco de se tornar o local onde esses monopólios estrangeiros estabeleciam suas produções menos lucrativas. Assim, decide-se por investir significativamente em tecnologias mais avançadas e produção em escala. A solução foi uma *joint-venture* entre a Philips holandesa e uma nova companhia criada, em 1986, chamada de Taiwan Semiconductor Manufacturing Corporation (TSMC). Essa companhia seria apenas uma fundição (*foundry*), ou seja, faria a produção de chips encomendados por outras empresas, e não produtos próprios. Assim, a TSMC virou o centro das operações de semicondutores do Estado (CHO, MATHEWS, 2007, pg. 160; MATHEWS, 1997, pg. 36).

Como a produção de chips de memória era muito competitiva, e a criação da TSMC coincidiu com as disputas intensas entre Coreia, Japão e EUA, Taiwan decidiu por focar a produção em outros tipos de chip. O mais importante desses foi o chip lógico (microprocessador), que, a partir dos anos de 1990, começa a se tornar a peça chave da indústria de semicondutores (CHO, MATHEWS, 2007, pg. 167-168).

Assim, em 1995, tanto UMC quanto TSMC eram fundições (*foundries*) puras e, diferentemente dos japoneses e coreanos, tinha se concentrado em microprocessadores e não em chips de memória DRAM. A preponderância dessas duas empresas em Taiwan na parte de manufatura fez com que surgissem diversas empresas de *design* em Taiwan, todas elas contratando ou TSMC ou UMC para a produção de seus chips. Além disso, elas produziam chips para empresas integradas e verticalizadas que não tinham capacidade suficiente para suprir a demanda. Isso garantiu a escala, assim como consolidou a parte da fabricação, para essas duas empresas (CHO, MATHEWS, 2007, pg. 195; MCLELLAN, NENNI, 2014, pg. 66).

Com o crescimento desse modelo de fundição (*foundry*), já não era mais proibitivamente dispendioso criar uma empresa de semicondutores, desde que fosse

uma empresa sem fábrica própria, já que o investimento mínimo só deveria criar uma casa de *design*, que poderia produzir seus chips em Taiwan. Mas, o desenvolvimento de novas tecnologias, fez com que o custo de se construir uma nova fábrica crescesse exponencialmente, o que incentivava a terceirização da produção para Taiwan. Por fim, o próprio custo de uma nova fábrica era impeditivo para qualquer empresa que não fosse já um monopólio (MCLELLAN, NENNI, 2014, pg. 72-74) Por exemplo, “*quando uma fábrica custa \$3 bilhões para construir, uma companhia enfrentaria um custo de depreciação de, aproximadamente, \$1 bilhão por ano, o que significa que ela precisa ter um negócio de semicondutores funcional de talvez 5\$ bilhões, próximo ao tamanho da AMD*” (MCLELLAN, NENNI, 2014, pg. 74, tradução do autor)²⁵. Hoje, com o custo da fábrica sendo em torno de 10 bilhões de dólares, o impedimento é ainda maior.

Assim, pode-se deduzir que a criação da TSMC, e seu formato de fundição (*foundry*), garantiu-lhe uma demanda por escala muito maior que qualquer outra empresa. Dessa forma, o monopólio de Taiwan não apenas permitiu ao país adquirir os processos centrais de semicondutores, como, por transferir grande parte da manufatura para lá, se tornou o centro de decisão econômica da economia-mundo em geral. De certa forma, o surgimento da fundição e a necessidade de escala, criaram um jogo de soma zero, e, hoje, a TSMC corresponde a mais de 50% da capacidade de produção de chips lógicos do mundo. Além disso, sendo a TSMC uma das únicas empresas que realmente fabricam os chips, apenas ela, a Samsung e a Intel (esta última que se manteve como empresa integrada e verticalizada) detém a capacidade de produzir chips de última geração (com a Intel atrás das outras duas) (KHAN *et al.*, 2021, pg. 22-23). Além disso, a Samsung, antes uma empresa integrada e verticalizada, entrou no mercado de fundição e passou a fabricar chips de memória DRAM para outras empresas, da mesma maneira que a TSMC o faz para chips lógicos (MCLELLAN, NENNI, 2014, pg.77).

Assim, hoje, os Estados Unidos dependem de Taiwan para a produção de chips de alta tecnologia, assim como haviam dependido do Japão, nos anos 1980,

25 No original: “*when a fab cost \$3 billion to build, a company would face a depreciation cost of roughly \$1 billion per year, meaning that they need to have a running semiconductor business of perhaps \$5 billion, around the size of AMD*” (MCLELLAN, NENNI, 2014, pg. 74)

para a produção de chips de memória. Enquanto em 1990, época dos chips lógicos (e início do fim para os japoneses), os Estados Unidos detinham 37% da fabricação global de semicondutores, hoje correspondem a apenas 10%. Os Estados Unidos continuam a ser os líderes em P&D, mas, em 2019, não possuíam nenhuma empresa capaz de produzir chips abaixo dos 10nm. Taiwan detém 92% desse mercado (TSMC), com os outros 8% sendo da Coreia (Samsung, chips de memória DRAM) (SIA. 2021, pg. 19).

Dessa forma, a disputa pelo centro de decisão passa, também, pela disputa sobre Taiwan. Por isso, a disputa entre China e Estados Unidos se torna de extrema relevância, assim como a análise da indústria chinesa de semicondutores, seus monopólios, e a preparação para a nova revolução industrial, de inteligência artificial e 5G.

4 A ASCENSÃO DA CHINA E A DISPUTA PELO CENTRO DE DECISÃO EM TAIWAN

Nesse capítulo, será apresentada a ascensão da China na indústria de semicondutores e a relação dessa ascensão com a aliança sino americana no final da Guerra Fria. Além disso, será analisado como a disputa entre os Estados Unidos e a China pelo controle do centro de decisão se dá por meio do ataque aos monopólios do outro, e promoção dos seus próprios. Por fim, será analisado como a TSMC é quase que essencial para a dissuasão de Taiwan, e, portanto, para sua sobrevivência como Estado.

4.1 O SURGIMENTO DA INDÚSTRIA CHINESA DE SEMICONDUTORES

A China começou o desenvolvimento de sua indústria de semicondutores na década de 1950, com ajuda técnica da União Soviética, com a Academia Chinesa de Ciências e o 13º Instituto de Pesquisa sendo direcionados para a pesquisa de semicondutores. Grande parte da indústria de chips chinesa era destinada a equipamentos militares, e a ajuda soviética em computadores foi crucial para o desenvolvimento da primeira bomba de hidrogênio chinesa, e continuou a ser até os anos 1980 (CHU, 2015, pg. 88).

Porém, o desenvolvimento chinês, tanto com a ajuda soviética, como autonomamente, não foi muito bem-sucedido. Apesar de ter desenvolvido o primeiro circuito integrado nacional em 1965, apenas três anos após o primeiro no mundo, a maioria das empresas chinesas não os produzia ainda (afinal, não havia demanda em escala), e se restringiam a produzir meros transístores (CHU, 2015, pg. 88; VERWEY, 2019, pg. 10). A principal produtora de semicondutores chineses nesta época era a Huajing²⁶, com uma fábrica fundada em 1960 em Wuxi, próxima a Shanghai, com apenas 300 trabalhadores (MAYS, 2013, pg. 130).

A mudança radical no desenvolvimento da China começa na década de 1970,

26 Somente adquiriu esse nome em 1989

quando o país entra em uma aliança com os Estados Unidos contra a União Soviética. A mudança no alinhamento começa na década de 1960, quando a China passa a mudar o foco de sua política externa da segurança (o que exigia aliança com a União Soviética, vide Guerra na Coreia e Crise dos Estreitos de Taiwan) para a economia e autonomia (o que exigia deixar de ser periferia da URSS) (VIZENTINI, 2004, pg. 104). Logo após o cisma sino-soviético, começa a Revolução Cultural, que interrompe quase todo o progresso no desenvolvimento de semicondutores (VERWEY, 2019, pg. 10).

Assim, no início da década de 1970, a aliança da China com os Estados Unidos tinha como objetivo balancear a União Soviética (que, desde o cisma, ameaçava a fronteira norte chinesa) e garantir um caminho para o desenvolvimento econômico e industrial. Além disso, a reaproximação com os EUA permitiu que a China assumisse seu lugar no Conselho de Segurança da ONU e normalizasse suas relações com o resto do mundo. Em 1976, morreu Mao Zedong e assumiu um novo grupo, reformista, liderado por Deng Xiaoping. As Quatro Modernizações, adotadas em 1978, tinham como foco abrir a economia chinesa, associando-a à Terceira Revolução Industrial em curso (semicondutores) e ao crescimento dos outros países asiáticos (o Japão já estava alcançando os EUA na produção de chips), ainda que mantendo um sistema político socialista (VIZENTINI *et al.*, 2013, pg. 115-116).

É justamente a partir da abertura de Deng Xiaoping que a indústria de semicondutores chinesa tem uma mudança significativa. Com a expansão do mercado de eletrônicos na China, fruto da abertura econômica e da entrada de capitais no país, a fábrica da Huajing em Wuxi, ainda a principal empresa de semicondutores da China, passa a produzir transístores em maior escala, produzindo, agora, também para o mercado civil, e não apenas com cunho militar (MAYS, 2013, pg. 131).

Devido ao ganho de escala, a Huajing foi escolhida pelo governo chinês para ser a realizadora de dois projetos de produção de circuitos integrados, chamados de Projeto 65 e Projeto 75, parte do 6º e 7º Plano Quinquenal, na década de 1980 (MAYS, 2013, pg. 133). Além disso, os governos regionais tiveram a liberdade de estabelecerem *joint-ventures* com empresas de fora, o que culminou na formação de

três empresas de semicondutores em Shanghai e Pequim. As *joint-ventures* foram estabelecidas com a Philips holandesa, a NEC japonesa e a ITT belga, com Shanghai e Pequim se utilizando de seus já estabelecidos monopólios de aço e telecomunicações para fazer essas *joint-ventures* (LI, 2011, pg. 24).

Na década de 1990, com o 8º Plano Quinquenal, a China tentou transformar a Huajing em uma empresa integrada de ponta, com investimentos maciços e com acordos de transferência de tecnologia com os EUA. O objetivo era de que essa empresa de ponta em circuitos integrados pudesse trazer benefícios e incentivar o desenvolvimento de outras indústrias acessórias de semicondutores e outros eletrônicos (MAYS, 2013, pg. 140, 145; VERWEY, 2019 pg. 11). Isso seria feito com a criação de uma fábrica relativamente moderna e a criação de centros de *design*, além de avançar na geração de chips que a China pudesse produzir. No entanto, o projeto só foi completado em 1997, atrasado, e, apesar de ter atingido o que se propôs a fazer, a indústria mundial já tinha avançado ainda mais (LI, 2011, pg. 25).

Um dos aspectos importantes desse primeiro momento foi a adoção, por parte da China, do modelo taiwanês de fundição. Esse modelo foi adotado pela Huajing após negociações com uma delegação taiwanesa. Resumidamente, Taiwan criaria uma empresa em Hong Kong que forneceria capital e clientes para a Huajing, que passaria a trabalhar apenas com a fabricação. Essa cooperação contribuiu para a aquisição de conhecimentos organizacionais e estabilidade financeira, e foi ampliada com a formação de uma *joint-venture* em 1999, garantindo ainda mais transferência tecnológica (MAYS, 2013, pg. 163-165). Com a adoção do modelo taiwanês, a China também abandonou os planos de criar uma empresa integrada gigante, e optou pela desverticalização da sua indústria de semicondutores (MAYS, 2013, pg. 175)

Em 1995, o Ministério da Indústria Eletrônica e o Conselho de Estado chinês decidiram criar um novo projeto, o Projeto 909, para criar um “campeão nacional” na indústria de semicondutores, atingindo a indústria de ponta, com investimento de 500 milhões de dólares (MAYS, 2013, pg. 199). Além disso, tinha como objetivo desenvolver propriedade intelectual própria em semicondutores, eliminando a dependência estrangeira, baseando a competitividade da manufatura no grande mercado chinês (ou seja, na escala continental do país) (LI, 2011, pg. 30). A

empresa escolhida foi o Grupo Shanghai Huahong que incluía as empresas de *joint-venture* de Shanghai anteriormente apresentadas e algumas outras (MAYS, 2013, pg. 200; VERWEY, 2019, pg.11).

A peça central desse projeto era a construção de uma fábrica moderna, que começou a ser construída pela Huahong-NEC (*joint-venture*) em 1997, que ficou pronta em 1999, já começando a produção, principalmente de chips de memória DRAM. Além disso, Huahong investiu em diversas empresas de *design*, que, apesar de não ter tido sucesso na ponta, conseguiu desenvolver chips importantes para o monopólio, como chips de celular, cartão de transporte, identidade, bancário, etc. Quando houve a queda no mercado de chips de memória DRAM internacional em 2002, e o contrato com a NEC japonesa terminou, o que manteve a empresa de pé foram justamente esses chips, tendo como principal cliente o governo (LI, 2011, pg. 31-37). Porém, o declínio da Huahong em 2002 foi compensado pelo surgimento de outra empresa, que viria a ser o principal campeão nacional (monopólio) chinês de semicondutores, a Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC), estando hoje entre as cinco maiores fundições do mundo (VERWEY, 2019, pg. 11-12). Tanto o governo central chinês quanto o municipal de Shanghai ofereceram benefícios para que a SMIC se estabelecesse ali, com financiamento inicial de quase 1,5 bilhão de dólares, 1/3 vindo de empréstimos do governo chinês (MAYS, 2013, pg. 233).

Muito do sucesso da SMIC veio da contratação global de engenheiros que já trabalhavam na indústria de ponta, em especial aqueles de origem chinesa. Apesar do salário na SMIC ser significativamente mais baixo, essas pessoas foram motivadas a entrar na empresa pela oferta de ações da SMIC. A fábrica de semicondutores da SMIC, que começou a ser construída em 2000, já entrava em produção em massa em 2002 (LI, 2011, pg. 47).

Esse novo monopólio foi fortemente protegido e incentivado pelo governo chinês. Essas proteções incluíram desoneração tributária, redução em tarifas, entre outras. Além disso, os governos municipais e provinciais (em especial Chengdu, Wuhan e Shenzhen), incentivados pelo governo central, construíam a fábrica de semicondutores, que era então alugada e, depois, vendida para a SMIC.

Basicamente, a SMIC era poupada do investimento massivo e da necessidade de atuar sem lucro por anos a fio, até que o investimento na fábrica se pagasse. Dessa forma, ela criava escala, se espalhando pela China e criando *clusters* de desenvolvimento (MAYS, 2013, pg. 234-235).

O investimento financeiro na SMIC foi enorme: mais de 2 bilhões de dólares em empréstimos de bancos nacionais e estrangeiros, quase 2 bilhões pela bolsa de valores, além de investimos do fundo soberano chinês (LI, 2011, pg. 51). A partir desses investimentos maciços, a SMIC conseguiu avançar rapidamente na tecnologia, obtendo licenças de chips DRAM e lógicos (microprocessadores) (LI, 2011, pg. 55). Já em 2007, a SMIC tinha basicamente alcançado a indústria americana na tecnologia de chips (LI, 2011, pg. 44). No entanto, ao mesmo tempo em que a SMIC e a produção de semicondutores crescia na China, e se tornava mais avançada, a demanda por semicondutores, vinda da inserção do novo paradigma (chips) em velhas indústrias (como automóveis) e também novas (como celulares), crescia ainda mais. Em 2010, a China já correspondia a 40% do mercado de semicondutores, o maior do mundo, e, em 2016, chegou a 56% (MAYS, 2013, pg. 290; MAJEROWICZA; MEDEIROS, 2018, pg. 20). Sendo o maior mercado de computadores pessoais e *smartphones*, a China começa, também a desenvolver seus monopólios nessas áreas, especialmente a Huawei (MAJEROWICZA; MEDEIROS, 2018, pg. 19).

Apesar do grande desenvolvimento da SMIC, o crescimento chinês foi capturado por empresas de fora, em especial a Intel e a Samsung. Assim, em 2014 - coincidentemente ou não, ano seguinte às revelações de Edward Snowden envolvendo a Intel²⁷ (MAJEROWICZA; MEDEIROS, 2018, pg. 20) – a China cria o *Guidelines to Promote National Integrated Circuit Industry*, um Plano Nacional de promoção da Indústria de Circuitos Integrados. Esse plano nacional tem como objetivo estabelecer uma indústria de ponta em todas as áreas de semicondutores e circuitos integrados até 2030 e suprir 70% do mercado interno até 2025, o que será feito com o investimento de um Fundo Nacional de 150 bilhões de dólares, vindos

²⁷ Em 2013, foi revelado, por Edward Snowden, por meio de jornalistas dos jornais *The Guardian* e *The Washington Post*, um programa de vigilância e espionagem global americano, PRISM, de coleta de dados, que tinha como parceiros grandes empresas de tecnologia americana (incluindo a Intel), e causaram grande medo de espionagem americana por todo o mundo, incluindo na China (ROSEN, BAO; 2013)

principalmente de monopólios estatais e bancos (VERWEY, 2019, pg. 13).

Apenas um ano depois, em 2015, a China lançou outra iniciativa, o Made in China 2025. Esse novo projeto tem como objetivo desenvolver vários setores industriais chineses como líderes mundiais, incluindo o de semicondutores. Vários fundos regionais e nacionais serão utilizados no desenvolvimento especialmente de capacidade de P&D, seja por desenvolvimento autônomo, seja pela aquisição de projetos externos localizados na China. Por fim, esses benefícios também são disponibilizados para monopólios estrangeiros que queiram se estabelecer e expandir na China, mas somente em acordos que incluam transferência de tecnologia, principalmente em *joint-ventures* (VERWEY, 2019, pg. 14, 17-19).

Assim, com a China alcançando a fronteira tecnológica e a produção em massa de semicondutores, ela se aproxima de se transformar no centro da economia-mundo, inevitavelmente atraindo a competição direta dos Estados Unidos contra si, e, especialmente, contra seus monopólios.

4.2 EUA E CHINA, O ATAQUE AOS MONOPÓLIOS E A IMPORTÂNCIA DE TAIWAN

Hoje, a indústria de semicondutores de ponta não está localizada nem na China, nem nos Estados Unidos, mas em Taiwan. Considerando os processos de ponta como os mais avançados que 10 nm, Taiwan detém a grande parte da produção em massa, seguida, ainda que de longe, pela Coreia. Os Estados Unidos estão, atualmente, dominando apenas nas gerações de 10-22 nm, enquanto a China, ainda que mais atrasada, já domina as gerações anteriores, sendo responsável por parte significativa da produção destas. No entanto, continua estando atrás de Taiwan. (SIA, 2021, pg. 19).

Por esse motivo, pode-se considerar que os Estados Unidos e a China detém o centro de decisão econômica (afinal, conseguem produzir chips), mas que, por dependerem significativamente de Taiwan (e em menor escala da Samsung), essa posse do centro de decisão está constantemente ameaçada. Por isso, a competição estatal entre China e Estados Unidos, como visto no capítulo 2, se dará, também, na

disputa entre os monopólios, em cooperação com o Estado. Além disso, essa competição se dará não apenas na indústria de semicondutores, como se espalha para as novas indústrias, que começam a germinar a próxima revolução industrial, como o 5G.

Uma diferença significativa entre a disputa entre os Estados Unidos e a China, que diferencia da disputa entre os americanos e japoneses do final do século XX, é que o Japão, diferentemente da China e dos EUA, não possui escala para a produção. Evidentemente, é um país muito menor que os outros dois, continentais. Além disso, o Japão (assim como a Coreia, e talvez até mesmo Taiwan), até hoje, não é exatamente um país soberano, pois são fundamentalmente dependentes dos Estados Unidos para a proteção militar (ARRIGHI, 2008, pg. 6-7). É possível afirmar, então, que os Estados Unidos pôde recuperar sua liderança em semicondutores pois sua pressão sobre o Japão era não apenas pressão, mas também ordem. Isto é, uma reformulação na construção da divisão internacional do trabalho e na estruturação de uma cadeia de valores (*supply chain*) global, imposta sobre o Japão pelos americanos. A China, por sua vez, não é um Estado vassalo dos EUA, sendo uma Grande Potência (ARRIGHI, 2008, pg. 8). Assim, os americanos não tem o mesmo peso e força para forçar os chineses a não chegarem na dianteira, do jeito que fizeram com os japoneses. Além disso, a própria escala da China, sendo um Estado continental e principal mercado de eletrônicos e semicondutores (MAYS, 2013, pg. 290, MAJEROWICZA; MEDEIROS, 2018, pg. 20), permite que ela não seja dependente da entrada no mercado americano, dependendo apenas da endogeneização do centro de decisão em sua própria economia.

A disputa entre China e Estados Unidos se intensificou a partir do anúncio do Pivô para a Ásia, de Barack Obama, em 2011, estratégia de natureza militar, e, em paralelo, eram feitas as negociações do *Trans-Pacific Partnership* (TPP), acordo de livre comércio. A China respondeu com a criação da *Regional Comprehensive Economic Partnership* (RCEP) em 2011 e o lançamento do *Belt and Road Initiative* (BRI) em 2013 (MARTINS; SILVA, 2020, pg. 21). Assim, é possível compreender a promoção do Plano Nacional de circuitos integrados da China, em 2014, que vai promover significativamente a SMIC, como parte desse pacote de respostas ao

redirecionamento dos Estados Unidos para o Leste Asiático.

Porém, com a eclosão das guerras no Oriente Médio derivadas da Primavera Árabe, esse Pivô pra Ásia foi atrasado. Assim, em 2016, a campanha (vitoriosa) de Donald Trump à presidência tinha como foco a paz (sair das guerras do Oriente Médio) e combater o déficit comercial (MARTINS; SILVA, 2020, pg. 22). O melhor resultado da balança comercial americana nos últimos 30 anos havia sido o de 1991, com déficit de 66 bilhões, na mesma época em que os EUA retomavam a produção de semicondutores com os chips lógicos, como descrito no capítulo 2.

Trump começa, então, em 2018, a guerra comercial, incluindo a imposição de tarifas de 25% sobre semicondutores chineses. A China retaliou, também impondo sanções, mas deixando de fora os circuitos integrados. Os chineses cederam dois anos depois, num acordo que planejou reduzir o déficit comercial em 200 bilhões de dólares, incluindo produtos da indústria de semicondutores (BOWN, 2020, pg. 374-375).

Em seguida, em 2019, os Estados Unidos impuseram medidas de controle de exportação da indústria de semicondutores para a China, focando, em especial, na Huawei (BOWN, 2020, pg. 376). É importante notar que a indústria de semicondutores, partindo do modelo de Carlota Perez, já está, hoje, na sua fase de maturidade: grandes monopólios estabelecidos, limites na inovação, dificuldade imensa de entrada, infraestrutura já estabelecida (fábricas bilionárias).

Assim, é provável que, da indústria de semicondutores, surja a nova Revolução Industrial, provavelmente encabeçada pelo 5G e inteligência artificial. Isso porque a nova Revolução Industrial terá como base a digitalização que tem como insumo mínimo os chips, além disso, a nova Revolução Industrial surge no ápice da anterior, como exemplo dos próprios semicondutores que surgiram da eletricidade, do aço e da química fina. A Huawei, por sua vez, é o monopólio chinês nessa área, e está desenvolvendo o 5G mais rapidamente que os monopólios americanos. Muito desse sucesso se deve aos investimentos chineses maciços na empresa, assim como a escala do mercado interno chinês de telecomunicações (KEITH, GROLL, 2019, *apud* THUDIUM, NUNES, 2020, pg. 2).

No entanto, as restrições de exportação impostas pelos EUA aos chineses não funcionaram como desejado, já que a China, devido ao desenvolvimento da fabricação de semicondutores em Taiwan e na Coreia do Sul, importava chips desses países, e não dos EUA. Assim, os controles de exportação e desacoplamento dos EUA da China na questão de semicondutores estava prejudicando mais os americanos que os chineses. A própria indústria, liderada pela Associação de Industrias de Semicondutores (SIA – *Semiconductor Industry Association*), reclamava dos controles, diferentemente da década de 1980, quando a própria SIA exigiu ação dos EUA. (BOWN, 2020, pg. 378).

Assim, em maio de 2020, os Estados Unidos impõem uma nova série de controles de exportação, dessa vez tentando forçar empresas de outros países a não comercializarem com a Huawei, em especial a TSMC. Para isso, foi estabelecido que qualquer empresa que exportasse para a Huawei, poderia ser alvo de restrições de importações de equipamentos de produção de semicondutores americanos (BOWN, 2020, pg. 379).

O movimento contra a China funcionou quase que instantaneamente, com as novas medidas sendo introduzidas dia 15 de maio de 2020, uma sexta-feira, e a TSMC anunciando que não aceitaria mais pedidos da Huawei na segunda-feira, dia 18 de maio, mesmo com a Huawei sendo o segundo maior cliente da TSMC (TING-FANG, LI; 2022). Além disso, em dezembro, os Estados Unidos impuseram os mesmos controles sobre a SMIC, o monopólio chinês de semicondutores. (BOWN, 2020, pg. 380).

Devido às sanções a Huawei sofreu duramente: em 2020, as receitas cresceram apenas 4%, muito menor que o ano anterior (quase 20%), e, em 2021, as receitas caíram em quase 1/3 (CHENG, 2021). No entanto, o mesmo não aconteceu com a SMIC, que, apesar das sanções, continuou desenvolvendo tecnologia e alcançou a geração dos 7nm em 2022. Isso se deve ao fato de que os Estados Unidos sancionaram a compra, pela China, de equipamentos de litografia (processo-chave na produção de semicondutores) do tipo EUV (ultravioleta extremo), mas não do tipo DUV (ultravioleta profundo), menos avançada. Isso porque a empresa, grande produtora de equipamentos de litografia, tanto EUV quanto DUV, a ASML

holandesa, tem parceria com os Estados Unidos no desenvolvimento de EUV (que fica, então, suscetível às sanções), mas não no de DUV. Assim, surge a possibilidade de que a China já é autônoma o suficiente para desenvolver sua indústria por si só, e o impacto das sanções se reduza cada vez mais (FOSTER, 2022).

Como referido, na disputa entre os EUA e a China pela indústria de semicondutores, Taiwan detém uma posição central. Ainda que os Estados Unidos detenham poder significativo na cadeia produtiva de semicondutores a ponto de pressionar a TSMC, eles não dependem apenas de si para deter a China. Considerando a dependência dos dois países em relação a Taiwan, seria possível encaixar os EUA e a China como semiperiféricos em busca do centro de decisão, que apenas Taiwan, hoje, possui sob o enfoque de Wallerstein, como apresentado no Capítulo 1, já que, especialmente no caso dos EUA, este ainda controla a superestrutura do sistema, e está apenas um pouco inferior na tecnologia de ponta dos semicondutores.

Além disso, quase toda indústria de bens duráveis, hoje, possui um chip. Isso inclui automóveis, geladeiras, máquinas de lavar louça/roupa, computadores e celulares, televisores, essencialmente todos os grandes produtos advindos da Segunda Revolução Industrial (LISA, 2022). Dessa forma, a aquisição do centro de decisão, e a importância de Taiwan, são ainda maiores, já que uma quebra na produção de semicondutores (ou impossibilidade de importá-los) pode acarretar a completa desindustrialização de um país semiperiférico, como o Brasil, jogando-o para a periferia, além da possibilidade de gerar um colapso social. Exemplos disso são as pausas e saídas de empresas fabricantes de carro no Brasil durante a epidemia de COVID-19 (KRAMER, 2021; CARRANÇA, 2021).

Dessa forma, um dos principais mecanismos de dissuasão de Taiwan é a própria TSMC. O fato de que uma possível invasão chinesa pudesse destruir as fábricas de semicondutores de Taiwan, causando, assim, uma situação catastrófica para a indústria chinesa e para o resto do mundo ao destruir a *supply chain* de chips, apagando trilhões de dólares da economia mundial, é um fator contra a invasão. Em um artigo para o US Army College Quarterly, foi recomendado que os Estados

Unidos assegurem que, se houver uma invasão de Taiwan, as fábricas taiwanesas sejam completamente destruídas. Isso incluiria estabelecer mecanismos automáticos de destruição em caso de invasão, compromisso de Taiwan de destruir as fábricas, e a evacuação do capital humano para países aliados (MCKINNEY; HARRIS, 2021, pg. 30-31). Se os líderes em Taipei e em Pequim estariam dispostos a tais sacrifícios não é objeto deste trabalho.

Por fim, a disputa pelos semicondutores está levando os EUA, agora dependentes de Taiwan, a tentarem reterritorializar a produção. Essa tendência ficou explícita com o CHIPS Act, que garante 52 bilhões de dólares, além de desonerações fiscais, para empresas que decidam criar fábricas nos Estados Unidos (SIA, 2022). Isso inclui fortalecer os monopólios americanos, em especial a Intel, que decidiu construir uma nova fábrica em Ohio. A Intel, então, passa a não ser apenas uma empresa integrada, mas também uma fundição (*foundry*), pois a sua capacidade produtiva será maior que a demanda da própria empresa. Ou seja, o objetivo das fábricas novas, com o CHIPS Act, é suprir a demanda por chips lógicos de ponta nos Estados Unidos quase que exclusivamente com fábricas territorializadas, isto é, situadas dentro das fronteiras estadunidenses.

De acordo com algumas especulações, utilizar aproximadamente 23 bilhões de dólares do CHIPS Act (62%) para fomentar a construção de fábricas de microprocessadores de ponta supriria 100% da demanda interna dos EUA até 2027. Seria o suficiente para a construção de quatro fábricas (somando o investimento da própria empresa), uma para Intel, uma para Samsung e duas para TSMC. Além disso, com entre 5-10 bilhões de dólares, seria possível criar a maior fábrica de chips de memória DRAM (e, portanto, a mais eficiente), suprimindo a demanda mínima dos EUA por esse produto. Tal investimento provavelmente seria feito junto da principal produtora de chips de memória DRAM americana, a Micron (HUNT, 2022, pg. 3-4).

Por fim, é interessante notar que, se tanto a China quanto os Estados Unidos conseguirem territorializar sua indústria de semicondutores e suprirem o mínimo de demanda de suas economias por chips, a posição de Taiwan fica muito mais delicada, e o país passa a ter muito menos importância do que hoje. Assim, o fato da

TSMC construir fábricas nos EUA é paradoxal, se considerarmos o monopólio apenas como extensão do Estado, já que coloca em risco o próprio Estado. Além disso, caso os Estados Unidos consigam reterritorializar a produção de semicondutores, enquanto a China, apesar de continuar avançando, for atrasada pelas sanções americanas, a sua unificação com Taiwan se torna um imperativo ainda mais significativo, pois não é apenas uma questão de soberania político-militar sobre o território do Estado, mas da soberania econômica também em frente às pressões dos Estados Unidos. Isto é, a endogeneização do centro de decisão econômica e a ascensão ao centro da economia-mundo por meio da unificação com Taiwan.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como pretensão compreender o papel dos monopólios para a inserção dos países na Terceira Revolução Industrial, por meio da utilização destes para adquirir as tecnologias e a escala para a produção de semicondutores, considerando o problema da pesquisa, o deslocamento do centro de gravidade da economia mundial do Atlântico para o Pacífico, ou seja, para o Leste Asiático. Para se atingir tal compreensão, definiu-se três objetivos específicos.

O primeiro foi de estabelecer uma complementariedade entre a teoria do sistema mundo de Wallerstein e o centro de decisão econômica de Furtado. Para isso, operacionalizou-se a teoria de Wallerstein, salientando a atuação do monopólio como característica dos processos centrais na economia mundo. Partindo-se disso, utilizou-se Schumpeter para descrever as propriedades do monopólio, sendo este o principal agente na destruição criativa, ou seja, do capitalismo.

Complementou-se a análise de Schumpeter com o modelo de Carlota Perez, dos paradigmas tecno-econômicos. Assim, efetuou-se nova operacionalização, de que as ondas de desenvolvimento dos ciclos de Kondratieff, utilizados por Wallerstein para descrever a mudança nos processos centrais ocorre a partir de uma nova tecnologia, ou seja, o paradigma tecno-econômico de Perez, que afeta e causa influência à economia. Essa tecnologia, então, passa a ser o principal processo central da economia mundo e determina, portanto, as categorias de centro e periferia. Por fim, considerou-se o conceito de centro de decisão econômica de Furtado para concluir que a posse deste processo central é essencial para o desenvolvimento e soberania dos Estados. Ou seja, não basta apenas participar dos processos do espalhamento do paradigma técnico-econômico por toda a economia (afinal, todos os processos monopolísticos, de tecnologia de ponta na concepção de Wallerstein, são processos centrais), pois é o principal processo central, o centro de decisão econômica que possibilita a ascensão ao, e permanência no, de um Estado semiperiférico ao centro.

Depois, descreveu-se um apanhado da história da indústria de

semicondutores, começando na invenção do transistor, passando pelo desenvolvimento da indústria nos Estados Unidos à ascensão do Japão, a volta para os Estados Unidos após o microprocessador e a posterior ascensão da Coreia e de Taiwan nessa indústria. Verificou-se que a indústria de semicondutores surgiu nos Estados Unidos a partir de monopólios de telecomunicações, frutos da maturação da Segunda Revolução Industrial (destruição criativa).

Em seguida, sublinhou-se que a inserção do Japão na produção de semicondutores (ou seja, na terceira revolução industrial) também se deu pelos monopólios de telecomunicações. No entanto, isso se deu pela atuação forte do Ministério de Comércio Internacional e Indústria do Japão (MITI) na coordenação desses monopólios para que esses pudessem adquirir as tecnologias desenvolvidas nos Estados Unidos. Isso exigiu forte proteção tanto da indústria nascente quanto dos próprios monopólios. Porém, essa inserção do Japão acabou por não lhe garantir o centro de decisão, pois apesar de o chip ser o principal processo central, foi o microprocessador (chip lógico) que iniciou o novo paradigma e se tornou, de fato, o centro de decisão.

Mesmo assim, percebeu-se que os Estados Unidos, quando começaram a parecer um Estado semiperiférico, no sentido estritamente econômico, à luz da teoria de Wallerstein como apresentada no Capítulo 1 (pois ainda controlam a superestrutura do sistema, e são, portanto, ainda o centro), em relação ao Japão, na década de 80 do século XX, também se utilizaram de seus monopólios com a ajuda estatal para readquirir superioridade tecnológica. Diferentemente do Japão, os Estados Unidos se utilizou do consórcio, a Sematech, para organizar as suas empresas, o que acabou sendo bem-sucedido. Assim, pode-se inferir que o método de organização dos monopólios não tem uma fórmula universal, sendo a coordenação dos monopólios dependente ou fruto da formação social do país, ainda que, neste caso específico, o consórcio tenha sido mais eficiente.

Além disso, seguiu-se o desenvolvimento da indústria de semicondutores até a Coreia, com a Samsung e até Taiwan com a TSMC. Essa, sendo de extrema importância, pois ao criar o modelo de fundição (*foundry*), e baseado em baixos salários, transferiu a manufatura dos Estados Unidos para si, se tornando o principal

polo de fabricação de semicondutores do mundo, com mais de 90% da produção de ponta.

Por fim, no terceiro capítulo analisou-se brevemente a criação da indústria de semicondutores na China e seu principal monopólio, a SMIC. Notou-se que a indústria de semicondutores da China se desenvolveu especialmente fruto da aliança desta com os Estados Unidos, no final da Guerra Fria, e com a abertura econômica dos anos 80 e 90 do século XX.

Depois, associou-se que a disputa entre Estados Unidos e China tem como um dos seus focos a própria indústria de semicondutores, assim como os monopólios da Terceira Revolução Industrial, que já estão na fase “embrionária” da Quarta Revolução Industrial, nominalmente a Huawei. Isso se deve ao fato do desenvolvimento da inteligência artificial, da robótica e do 5G, que serve como possibilitador da Internet das Coisas e da Internet do Tudo, sendo todas as novas tecnologias dependentes da indústria de semicondutores, e tendo-a como base.

Assim, a guerra comercial dos Estados Unidos contra a China teve como objetivo atacar os monopólios desta, tanto a Huawei quanto a SMIC, com sucesso parcial. Além disso os Estados Unidos estão promovendo a reterritorialização da sua produção de chips, tentando recuperar o centro de decisão. O sucesso dessa empreitada ainda está por ser verificada.

Por fim, identificou-se a importância de Taiwan na disputa, não só pelo seu valor estratégico, mas também pelo fato de que Taiwan, hoje, é quem detém o centro de decisão, enquanto que os Estados Unidos e a China lutam para alcançá-lo.

Enfim, verifica-se a importância da fabricação de chips para as Relações Internacionais, incluindo o monopólio sobre ela.

A possibilidade de que os Estados Unidos e a China consigam suprir sua demanda de chips internamente, faz com que Taiwan perca o seu “escudo de silício”, fazendo com que uma guerra seja mais possível. No entanto, caso haja uma guerra, antes disso, e a indústria de Taiwan seja destruída seja pela China, pelos Estados Unidos ou pelos próprios taiwaneses, a possibilidade de uma destruição das cadeias de produção globais é muito maior do que ocorreu durante as duas guerras

mundiais. Isso pois os Estados Unidos, a maior potência industrial durante as duas guerras, nem sofreu ameaça à sua parte continental.

Cumpra agora retomar os problemas referidos na introdução e que não puderam ser desenvolvidos nesse trabalho pois iam além do seu escopo – trata-se da arquitetura dos monopólios e de saber em que condições os consórcios podem substituí-los. O primeiro deles está relacionado à arquitetura do monopólio. Os diferentes arranjos monopolísticos servem também para justificar a equiparação feita por Wallerstein entre monopólio e quasi-monopólio. Afinal, quase todos os países do mundo – senão todos os países de economia capitalista liberal – possuem uma legislação antimonopolista. De sorte que a existência de um monopólio é identificável menos por sua natureza jurídica e mais por sua funcionalidade. E, para tanto, também conta o setor no qual ele se situa.

Isso pode ser observado em ramos distintos da indústria ou mesmo dos serviços. No caso da petroquímica, é comum que o monopólio seja integrado, de modo a controlar o processo produtivo – caso da BP, Chevron, Shell, e ExxonMobile (DOWNEY, 2009, pg. 62-82). No âmbito da radiodifusão (“*broadcasting*”) se dá quase o oposto: a esfera monopolística procura relacionar-se à produção de conteúdo, embora o produtor deste possa possuir sua própria rede, seus ganhos advêm da transferência de direitos de exibição para as redes “concorrentes”, que, para todos efeitos jurídicos, são autônomas, mas se comportam de fato como se fossem meras repetidoras da emissora principal. Por fim, mais próximo do objeto desse trabalho, as empresas como Google, Apple, Amazon e Facebook, de acordo com Tim Wu, possuem posições dominantes e estruturas industriais monopolistas. (WU, 2012, pg. 292), embora nenhuma delas pareça afigura-se como tal. A relevância desse debate não importa apenas para termos normativos – conceituais ou de legislação. Mas entra no âmago analítico desse trabalho – o que nos leva à segunda dívida.

A segunda questão que permanece em aberto é o tipo de arquitetura que o consórcio deveria ter para que pudesse se constituir enquanto um sucedâneo²⁸ do

28 Bem ou produto equivalente que pode substituir outro por ter quase as mesmas propriedades, sem contudo, serem idênticos (e.g. farinha de trigo – farinha de milho).

monopólio. Atualmente, inexistem condições de natureza orçamentária ou econômica para que se reproduzam os monopólios da Segunda Revolução Industrial para endogeneizar-se o centro de decisão, quer da Terceira²⁹, quer da Quarta Revolução Industrial.³⁰ Esse tema foi o centro do trabalho de Alexsandro Salles (2019). Conquanto tenha-se demonstrado cabalmente a existência da possibilidade legal de constituir consórcios – amparado no princípio da gestão associada e na própria lei 11.107/2005 – resta estabelecer um vínculo claro destes com a função cumprida pelos monopólios na economia em geral. O trabalho de Salles é persuasivo no âmbito da possibilidade de valer-se dos consórcios como possibilidade de alavancar os “Quatro Grandes”³¹ (SALLES, 2019, pg. 18). e a implementação da tríplice hélice no âmbito da defesa (universidade, indústria e F.F.A.A.) sugere-se claramente que o consórcio tome o lugar do monopólio no tocante a esse âmbito. Contudo, resta saber, se é possível valer-se do mesmo expediente no âmbito da economia em geral de modo a utilizar-se os consórcios como uma forma alternativa de produzir-se uma esfera pública não estatal (BRESSER-PEREIRA, 1997, p. 51) sem constituir-se monopólios estatais.

Aqui, explora-se o caso do consórcio Sematech – ver capítulo 3. A sua importância reside no fato de que o consórcio foi mais bem-sucedido que o monopólio japonês gerido pelo MITI, de modo que se produziu o efeito desejado – a inovação de Schumpeter e o domínio do processo central de Wallerstein – sem que, contudo, o governo Estado-unidense tenha lançado mão da criação de um monopólio estatal.

Assim, importa compreender a particularidade da era da informação – que abarca tanto a Terceira quanto a Quarta Revolução Industrial. Trata-se de reconhecer a importância da distinção estabelecido por Eduardo Bueno (2009) entre o paradigma tecno-produtivo de Carlota Perez e o que ele próprio designou como

29 Terceira Revolução Industrial - entendida nesse trabalho como domínio do computador e da rede (chip e fibra óptica). O termo é utilizado na mesma acepção em Salles (2019, pg. 25).

30 Quarta Revolução Industrial - entendida nesse trabalho como domínio da inteligência artificial e da computação quântica. O termo é utilizado na mesma acepção em Noronha (2022, pg. 46).

31 “Os Quatro Grandes são: o Submarino Nuclear de Ataque Brasileiro (SNBR), integrante no Programa de Submarinos do Brasil (PROSUB) [...] O Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas (SGDC-1) [...] O Centro de Defesa Cibernética (CDCiber) [...] O Sistema de Lançamento Múltiplo de Foguetes ASTROS 2020 [...]” (SALLES, 2019, pg. 18).

paradigma técnico-cognitivo. Aqui importam as palavras do autor:

a transição dos paradigmas técnico-produtivos para os “paradigmas técnico-cognitivos” A “era da informação e da telecomunicação” instaurou um sistema onde o conhecimento tornou-se uma mercadoria “de fato” e de maior valor agregado, transformando a produção em uma fase secundária no desenvolvimento do produto. A alta mutabilidade dos novos produtos torna rapidamente obsoleta uma fábrica que não consiga atualizar os mesmos. Tal mudança nos preços relativos dentro do núcleo orgânico do capitalismo permitiu uma profunda desnacionalização do parque produtivo, simbolizada na marcha para o leste. (BUENO, 2009, pg. 76).

É justamente essa natureza diversa de processos presididos pela consciência que permite esperar a universalidade do caso Sematech. Trata-se mais de estabelecer arranjos híbridos de geometria variável (FIANI, 2013), que permitam dar conta nem tanto de um modelo universal, mas de modelos particulares e práticos que atendam – como de resto fazem os monopólios, a endogeneidade do centro de decisão econômica, em ramos e áreas específicas. De sorte a suscitar-se a possibilidade que o Brasil possa seguir o caminho dos países do Leste Asiático, mesmo que com seu próprio modelo. A despeito desses delineamentos gerais, resta que essa questão permanecerá em aberto, devendo ser objeto de outro trabalho, posto que, como referido, seu escopo vai muito além do que pretendido aqui.

Além disso, como possibilidade de pesquisas futuras, têm-se o aprofundamento do enfoque e da operacionalização da teoria efetuada no trabalho, de maneira mais sistemática. A partir disso, há também a possibilidade de se problematizar o conflito entre China e Estados Unidos como a possibilidade de divisão da economia-mundo em duas, com o desenvolvimento de dois centros do capitalismo separados, liderados pela China e pelos Estados Unidos e seus respectivos monopólios. A expansão dessas economias-mundo, na sua busca por escala, para fora da Terra, e o papel dos monopólios nessa configuração, também é possível tema a ser estudado, podendo ser o possibilitador dessa divisão. Finalmente, o trabalho abre espaço para futuros estudos de caso de monopólios específicos da indústria de semicondutores, tanto estrangeiros quanto nacionais caso, por exemplo, da CEITEC no Brasil.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AITA, Bruna Homrich. **A Cadeia Produtiva de Semicondutores**: um estudo exploratório. Orientador: Prof^ª. Giovana Savitri Pasa, Dra. 2013. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

ANCHORDOGUY, Marie. **Reprogramming Japan**: The High Tech Crisis under Communitarian Capitalism. Londres: Cornell University Press, 2005.

ARRIGHI, Giovanni. **Adam Smith in Beijing**: Lineages of the twenty-first century. Londres: Verso, 2007.

ARRIGHI, Giovanni. **A ilusão do desenvolvimento**. Petrópolis. Editora Vozes, 1998.

BOWN, Chad P. How the United States Marched the Semiconductor Industry into Its Trade War with China. **East Asian Economic Review**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 349-388, December 2020.

BRASIL. Estado Maior do Exército. Manual Fundamentos: Doutrina Militar Terrestre. Brasília: Estado Maior do Exército, 2014.

BRESSER-PEREIRA, Luis Carlos. **A reforma do Estado nos anos 90**: lógica e mecanismos de controle. Brasília: Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado, 1997

BROWN, Clair; LINDEN, Greg. **Chips and Change**: How crisis Reshapes the Semiconductor Industry. Cambridge, Massachussets: The MIT Press. 2009.

BROWNING, Larry D.; SHETLER, Judy C. **Sematech**: Saving the U.S. Semiconductor Industry. Texas A&M University Press. 2000.

BUENO, Eduardo Urbanski. **Paradigmas técnico-econômicos, pactos de elites e o sistema monetário internacional**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Relações 143 Internacionais) – Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

CARRANÇA, Thais. Brasil tem 29 fábricas de veículos paradas: 'Crise sem precedentes'. **BBC News Brasil**, São Paulo, 4 abr. 2021. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-56620465>. Acesso em: 1 set. 2022.

CHANDLER, Alfred D. **Inventing the Electronic Century**: the epic story of the consumer electronics and computer industries. London, England: Harvard University Press, 2005.

CHENG, Evelyn. Huawei expects 2021 revenue to drop by 28.9% as sanctions drag on. **CNBC**,

Pequim, 30 dez. 2021. Disponível em: <https://www.cnn.com/2021/12/31/huawei-expects-2021-revenue-to-drop-by-28point9percent-as-sanctions-drag-on.html>. Acesso em: 1 set. 2022.

CHO, Dong-Sung; MATHEWS, John A. **Tiger Technology: The Creation of a Semiconductor Industry in East Asia**. Cambridge: Cambridge University Press. 2007.

CHU, M. M. **The East Asian computer chip war**. Londres e Nova Iorque: Routledge, 2013.

COSTA, Viviane Cunha Faruas da *et al.* Internet of Everything (IoE) Taxonomies: A Survey and a Novel Knowledge-Based Taxonomy. **Sensors**, [s. l.], v. 21, p. 1-35, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8220/21/2/568>. Acesso em: 1 set. 2022.

DOWNEY, Morgan. **Oil 101**. New York. Wooden Table Press LLC, 2009.

DUKE UNIVERSITY – SMIF. **Photolithography**. YouTube, 24 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=udXHWVejDj0>. Acesso em 01/09/2022.

FIANI, Ronaldo. Arranjos institucionais e desenvolvimento: o papel da coordenação em estruturas híbridas. In: GOMIDE, Alexandre de Ávila; PIRES, Roberto Rocha C. **Capacidades estatais e democracia: arranjos institucionais de políticas públicas**. Brasília: IPEA, 2013.

FOSTER, Scott. SMIC's 7-nm chip process a wake-up call for US. **Asia Times**, [S. l.], 25 jul. 2022. Disponível em: <https://asiatimes.com/2022/07/smics-7-nm-chip-process-a-wake-up-call-for-us/>. Acesso em: 1 set. 2022.

FURTADO, Celso. **A Pré-Revolução Brasileira**. Rio de Janeiro, Editora Fundo de Cultura, 1962.

HALLIDAY, Fergus. 7-Nanometer Explained. **PCWorld**. 2019. Disponível em: <https://www.pcworld.idg.com.au/article/663787/7-nanometer-explained/#:~:text=What%20is%207%2Dnanometer%3F,transistors%20are%20able%20to%20be>. Acesso em: 9 set. 2022.

HUNT, Will, **Sustaining U.S. Competitiveness in Semiconductor Manufacturing**: Priorities for CHIPS Act Incentives. Center for Security and Emerging Technology: January 2022. Disponível em: <https://cset.georgetown.edu/publication/sustaining-u-s-competitiveness-in-semiconductor-manufacturing/>. Acesso em: 01/09/2022

INTEL. What Does it Take to Build a Fab?. 2019. Disponível em: <https://www.intel.com/content/www/us/en/corporate/usa-chipmaking/news-and-resources/what-does-it-take-to-build-a-fab.html>. Acesso em: 01/09/2022

KENNEDY, Paul. **The Rise and Fall of the Great Power: Economic Change and Military Conflict from 1500 to 2000**. London: Unwin Hyman, 1989.

KHAN, Saif M. *et al.* **The Semiconductor Supply Chain**:: Assessing National Competitiveness. Center for Security and Emerging Technology [S. l.: s. n.], January 2021. Disponível em: <https://cset.georgetown.edu/publication/the-semiconductor-supply-chain/>. Acesso em: 1 set. 2022.

KIM, S. Ran. The Korean system of innovation and the semiconductor industry: a governance perspective. **Industrial and Corporate Change**, [s. l.], v. 7, n. 2, p. 275-309, 1998. Disponível em: <https://www.oecd.org/korea/2098646.pdf>. Acesso em: 17 set. 2022.

KRAMER, Vandr . O que está por trás da saída de três montadoras de carros do país. **Gazeta do Povo**, [S. l.], 13 jun. 2021. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/economia/o-que-esta-por-tras-da-saida-de-tres-montadoras-de-carros-do-pais/#:~:text=Entre%20o%20fim%20de%202020,no%20pa%C3%ADs%20havia%20103%20anos>. Acesso em: 1 set. 2022.

LANGLEY, David J. *et al.* The Internet of Everything:: Smart things and their impact on business models. **Journal of Business Research**, [s. l.], v. 122, p. 853-863, January 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014829631930801X?via%3Dihub>. Acesso em: 1 set. 2022.

LI, Yin. **From Classic Failures to Global Competitors**: Business Organization and Economic Development in the Chinese Semiconductor Industry. Orientador: William Lazonick. 2011. Disserta o (Master Of Arts Economic And Social Development Of Regions) - University of Massachussets Lowell, [S. l.], 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/304581717_From_Classic_Failures_to_Global_Competitors_Business_Organization_and_Economic_Development_in_the_Chinese_Semiconductor_Industry. Acesso em: 1 set. 2022.

LISA, Andrew. 4 Critical Industries Affected by the Chip Shortage. **Yahoo Finance**, [S. l.], 24 ago. 2021. Disponível em: <https://finance.yahoo.com/news/4-critical-industries-affected-chip-013610213.html>. Acesso em: 1 set. 2022.

MAJEROWICZA, Esther; MEDEIROS, Carlos Aguiar de. Chinese industrial policy in the geopolitics of the information age: the case of semiconductors. **Revista de Economia Contemporânea**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 1-28, jan/abr 2018.

MARTINS, José Miguel Quedi; SILVA, Athos Munhoz Moreira da. China: Entre o Engajamento e a Guerra. **Austral**, Porto Alegre, v. 9, n. 18, p. 20-24, jul./dez. 2020.

MARX, Karl. **Deslocamentos do Centro de Gravidade Mundial**. Nova Gazeta Renana. Revista Política e Econômica. N 2 Fevereiro de 1850. [URL] <http://www.marxists.org/portugues/marx/1850/02/deslocamento.htm>

MASON, Mark. **American Multinationals and Japan: The Political Economy of Japanese Capital Controls, 1899-1980.** Londres: Harvard University Press, 1992.

MATHEWS, John A. A Silicon Valley of the east: Creating Taiwan's semiconductor industry. **California Management Review**, [s. l.], v. 39, n. 4, p. 26-54, Summer 1997.

MAYS, Susan K. **Rapid Advance: High Technology in China in the Global Electronic Age.** Orientador: Madeleine Zelin. 2013. Tese (Doctor of Philosophy) - Columbia University, [S. l.], 2013. Disponível em: <https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/D8HQ464Q>. Acesso em: 1 set. 2022.

MCKINNEY, Jared M.; HARRIS, Peter. Broken Nest:: Deterring China from Invading Taiwan. **The US Army War College Quarterly**, [s. l.], v. 51, n. 4, p. 23-36, Winter 2021.

MCLELLAN, Paul; NENNI, Daniel. **Fabless: the Transformation of the Semiconductor Industry.** [s.l.]: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2013.

MODY, Cyrus C. M. **The Long Arm of Moore's Law: Microelectronics and American Science.** Cambridge, Massachussets: The MIT Press, 2017. 284 p.

MORRIS, P.R. **A History of the World Semi-Conductor Industry.** Londres: The Institution of Engineering and Technology, 2008.

NORONHA, Welber Silveira. **Drone Multidomínio: Conciliando Modernização e Transformação.** Orientador: Prof. Dr. José Miguel Quedi Martins. 2022. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos Internacionais.) - Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, Porto Alegre, 2022.

PEREIRA, Analúcia Danilevicz; XERRI, Salvatore Gasparini. O Sistema Mundial Contemporâneo: Uma Contribuição para o Debate sobre Desenvolvimento na Teoria Do Sistema-Mundo. **Revista Austral.** Porto Alegre, v. 9, n. 18, jul./dez. 2020, pg. 41-65.

PEREZ, Carlota. **Technological Revolutions and Financial Capital: the dynamics of bubbles and golden ages.** Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2002.

PRESTOWITZ, Clyde V. **Trading Places: How we allowed Japan to take the lead.** New York: Basic Books, Inc., 1988.

RADELET, S. SACHS, J. Asia's Reemergence. **Foreign Affairs**, [s.l.], v. 76, n. 6. 1997.

ROGERS, Clifford. **The Military Revolutions of the Hundred Years War.** In.: ROGERS, Clifford (ed.). **The Military Revolutions Debate: readings on the military transformation of early modern Europe.** Routledge: Londres, 2018.

ROSEN, D. H.; BAO, B. Eight guardian warriors: PRISM and its implications for US businesses in China. **Rhodium Group**, Jul. 18, 2013. Disponível em <https://rhg.com/research/eight-guardian-warriors-prism-and-its-implications-for-us-businesses-in-china/>. Acesso em: 06/10/2022.

SALLES, Alexandro Souza de. **Consórcio Público**: Instrumento de Capacidade Estatal. Orientador: Prof. Dr. José Miguel Quedi Martins. 2019. Dissertação (Mestrado em Estudos Estratégicos Internacionais.) - Faculdade de Ciências Econômicas da UFRGS, Porto Alegre, 2019.

SCHRAGE, Michael. Computer Industry Slump Is Broad, Deep. **The Washington Post**, 30 jun. 1985. Disponível em: <https://www.washingtonpost.com/archive/business/1985/06/30/computer-industry-slump-is-broad-deep/88fb5bc6-0ae4-4cb2-a342-986034b72031/>. Acesso em: 01 set. 2022.

SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, Socialismo e Democracia**. São Paulo: UNESP, 2016.

SIA - SEMICONDUCTOR INDUSTRY ASSOCIATION. **SIA Applauds House Passage of CHIPS Act, Urges President to Sign Bill into Law**. 28 jul. 2022. Disponível em: <https://www.semiconductors.org/sia-applauds-house-passage-of-chips-act-urges-president-to-sign-bill-into-law/>. Acesso em: 1 set. 2022.

SIA – SEMICONDUCTOR INDUSTRY ASSOCIATION. **2020 State of the U.S. Semiconductor Industry**. Washington DC, 2020. Disponível em: <https://www.semiconductors.org/2020-state-of-the-u-s-semiconductor-industry/>. Acesso em: 04/09/2021.

SIA – SEMICONDUCTOR INDUSTRY ASSOCIATION. **2021 State of the U.S. Semiconductor Industry**. Washington DC, 2021. Disponível em: <https://www.semiconductors.org/state-of-the-u-s-semiconductor-industry/> Acesso em: 15/10/2021.

TAYLOR, Jay. *The Generalissimo's Son: Chian Ching-kuo and the revolutions in China and Taiwan*. London: Harvard University Press, 2000.

THUDIUM, Guilherme; NUNES, Raul Cavedon. Tecnologia 5G e a Competição Estratégica pela América do Sul: Desafios e Oportunidades para o Brasil. **ISAPE Debate**, Porto Alegre, n. 9, Outubro 2020. Disponível em: www.isape.org.br. Acesso em: 01/08/2022.

TING-FANG, Cheng; LI, Lauly. TSMC halts new Huawei orders after US tightens restrictions: Taiwan chipmaker's relationship with second-biggest customer under fire. **NIKKEI Asia**, Taipei, 18 maio 2022. Disponível em: <https://asia.nikkei.com/Spotlight/Huawei-crackdown/TSMC-halts-new-Huawei-orders-after-US-tightens-restrictions>. Acesso em: 1 set. 2022.

USDIN, Steven T. **Engineering Communism**: how two americans spied for Stalin and founded the Soviet Silicon Valley. London: Yale University Press. 2005.

VERWEY, John. Chinese Semiconductor Industrial Policy:: Past and Present. **Journal of International Commerce and Economics**, [s. l.], July 2019. Disponível em: https://www.usitc.gov/staff_publications/jice/chinese_semiconductor_industrial_policy_past_and. Acesso em: 1 set. 2022.

VISENTINI, Paulo G. Fagundes *et al.* **Revoluções e Regimes Marxistas**: rupturas, experiências e impacto internacional. Porto Alegre: Editora Leitura XXI, 2013.

VISENTINI, Paulo G. F. As Relações Diplomáticas da Ásia. Belo Horizonte: Editora Fino Traço, 2011.

VIZENTINI, Paulo. **A Guerra Fria**: O desafio socialista à ordem americana. Porto Alegre: Editora Leitura XXI. 2004.

VIZENTINI, Paulo. **O mundo pós-Guerra Fria**: o desafio do (ao) Oriente. Porto Alegre: Editora Leitura XXI. 2005.

WALLERSTEIN, Immanuel. **World-Systems Analysis**: an introduction. Durham and London: Duke University Press, 2004.

WU, Tim. **Impérios da Comunicação**: do telefone à internet, da AT&T ao Google. [s.l.] Zahar, 2012.