

Fragilidade Tecnológica: A Economia Política da Indústria de Semicondutores e o Recente Desenvolvimento Limitado da República Popular da China

Ben Lian DENG¹ e Ben Shen DENG²

Resumo

Desde o ingresso da China na OMC em 2001, a importação de componentes de semicondutores cresceu de forma acelerada, com o intuito de abastecer a demanda doméstica, e da indústria de processamento de exportações, tornando-se o bem mais importado pela China a partir de meados de 2010. Desde 2014, o governo central chinês tem executado inúmeras políticas de fomento e desenvolvimento da indústria de semicondutores, incluindo o uso de políticas de aquisição de firmas estrangeiras, com o intuito de alcançar o catch-up nesta indústria, e diminuir a dependência em relação a tecnologia estrangeira importada. Embora os esforços de Pequim, a indústria apresentou poucos progressos desde 2014 até hoje. O artigo conclui que devido a fragilidade estrutural da indústria de semicondutores chinesa, a dinâmica de mercado volátil, e especialmente as questões geopolíticas internacionais, foram fatores que influenciaram negativamente sobre o recente desenvolvimento limitado da indústria de semicondutores chinesa.

Introdução

A indústria de semicondutores é considerada a espinha dorsal do setor da Indústria de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), sendo que o principal componente manufaturado pela indústria, o semicondutor, o componente essencial utilizado na fabricação de celulares, computadores, televisores e etc. A adoção cada vez mais intensiva desta tecnologia, foi instigada através da popularização do consumo de bens eletrônicos como televisores, computadores e celulares. O consumo destes bens por sua vez foi uma das grandes responsáveis pelo rápido aumento da produtividade do trabalho nas últimas décadas, que acelerou o processo de circulação de informações, possibilitando o aumento cada vez mais rápida do comércio de bens e serviços internacionais, investimentos, conhecimento, e fluxo internacional de tecnologia, sendo essencial para a vida contemporânea. Segundo a Semiconductor Industry Association, no ano de 2018 esta indústria movimentou o total de 412,2 bilhões de dólares.

¹ Doutorando em Economia Política Internacional pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). O autor agradece a CAPES pelo financiamento da pesquisa.

² Doutorando em Engenharia de Controle e Automação pela National Taiwan University of Science and Technology (NTUST) de Taiwan

Além da importância econômica, devido a característica de tecnologia dual, os semicondutores também desempenham um papel estratégico para a indústria de defesa contemporânea. A utilização desta tecnologia na indústria bélica, possibilitou a adaptação de recursos como controle remoto, automação, e inteligência artificial em equipamentos militares, como drones, mísseis balísticos de alta precisão, tanques, e etc... Estima-se que os componentes eletrônicos compõem cerca de 60% dos custos de novos sistemas de armas. Segundo Harada (2010), a necessidade de garantir a liderança tecnológica na indústria de semicondutores é essencial para a manutenção da hegemonia americana, e para a segurança nacional dos EUA. Enquanto Chu (2016), argumenta que devido à natureza de spin-on dessa tecnologia, é um dos principais motivos pelo qual a RPC tem se engajado no estímulo dessa indústria, com a esperança que haja transbordamento tecnológico do campo civil para o militar. Atualmente, estima-se que a demanda dos setores militar e aeroespacial já corresponde a 5% do mercado de semicondutores, mercado liderado especialmente pela Infineon Technologies, Microsemi, ON Semiconductor, Texas Instruments, e Xilinx (Technavio, 2018).

Desde o ingresso da República Popular da China (RPC) na Organização Mundial do Comércio (OMC) em 2001, a importação destes componentes cresceu de forma vertiginosa na medida que as indústrias de processamento de exportação, e o mercado consumidor doméstico chinês cresciam. Embora houvesse o aumento expressivo nas exportações chinesas, especialmente de bens finais da TIC, tornando a RPC o centro manufatureiro mundial, a inserção chinesa nas cadeias produtivas globais era nos segmentos de alta intensidade laboral, e de baixa agregação de valor, enquanto os componentes-chaves como semicondutores, de valor agregado, eram importados de países tecnologicamente avançados, que capturavam a maior parte da renda da indústria de TIC. Quando a importação de Circuitos Integrados (CI) (semicondutores) superou a importação de petróleo cru em 2014, se tornando o bem mais importado pela RPC, Pequim passou a adotar uma política de investimentos bilionários sobre a indústria de semicondutores com o intuito de reverter a tendência de taxas declinantes de crescimento econômico.

Entretanto o desenvolvimento recente da indústria doméstica foi bastante restrito. Devido à importância não só econômica, como de segurança nacional, a tentativa da RPC sofreu forte oposição política de diversos países, especialmente de países tecnologicamente avançados como os Estados Unidos (EUA). A indústria de semicondutores é atualmente um dos epicentros da guerra comercial entre a RPC e os EUA, deflagrada pelo governo Trump a partir de 2017. Após acusar a RPC de práticas econômicas desleais, ameaçar a segurança nacional americana, e de violação de propriedade intelectual, resultando em prejuízos bilionários para as firmas americanas e de seus aliados, os EUA além de impor inúmeras tarifas contra as importações oriundas da RPC, passou a embargar as exportações de tecnologia para a RPC, resultando nos recentes incidentes com a ZTE e a JHICC em 2018, que paralisou

completamente as operações destas empresas. Os recentes casos da intervenção americana, expuseram a fragilidade e dependência da RPC em relação a esta tecnologia, e a importância estratégica dela para a liderança tecnológica global.

Devido a importância da indústria de semicondutores para a economia global, e e dos impactos dos esforços de catch-up da RPC nesta indústria, e seus impactos para a geopolítica internacional, o presente trabalho está dividido em 8 seções, além da introdução e da conclusão. A primeira seção estudará a indústria de semicondutores e suas segmentações produtivas. A segunda analisará o mercado da indústria de semicondutores a partir da era neoliberal. A terceira seção analisará o desenvolvimento da indústria de CI da RPC pré-2013. A quarta seção analisará a política industrial no segmento de CI a partir de 2013. A quinta seção analisará a política de fusões e aquisições. A sexta seção a questão política internacional. A sétima seção a estratégia coercitiva da RPC. E por fim, na oitava seção faremos uma breve análise da atual guerra comercial entre a RPC e os EUA.

1. A Dinâmica Industrial da Indústria de Semicondutores

A indústria de semicondutores surgiu a partir da invenção do transistor em 1947, que possibilitou a substituição o uso componente de tubo de vácuo, possibilitando amplificar a capacidade, reduzir tamanho, e diminuir o consumo de energia, e conseqüentemente possibilitou a junção de inúmeros componentes em conjunto sem gerar muito calor, tornando-se ideal para aplicações lógicas. Com a posterior invenção do CI (1958), que possibilitou a combinação de múltiplos circuitos sobre um único chip feito de material semicondutor, e das invenções do progresso tecnológico *Metal Oxide Semiconductor* (MOS) (1962), e posteriormente da *Complementary Metal Oxide Semiconductor* (CMOS) (1964), resultaram na invenção de componentes chaves da indústria eletrônica como a *Dynamic Random Access Memory* (D-RAM) (1970), e do microprocessador (1971), revolucionaram a indústria (Chu, 2013, p. 31-32). O uso desta tecnologia foi fundamental para a fabricação desde rádios e televisores na década de 70, até celulares e computadores de últimas geração.

O processo de fabricação do CI, é considerado um dos processos mais complexos de manufatura existente, extremamente intensivas em capital e tecnologia, a cadeia produtiva da indústria está dividida em basicamente três etapas. A primeira etapa consiste no desenvolvimento do complexo layout do CI, de bilhões de transistores em dimensões nanométricas através de softwares específicos. A segunda etapa consiste na fabricação do circuito, que envolve inúmeras maquinários de altamente intensivos em capital,

e um processo de purificação do silício, fatiados e polidos até resultarem em *wafers*³. Em seguida, a superfície do silício é revestida por uma camada fotossensível e depois exposta a luz através de *masks*⁴ que são previamente projetados dependendo do CI desejado. Após a exposição a luz, a camada fotossensível é removida. Circuitos em dimensões de nanômetros são obtidos através desta técnica. A terceira e última etapa envolve o processo de *assembly and testing*, na qual chip é encapsulado, pronto para o uso, e testado para averiguar eventuais falhas e descartes (Chu, 2013, p. 31-32, 58-59; May e Spanos, 2006).

A tecnologia dos CI tende a ficar cada vez mais complexa e sofisticada ao passar dos anos devido ao aumento da demanda por aparelhos eletrônicos de alta performance e de menor tamanho. O crescimento acelerado da quantidade de transistores em um único CI, é observada através da “Moore’s Law” (1965), que profetizava que havia uma tendência do número de transistores em um único CI dobrarem a cada aproximadamente dois anos, tornando-a cada vez mais complexa. A tendência se manteve nestes últimos 50 anos, embora as fabricantes tenham encontrado muitas dificuldades para manter este padrão na última década, a quantidade de transistores em um único CI está atualmente no patamar de dezenas de bilhões (Waldrop, 2016). Para atender as exigências do mercado, novas técnicas foram desenvolvidas, como o desenvolvimento de algoritmos para o design de *masks*, *double patterning*, litografia em imersão e uso de diferentes fontes luminosas (Lin, 2009; Mack, 2008).

Devido as mudanças constantes do regime de conhecimento e tecnologia desta indústria, que são resultados dos curtos ciclos de produtos decorrente pelo rápido e constante processo de miniaturização do design e ampliação da capacidade de processamento dos CI, os custos de design do CI tendem a se elevar gradualmente ao passar dos anos. Ademais, as plantas de fabricação passaram a requer bens de capital cada vez mais específicos, e de altíssimo custo para geração em grande escala, e que são instigadas a recuperar rapidamente as receitas devido aos ciclos produtivos muito curtos, que reduzem consideravelmente os preços dos CI das gerações anteriores, requerendo grande volume de capital para investimento para renovação frequente de instalações, resultando em barreiras à entrada de retardatários devido aos altos riscos e custos para a entrada de firmas desafiantes no mercado, fato que beneficiam apenas firmas líderes já pré-estabelecidas (Lee K. et al., 2016, p.11; Rho et al., 2015, p. 11, 16, 19-21).

Como consequência, a dinâmica industrial, que é extremamente dependente de economias de escala e eficiência de aprendizado, é caracterizada como de baixo nível de acessibilidade por firmas

³ *Wafer* ou “bolacha” de silício, é uma fatia de espessura fina de semicondutor, que após o processo de purificação (“dopagem”) do silício, fica esteticamente parecido com um “*wafer*”, quanto maior o *wafer*, maior a quantidade de CI que pode caber nela.

⁴ *Masks* ou “máscaras” são imagem fotográfica negativa de um molde de CI, que são utilizadas no processo de fabricação de fotolitografia.

desafiantes, que dificulta o processo de catch-up de firmas retardatárias. Ademais, o conhecimento tácito e capital humano que gerenciam a eficiência e aumentam os índices operacionais e produtividades das instalações são de difícil acesso. A falta de know-how, que não pode ser adquirida através de patentes, pois só podem ser adquiridas através de experiências em processos operacionais relacionados a economias de aprendizado, é um problema que não pode ser resolvido a curto prazo (Rho et al., 2015). Devido a estes fatores, inúmeros segmentos desta indústria apresentam forte concentração de mercado em poucas firmas, concedendo os incumbentes fortes poderes de mercado para impor barreiras à entrada de desafiantes e fixar preços. Até a década de 80, os EUA, pioneiros da indústria de semicondutores, dominaram o mercado global, sem qualquer interferência externa.

Ademais, devido a sua característica de uso dual, ou seja, tanto para o campo civil, quanto para o campo militar, houve interesse explícito do Pentágono para o desenvolvimento e a manutenção da liderança americana na indústria semicondutores. Entre as décadas de 40 e 50, o Departamento de Defesa, através da Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA), financiou o desenvolvimento da tecnologia de semicondutores para uso militar, especialmente através de universidades. A partir da década de 60, sob o contexto da Guerra Fria, o Pentágono passou a também oferecer *military contracts* para firmas civis, sendo importante para o surgimento de firmas de semicondutores no Vale do Silício, como a Fairchild Semiconductor, essenciais para manter a liderança indústria bélica americana. Além disso, inúmeros projetos foram instigados pelo Pentágono com intuito de promover a transferência de tecnologia do campo civil para o militar, como a relação Intel e Sandia National Laboratories a partir da década de 80, e VHISC program durante a década de 80, Perry COTS Initiative (1994), e a Trusted Foundry program e Accredited Trusted IC Suppliers a partir de 2004 (Chu, 2013, p.37-53).

2. A Nova Ordem Neoliberal e a Reafirmação Americana

Até a década de 80, as firmas americanas como a National Semiconductor, Texas Instruments, Intel, e a Motorola mantiveram a liderança tecnológica e do mercado da indústria de semicondutores. O padrão estrutural das firmas durante este período, era caracterizado pela internalização de todos os segmentos produtivos dentro de uma mesma firma, um segmento de negócio conhecido como *Integrated Device Manufacturer (IDM)*. Durante este período, apenas parte da produção era feita *offshore*, no caso segmento de manufatura, parte dela foi transferida para o Japão e para a Europa, com o intuito de facilitar o acesso ao mercado local, enquanto parte do segmento de *assembly and packing* foi transferida países do sudeste asiático com o intuito de reduzir custos (Chu, 2013, p. 63-65). No entanto a dinâmica industrial mudaria completamente a partir da década de 80.

A dominância americana na indústria foi brevemente desafiada pelo Japão durante as décadas de 70 e 80. Devido aos esforços do governo japonês, através de uma política industrial amplamente intervencionista, especialmente através de incentivos fiscais, que levou ao rápido processo de catch-up do Japão na indústria de semicondutores, houve a uma redução sensível nos preços desses commodities, especialmente no segmento de memória D-RAM, que resultou na saída de grandes firmas americanas deste segmento, como a Intel, Mostek e a Texas Instruments, passou a ser dominada por firmas japonesas como Hitachi, Fujitsu, e Nippon Electric Company (Pollack, 1982). Como consequência, o market share global dos EUA declinou de 60% ao início da década de 70, para 51% (1982), para 42,6% (1986), e para 35% (1989), enquanto em contrapartida, o Japão elevou seu market share de 15% ao início da década de 70, para 46% (1986), e para 51% (1989) (Chu, 2013, p. 64-66; Majerowicz e Medeiros, 2018, p. 13; Ning, 2008, p. 276-277).

Em vista do risco real do Japão dominar uma indústria tão estratégica como a de semicondutores, a partir da década de 80, o Pentágono passou a requerer constantemente que o Committee on Foreign Investment in the United States (CFIUS)⁵, que investigasse inúmeros casos de investimentos estrangeiros nos EUA, especialmente japoneses. que poderiam ameaçar a segurança nacional. Em 1987, quando a Schlumberger SA (França) propôs a venda da Fairchild Semiconductor (EUA) para Fujitsu (Japão), além do Congresso, o Departamento de Defesa também se opôs a venda, alegando que a indústria de defesa americana acabaria ficando dependente da indústria japonesa de semicondutores, deteriorando a soberania nacional. Devido a pressão, a Schlumberger SA, que em 1979 havia adquirido a Fairchild Semiconductor, o vendeu para a National Semiconductor (EUA), re-nacionalizando-la (Jackson, 2018, p. 4-6). O fator da segurança nacional, somados com a possibilidade do declínio e fim da hegemonia americana, a partir de meados da década de 80, os EUA passaram a conduzir uma ofensiva neoliberal contra o sistema financeiro e comercial global, inclusive contra o Japão.

Em meio a rápida deterioração da competitividade da indústria americana, a partir de meados da década de 80, a indústria americana de semicondutores, através da Semiconductor Industry Association, passou a realizar lobby junto ao governo americano a favor da proteção da indústria americana, alegando importância para a manutenção da superioridade tecnológica americana, frente a ascensão japonesa (Majerowicz e Medeiros, 2018, p. 14). Como resultado, os EUA passaram a acusar o Japão de práticas de dumping, e em meio a ofensiva neoliberal do governo Reagan, o congresso americano aprovou a *Semiconductor Chip Protection Act* (1984), que instituiu barreiras à entrada de dispositivos que

⁵ CFIUS é um agência criada em 1975 pelo governo americana, que revisa e investiga todos os investimentos estrangeiros nos EUA, e suas consequências para a segurança nacional, e faz suas recomendações para o congresso e a presidente.

infringem direitos de propriedade intelectual dos EUA, a assinatura da *US–Japan Semiconductor Trade Agreement* (1986), que instituía a promoção ao acesso do mercado de semicondutores japoneses por firmas estrangeiras, aumento de 100% nas tarifas de inúmeros bens eletrônicos importados do Japão, e prevenção as práticas de dumping por parte do governo japonês, e a imposição de tarifas antidumping (1987) (Irwin, 1996; Majerowicz e Medeiros, 2018, p. 14; Ning, 2008, p. 276-277).

Estes fatores, somados ao Acordo de Plaza (1985), contribuíram decisivamente para o desmonte da indústria japonesa de semicondutores, que passou a perder rapidamente a sua capacidade competitiva, o market share declinou substancialmente de 51% (1989) para 21% (2014). A intervenção americana sobre a indústria japonesa de semicondutores, possibilitou não só a retomada da liderança americana, mas tal como a inserção “convidada” da Coreia na indústria global de semicondutores, que através da Samsung e da Hynix (SK Hynix), passaram a substituir o Japão no domínio do segmento de memória D-RAM (Ning, 2009, p. 271-272, 277-279). Ademais, o governo dos EUA também permitiu o estabelecimento de parcerias, como a aquisição de firmas americanas pela ASML da Holanda, com o objetivo de combater a Nikon e a Canon no mercado de equipamentos chaves de fotolitografia. Embora atualmente a ASML domine 60%, ela é ainda extremamente dependente da transferência de tecnologias de laboratórios governamentais americanos, o que permite os EUA manterem o domínio sobre a fronteira tecnológica, e influencia política sobre a ASML (Majerowicz e Medeiros, 2018, p. 14-15).

Simultaneamente ao enquadramento da indústria japonesa pelos EUA, importantes mudanças estruturais ocorreram sobre o sistema produtivo da indústria de semicondutores. A partir da década de 80, em decorrência da imposição das reformas institucionais neoliberais sobre o sistema comercial e financeiro global, que resultaram na livre mobilidade de capital, sistema produtivo, comércio e investimento internacional, inúmeras firmas americanas passaram a reestruturarem as suas cadeias produtivas internacionalmente, do sistema produtivo *offshore* para *outsourcing*, com o propósito de aumentar a sua competitividade global através da redução do custo de produção. A nova divisão de trabalho permitiu a divisão da cadeia produtiva da indústria de CI em três segmentos produtivos, que passaram a ser exercida por firmas independentes entre si. O primeiro são as firmas *fabless* (“sem fábrica”), que são as firmas que são responsáveis apenas pelo design, P&D e marketing, concentrada nos países avançados. A segunda são as firmas *foundries* (“fundição”), são firmas especializadas apenas na manufatura terceirizada de CI, dependentes da demanda das *fabless*. Esta divisão possibilitou o caso de win-win situation, uma vez que possibilitou que as *fabless* reduzissem os custos e riscos associados ao aumento crescente do custo do processo de manufatura, para focar em segmentos de maior valor adicionado, como marketing, P&D e design, enquanto as *foundries* são capazes de alcançar economias de escala e aprendizado, por possibilitar atender inúmeros clientes *fabless* simultaneamente. E a terceira

são as firmas de *Outsourced Semiconductor Assembly and Test* (OSAT), segmento de menor intensidade de capital e tecnologia. Esta reestruturação, juntos aos esforços do governo de Taiwan de desenvolver firmas de serviços OEM para a indústria de semicondutores, possibilitou a inserção e integração de Taiwan nas cadeias produtivas americanas de CI (Majerowicz e Medeiros, 2018, p. 11-12, 15-16).

Ademais, a criação da Organização Mundial do Comércio (OMC) foi um instrumento extremamente importante para a manutenção da liderança tecnológica americana. Diferentemente do período dos *General Agreement on Tariffs and Trade* (GATT), onde os países em desenvolvimento possuíam grande poder de barganha em negociações comerciais frente aos países desenvolvidos devido a ameaça comunista. No entanto, após o colapso da União Soviética, os EUA e a Comunidade Europeia se retiraram da GATT, e fundaram a OMC em 1994, passando a promover uma agenda neoliberal, que passou a promover do livre comércio de bens e serviços através da redução progressiva das tarifas alfandegárias. Além disso, a OMC também passou a promover contra práticas comerciais “ilegais”, incluindo incentivo à indústria, proteção ao mercado interno, discriminação entre bens nacionais e importados, e barreiras não alfandegárias, promovendo o desmantelamento quase completo de todas as políticas industriais dos países desenvolvimentistas (Barton et al., 2006, p. 153-201). Além disso, a imposição de legislações de proteção à propriedade intelectual a nível global, incluindo patentes, trademarks, copyrights, e trade secrets, tornando-se extremamente assimétrica, uma vez que impõe a uniformização à proteção em todos os países, fornece direitos de exclusividade e de monopólio, e tende a cristalizar a posição dos países em desenvolvimento nas cadeias produtivas globais (Ezell e Atkinson, 2015, p. 16-17; Pinto et al., 2015, p. 28-29).

Atualmente as IDM detém 74% das vendas globais de CI, enquanto as fabless detém 26%. As firmas americanas dominam ambos os segmentos produtivos, detendo atualmente 51% do mercado de IDM, hoje dominadas por firmas como a Intel, Samsung, SK Hynix, Micron, NXP, Toshiba e Texas Instruments, e também detém 62% do mercado de *fabless*, hoje dominada por firmas como a Qualcomm, Broadcom, Nvidia, Apple, e AMD, e Mediatek. Já os segmentos de outsourcing são amplamente dominados por Taiwan, que detém 73% do mercado global de foundry, dominadas especialmente pela TSMC e a UMC, e 54% do mercado global de OSAT, que hoje dominadas hoje pela ASE Group, JCET, Amkor e Siliconware.

3. Desafios do Retardatário: A Inserção Tardia da RPC

Diferentemente dos casos bem-sucedidos de catch-up coreano e taiwanês, que iniciaram os seus respectivos processos de desenvolvimento da indústria de semicondutores na década de 60, e tiveram as suas inserções na indústria global de semicondutores beneficiada por fatores políticos externos, a

inserção da RPC aconteceu de forma relativamente tardia. O surgimento da indústria de semicondutores na China continental ocorreu em meados da década de 50, quando o governo central passou a fomentar o desenvolvimento e fabricação de transistores, utilizados principalmente em rádios. Durante este período, o governo central dominava todo o desenvolvimento e produção da indústria. Tais políticas de incentivo foram brevemente interrompida durante a Revolução Cultural (1966-76) (Majerowicz e Medeiros, 2018, p.17; Ning, 2009, p. 274; Rho et al., 2015, p. 12-13).

Logo após as reformas econômicas de 1978, o governo central passou a descentralizar a política industrial de CI, e delegar a produção de CI para os governos locais, que inicialmente se basearam na importação de maquinários importados antigos e de baixa produtividade. A partir de meados da década de 80, houve esforços específicos do governo central através dos “Plano 531” (1986), “Projeto 531” (1990), e “Projeto 909” (1995), passou a estimular o desenvolvimento da indústria de semicondutores. Além dos esforços para o desenvolvimento da indústria através das SOEs, o governo central também passou a também a incentivar o estabelecimento de firmas de semicondutores privadas através de incentivos fiscais, e absorção tecnológica através do estabelecimento de joint-ventures (JV), oferecendo mercado em troca de tecnologia as multinacionais estrangeiras (Majerowicz e Medeiros. 2018, p. 17; Ning, 2009, p. 274-275; Rho et al., 2015, p. 13-14, 16-19).

Durante este período, além do protagonismo de SOEs na nascente indústria de semicondutores da RPC, como a Hua Yue Microelectronics (1984, governo provincial de Zhejiang) e Hua Jing Eletronics Groups Corp. (1985, atualmente conhecida também como Wuxi China Resources Microelectronics), surgiram a formação de algumas JV como a Shanghai Philips Semiconductor Corporation (1988, atualmente conhecida como Advanced Semiconductor Manufacturing Corp.), Shanghai Belling (1988), e a Beijing Shougang NEC Eletronics (1997), além de algumas firmas privadas como ZTE Corp. (1985), a Hangzhou Youwang (1994, incorporada com capital da Unisonic Technology Inc. de Taiwan), China's Central Semiconductor Manufacturing (1997), HiSilicon (1991, subsidiaria da Huawei), e a Speadrum (1991). No entanto, em vista do baixo nível de qualidade das organizações de P&D, e o baixo nível de acessibilidade de tecnologia estrangeira, devido às restrições políticas impostas, estas políticas surtiram poucos efeitos até 2000 (Chu, 2013, p. 120-139; Ernst, 2015, p. 16; Majerowicz e Medeiros. 2018, p. 17; Petch, 2006, p. 111-117; Rho et al., 2015, p. 14-23).

A partir da década de 2000, o governo central passou a reduzir a importância das SOEs, e passar a estimular os IEDs, e incentivos fiscais (Ernst, 2015, p. 17). Além disso, houve o considerável aumento dos investimentos sobre P&D, educação e infraestrutura, e de acordo com a “Medium and Long Term Plan for Science and Technology Development (2006-2020)”, o governo central estrategicamente desenvolveu padrão domestico de 3G e 4G (TD-SCDMA) com o intuito de reduzir o pagamento de

royalties para firmas estrangeiras, estimulou o desenvolvimento de firmas domesticas como a Speadrum e a RDA Microelectronics (Ernst, 2015, p. 10-12, 29). Durante a década de 2000, o capital e know-how de Taiwan auxiliou na incorporação de importantes firmas como a Semicondutor Manufacturing International Corp. (SMIC, 2001), Grace Semiconductor Manufacturing Corporation (2003), e HeJian (2001) (Chu, 2013, p. 120-139; Majerowicz e Medeiros. 2018, p. 19; Pretch, 2006, p. 109-113).

Além disso, a segurança doméstica e soberania nacional também foi um fator de estímulo governamental para a indústria de semicondutores doméstica, assim como ocorreu nos EUA. Devido a inferioridade da capacidade militar da RPC frente aos EUA e da extinta União Soviética, desde a abertura economia em 1978, houve extremo interesse por parte da People's Liberation Army (PLA), junto com o governo central da RPC, de estimular o desenvolvimento de tecnologias duais, inclusive a indústria de semicondutores, com o objetivo difusão de tecnologia do campo civil para o militar (*spin-on*) (Treat e Medeiros, 2012). Entre os esforços mais notórios da RPC para desenvolver tecnologias duais, está o “863 Program”, que instigou os investimentos em P&D sobre tecnologias com potencial uso militar, que embora tivesse recursos limitados até a década de 90, passou a crescer substancialmente a partir de 2000 (Bitzinger, 2004, p. 3). Como resultado, inúmeras firmas surgiram no campos da industria da TIC, e de semicondutores com relações estreitas com o PLA, e com o Ministério da Indústria Aeroespacial, como a Huawei, ZTE Corp., e a Lenovo, que passaram a fornecer componentes diretamente para o PLA, contribuindo com o desenvolvimento de tecnologias militares doméstica, e diminuindo gap militar entre a RPC com a Rússia e os EUA (Chu, 2013, p. 100).

Embora tenha realizado significantes progressos nas últimas décadas, questões institucionais impediram políticas industriais mais incisivas para estimular a indústria doméstica. Após o ingresso da RPC na OMC em 2001, os EUA passaram a questionar a política de incentivos de Pequim baseados no princípio de “fair trade”. A legislação chinesa previa que a tarifa de valor adicionado (VAT) de 17% para semicondutores, no entanto o governo concedia *tax rebate* de 11% caso os dispositivos fossem manufaturados domesticamente, ou 14% se o design também for feito por firmas domesticas. Está política de incentivos foi prontamente acusada pelos EUA de protecionismo, e distorção de mercado (Ning, 2008, p. 280-281; Rho et al., 2015, p. 22). Devido à pressão dos EUA, em 2005 a RPC abandonou a política de *tax rebate*, tornando difícil a competição da indústria nascente domestica contra o as grandes firmas estrangeiras, dentro de seu próprio mercado interno (Brant e Thun, 2010, p. 1555).

Além disso, a RPC é notoriamente conhecida por possuir estruturas legais ineficientes e fraca legislação de proteção à propriedade intelectual, fato que desencoraja a busca por inovação, investimento em P&D ou a construir marcas globais, o que forçava as firmas locais a abdicarem do processo de P&D e focarem em mercados de alto volume e baixo preço, ou atuarem como representantes de firmas

multinacionais no próprio mercado interno (Deng, 2009, p. 76; Yu, 2002, p. 528-529). Estes fatores institucionais, aliado a dinâmica industrial extremamente que restringem a entrada de novos desafiantes, acabam beneficiando apenas as firmas incumbentes, dificultando o processo do catch-up da RPC nesta indústria.

Questões de políticas internacional dificultaram também o acesso à tecnologia estrangeira. Acordos como as de Wassenaar (1996), por exemplo, que restringiu a exportação de tecnologias chaves de uso dual, ou seja, de uso civil e militar, os países do antigo bloco ocidental de exportar para países do antigo bloco comunista, como a Rússia e a RPC, fato que acabou impossibilitando a aquisição de equipamentos de última geração de fornecedores upstream, forçando as firmas chinesas a importarem tecnologias de gerações atrasadas, limitando sua capacidade de aprendizado (Lee K. et al., 2016, p. 11). Ademais, hostilidades com os governos pró-independência de Taiwan, um dos maiores fornecedores de tecnologia e capital humano para as indústrias nascentes de semicondutores da RPC, resultou em inúmeros embargos contra a transferência tecnologia para a China continental, ou estabelecimento de parcerias com firmas locais⁶ (Rho et al., 2015, p. 19-25). Como consequência, até 2012, a RPC produzia apenas 11,1% do total de CI consumidos domesticamente, onde mais da metade da produção eram oriundas de firmas estrangeiras, como a Samsung, Intel, TSMC, e etc. (IC Insights, 2013). O desenvolvimento da indústria doméstica ainda era bastante limitada.

4. “Fabricado na China 2025”

A indústria de semicondutores passou a ser a questão central da política a RPC a partir da década de 2010. Após o ingresso da RPC na OMC em 2001, e a integração da RPC na cadeia produtivas da indústria da TIC, as importações de CI, o principal componente para fabricação de bens eletrônicos, cresceram de forma acelerada. Em 2008, a importação de CI já havia alcançado o mesmo valor nominal da importação de petróleo cru. Entre 2008 e 2014 as importações nominais destes dois bens cresceram de forma equivalente, uma vez que o crescimento das importações de CI acompanhou a expansão da demanda domésticas e da indústria de processamento de exportações, enquanto o aumento nominal das importações de petróleo cru foi resultado da elevação dos preços deste commodity durante o período. A partir de 2014, em vista da redução gradual dos preços do petróleo cru no mercado internacional, os CI passaram a ser os commodity mais importado pela RPC (Yun, 2017).

⁶ Desde a liberalização dos investimentos para a China continental em 1991, Taiwan tem regulado estritamente o fluxo de investimentos para a região. Devido as hostilidades políticas, especialmente durante o governo Chen Shui-bian (2000-2008), o caso da HeJian ilustra a dificuldade de cooperação tecnológica entre o estreito de Taiwan. Em 2002, a HeJian, que havia sido fundada por ex-funcionários da UMC, entrou com o pedido de fusão com a UMC, e foi prontamente acusada por Chen de traição, impossibilitando o maior progresso da HeJian.

Em vista da crescente dependência em relação a importações de CI, em 2014 o Conselho de Estado da RPC anunciou o “Guidelines to Promote National Integrated Circuit Industry Development” (國家集成電路產業發展推進綱要), o primeiro programa nacional voltada especificamente para desenvolver a indústria de semicondutores, estabelecendo metas ambiciosas de desenvolvimento e inovação, como crescimento médio anual da produção das firmas domesticas em cerca de 20% ao ano até 2020, e alcançar a liderança internacional até 2030. Além disso, o programa estabeleceu a formação de um fundo nacional de investimento para essa indústria, estimulando a fusão de firmas domesticas, a concentração industrial, volume de produção, estímulo fiscal, encorajamento para as empresas internacionais para estabelecerem centros de P&D e cooperação com as firmas de Taiwan (Conselho de Estado, 2014; Ernst, 2019, p. 16).

Com base nestas diretrizes, no mesmo ano o Conselho de Estado anunciou que o Ministério das Finanças (30%), o China Development Bank (26%), o Beijing E-Town Capital Investment & Development (8%), e outras fontes (36%), estabeleceriam o “Fundo Nacional de Investimento para a Industria de Circuito Integrados” (國家集成電路產業投資基金投資), também conhecido como o “Grande Fundo” (大基金), orçado inicialmente em 19,5 bilhões de dólares para financiar esta indústria de CI. Paralelamente, o governos locais também passaram a estabelecer inúmeros fundos para apoiar e financiar a indústria de CI, como os governos municipais de Pequim, Suzhou, e Hefei, além dos governos provinciais de Anhui, Sichuan, Suzhou, e Gansu, totalizando 252 bilhões de RMB (38,77 bilhões de USD) em fundos de investimentos (Conselho De Estado, 2015; Ernst, 2015, p. 24-26; Yun, 2017)

Em 2015, o Conselho de Estado foi além, e emitiu o plano “Made in China 2025” (中國製造 2025), que instituiu uma meta ambiciosa de investimento de 1 trilhão de RMB (161 bilhões de dólares) até 2025 para desenvolver a indústrias de alta tecnologia, sendo a de semicondutores a prioridade. Ademais, o governo estimulou a meta de elevar a autossuficiência no consumo de semicondutores, aumentar a participação da indústria doméstica no consumo interno, de cerca de 10% em 2015, para 40% para 2020, e posteriormente para 70% em 2025. Além de enfatizar os planos de desenvolvimentos e metas do ano anterior, a função do estado de guiar o uso dos fundos de investimento para a aquisições de tecnologia e firmas no exterior (Conselho de Estado, 2015, Ernst, 2015, p. 24).

Sob está nova política, foi notória os esforços do governo central na formação de campeões nacionais, com o destaque da Tsinghua Unigroup⁷, que financiada por fundos de investimentos, realizou

⁷ A Unigroup foi fundada em 1988 com o propósito de desenvolver tecnologias inovadoras, foi resultado de um spin off da Universidade de Tsinghua, onde esta instituição mantinha direitos de propriedade e gerenciamento sobre a Unigroup. Em 2003, o controle da Unigroup foi transferido para a Tsinghua Holding recém incorporada pela Univesidade de Tsinghua, sob os esforços do governo central de separar direitos de propriedade e gerenciamento, dinamizar o professor de inovação

inúmeros investimentos com o propósito de se consolidar como uma das principais firmas globais de CI. A Unigroup passou a anunciar inúmeros planos de investimentos bilionários, como os investimentos de 30 bilhões de dólares na construção de uma planta para fabricação de memória em Nanjing em 2015, os investimentos de 30 bilhões de dólares na construção de uma planta para fabricação de 3D NAND em Chengdu, e o anúncio de investimentos de 100 bilhões de dólares em conjunto com o município de Chongqing, e o fundo de investimentos Sino IC Capital, para o estabelecimento de indústrias de CI no município em dez anos.

Com o intuito de solucionar a falta de capital humano, a RPC passou a se engajar no recrutamento de engenheiros especializados do exterior. Recentemente, essa política conseguiu atrair engenheiros seniores de inúmeras firmas de CI, através de altos salários, como a Elpida (Japão), Samsung, SK Hynix, e Nanya (Taiwan), além de atrair executivos renomados do setor, como Kao Chi-chuan, ex-presidente da Nanya Technology, e o Yuki Sakamoto, ex-CEO da Elpida para ocupar o cargo de CEO da Sino King Technology (Shameen, 2018). Além disso, em 2017 a Unigroup anunciou o investimento de 4,35 bilhões de dólares para a criação da “IC International City” em Nanquim, um parque tecnológico industrial com o intuito de oferecer infraestrutura para abrigar engenheiros estrangeiros, e seus respectivos familiares (Morra, 2017).

Além dos esforços do governo central, os governos locais também desempenham um papel importante no processo de desenvolvimento da indústria doméstica. Em 2016, o Fujian Electronic & Information Group (governo provincial de Fujian), e a Jinjiang Energy Investment Group (governo municipal de Jinjiang), estabeleceram a Fujian Jinhua Integrated Circuit Co., Ltd. (JHICC). Através do estabelecimento de cooperação técnica com a United Microelectronics Company (UMC, Taiwan), a JHICC anunciou o investimento de 5,65 bilhões de dólares para o estabelecimento de uma fábrica de D-RAM em Jinjiang. Em 2017, o Hefei Industry Investment Group e a GigaDevice (RPC) criaram uma JV (80%/20%) chamada Innotron Memory (anteriormente conhecido como Hefei ChangXin), e anunciaram o investimento de 2,7 bilhões de dólares na construção de uma fábrica de memória D-RAM. A JHICC e a Innotron Memory, juntamente com a Unigroup, se tornaram as “campeãs nacionais” da RPC no segmento de memória.

5. Fusões e Aquisições

orientada ao mercado, e profissionalizar a gestão destas firmas. Ademais em 2009, a Tsinghua Holdings vendeu 49% das ações da Unigroup para a Beijing Jiankun Investment Group com 49%, e em 2018 vendeu 36% de suas ações para a Shenzhen Investment Holdings.

Devido a estrutura industrial doméstica de semicondutores, e o relativo atraso tecnológico, cerca de duas décadas em relação aos países incumbentes na indústria, as firmas domésticas possuíam baixos níveis de escala de produção industrial e de aprendizado no segmento, fatores que influenciavam negativamente as tentativas de alcançar o catch-up neste segmento, a partir de 2013, o governo central passou a financiar a fusões e aquisição de firmas de CI domésticos e internacionais. A política visava promover, especialmente aprendizado tecnológico, facilitando o desenvolvimento de habilidades e competências que ajudam as firmas a adquirirem vantagens competitivas, através da aquisição de tecnologia, know-how, capital humano qualificado, e propriedade intelectual, com o propósito de reduzir o gap tecnológico através da aquisição de firmas inovadoras com necessidade de recursos.

O maior protagonista desta nova política agressiva de aquisições e fusões, foi a Tsinghua Unigroup, que desde 2013 tem recebido um amplo apoio do governo central através de financiamentos de fundos de investimentos, com o objetivo de se consolidar como uma das maiores firmas da indústria de circuito integrados globais. Em 2013, a Unigroup adquiriu a Spadtrum Communications e da RDA Microelectronics, ambas fabricantes domésticas de microprocessadores para aparelhos GSM e TD-SCDMA, por 1,7 bilhões e 900 milhões de dólares respectivamente, que foi posteriormente fundida sobre um novo brand name UNISOC em 2018 (Feng et al., 2019, p. 12). A operação teve caráter estratégico para o desenvolvimento doméstico de circuito integrados, pois possibilitou o aumento de economias de escala e aprendizado através da fusão de ambas as firmas, com o objetivo de confrontar o nicho de mercado global de mid e low end users, hoje dominado pela MediaTek (Taiwan).

Ademais as operações da Unigroup não se limitaram ao segmento de processadores, mas também para o segmento de memória, atualmente dominada pela Samsung, SK Hynix, Micron, Toshiba, e Intel. Em 2015, a Unigroup adquiriu a Tongfang Guoxin Electronics, renomeado para Unigroup Guoxin Microelectronics, que anunciou investimento de 12,5 bilhões de dólares em vários projetos, como a aquisição Xi'an Sinochip Semiconductors, renomeada para Xi'an UnilC Semiconductors⁸, e construção de plantas de fabricação de memória D-RAM e 3D NAND flash em Xi'an. Em 2016, a Unigroup adquiriu a Wuhan Xinxin Semiconductor Manufacturing Corp. (XMC), e com o apoio do governo municipal de Wuhan e do Fundo Nacional de CI, incorporou a Yangtze River Storage Technology (YRST), onde a XMC passou a ser subsidiária desta. Após a criação da YRST, a Unigroup anunciou investimentos de 24 bilhões de dólares para a construção de uma fábrica de 3D NAND flash chips em Wuhan.

⁸ Incorporada em 2003, como uma subsidiária da Infineon Technologies (Alemanha), em 2006 se tornou subsidiária da Qimonda Technologies (Alemanha), após a Infineon abandonar o segmento de memória. Após a Qimonda decretar falência em 2009, a Inspur Group (RPC) adquiriu a subsidiária e a renomeou para Xi'an Sinochip Semiconductors.

As tentativas da RPC resultaram na aquisição bem-sucedidas de algumas importantes firmas como a Integrated Silicon Solution (EUA) pelo consorcio Uphill Investment (Summitview Capital, Investment Management, eTown MemTek, Huaqing Jiye, e a Hua Capital Management) por 765 milhões de dólares, Analogix⁹ (EUA) pela Shanghai Capital por 500 milhões de dólares, a divisão de OSAT da AMD pela Nantong Fujitsu Microelectronics por 371 milhões de dólares, da Omni Vision Technologies (EUA) pelo consorcio formado pela Hua Capital Management, CITIC Capital Holdings, e GoldStone Investment por 1,9 bilhões de dólares, e da aquisição de 51% das ações da H3C Technologies¹⁰ (Ernst, 2019, p. 44-45; Feng et al., 2019, p. 10). Além da aquisição da Stats Chippac (Singapura) pela Jiansu Changjiang Eletronics Technology (JCET) por 780 milhões de dólares, da Nexperia¹¹ (Holanda) pelo consorcio Beijing Jianguang Asset Management (JAC Capital) e Wise Road Capital por 2,75 bilhões de dólares em 2016. E em 2017, a Xcerra Corp¹² (EUA) foi adquirida pela Unic Capital Management por 580 milhões de dólares.

Ademais, com a intenção de encurtar o processo catch-up na indústria e difundir a aquisição de tecnologia estrangeira na indústria doméstica, o governo central interviu diretamente para facilitar o processo de licenciamento de propriedades intelectuais estrangeiras, o maior exemplo foi o caso da Arm Holdings¹³. Em junho de 2018, a Softbank Group (Japão), detentora da Arm Holdings, anunciou a venda de 51% de ações para um consorcio chinês liderado pela Hou An Investment Management (incluindo o Bank of China, Silk Road Fund, China Merchant Fund, o governo municipal de Shenzhen, e o Baidu), apoiado pelo governo central, por 775 milhões de dólares. A aquisição facilitou que as *fables* da RPC, como a HiSilicon, UNISOC, Xiaomi, e o Fuzhou Rockchip Electronics, de acessarem diretamente o vasto repertório de propriedade intelectual, incluindo o sistema de low-power system-on-a-chip (SoC), da ARM diretamente da China continental, facilitando o processo de desenvolvimento de novas tecnologias domesticamente, como IoT, veículos autônomos, tecnologia de nuvem, big data, e inteligência artificial, (Chan e Cheng, 2018).

6. Entrave Político

⁹ Firmas especializada em semicondutores analógicos e de sinal misto de alto desempenho para os mercados de mídia digital e comunicações.

¹⁰ Subsidiária da HP na China continental, especializada na fabricação de equipamentos e softwares de redes.

¹¹ Ex-subsidiária da NXP Semicondutor, atua em vários segmentos desde fabricação de transistores e diodos.

¹² Xcerra Corp. realiza design e manufatura equipamento de testes de semicondutores e placa de circuitos.

¹³ É uma firma britânica que desenvolve design de microprocessadores e placa de vídeo, e software de programação. Atualmente, a ARM Holdings é também uma importante firma de licenciamento de design de microprocessadores (incluindo Cortex line design) para as firmas globais de semicondutores, como a AMD, Broadcom, Qualcomm, Mediatek, Apple e Samsung. Foi adquirida pela Sofbank Group em 2016.

Embora os esforços da RPC em realizar o rápido processo de catch-up, através da política de fusões e aquisições, foi notória a preocupação por parte de governos estrangeiros em relação a recente agressiva política chinesa. A indústria de semicondutores além de representar um componente econômico extremamente relevante em alguns países pequenos como Taiwan, também é vista como uma indústria extremamente relevante para a segurança doméstica e para a manutenção da superioridade militar, como no caso dos EUA. Em vista destas ameaças, inúmeros países passaram a atuar contra a tentativa da RPC de adquirir firmas domésticas, frustrando a estratégia de Pequim de alcançar o catch-up a curto espaço de tempo.

Embora as relações entre RPC e Taiwan tenham se amenizado durante o governo Ma Ying-jeou (2008-16), a questão política ainda representou um grande entrave para as relações econômicas. A assinatura do tratado de livre comércio de 2010, não foi acompanhada pela liberalização total dos investimentos da RPC para Taiwan. Devido ao temor de consequências políticas e de segurança nacional decorrentes do excesso de capital da RPC em setores estratégicos, o governo Ma impôs restrições. A liberalização parcial em 2011, limitou os investimentos da RPC sobre a indústria de CI em apenas 10-20% das ações, e em caso de formação de JV, as firmas da RPC não poderiam reter mais de 49% das ações, e todos os casos estariam sujeitos a aprovação das autoridades regulatórias (Lee, 2015). Como consequência, todas as tentativas da RPC de adquirir firmas de Taiwan fracassaram. Em 2015, a Unigroup tentou as firmas líderes do segmento de OSAT, adquirir 25% das ações da Powertech por 600 milhões, e a aquisição da Siliconware por 1,7 bilhões e ChipMOS por 258 milhões de dólares, e a aquisição da MediaTek, líder no mercado de processadores mid e low end para celulares, no entanto, as tentativas foram frustradas pelas autoridades de Taiwan, especialmente após a vitória da candidata pró-independência Tsai Ing-wen nas eleições presidenciais de 2016.

A recente agressividade da RPC também levantou suspeitas da CFIUS, além de ameaçar a hegemonia americana na indústria, havia uma enorme preocupação em relação a questões de segurança nacional como cyber espionagem, e a preocupação de longa data em relação a proteção de propriedade intelectual. Em 2008, Bain Capital (RPC) e a Huawei retiraram a oferta de 2,2 bilhões de dólares para a aquisição da 3Com (EUA), uma renomada firma de software utilizada pelas firmas de defesa dos EUA com o intuito de prevenir grupos de fora de acessarem seus dados sigilosos. Após não entrarem em acordo com a CFIUS, a tentativa de aquisição foi abortada. Em 2011, a CFIUS recomendou o veto a venda da 3Leaf Systems, especializada em soluções de servidores, para a Huawei, devido as suas relações com Pequim (Jackson, 2018, p. 56, 59). Em fevereiro de

2015, a Tsinghua Unisplendour¹⁴ desistiu de adquirir 15% das ações da Western Digital por 3,8 bilhões de dólares após a CFIUS optar por investigar a transação (Shameen, 2018).

Em dezembro de 2015, a Fairchild Semiconductor, que possuía inúmeros contratos com o governo americano, rejeitou a oferta de compra de 2,46 bilhões de dólares da China Resources Microelectronics Ltd e da Hua Capital Management Co Ltd, a favor da oferta da ON Semiconductor por 2,4 bilhões de dólares, devido à preocupação com a CFIUS de intervir na negociação. Da mesma forma, a Philips desistiu de vender a Lumileds, que possuía mais de 600 patentes rejeitou a oferta de 2,9 bilhões de dólares para dois consórcios de investidores chineses GO Scale Capital e GSR Ventures, e optou por vender para Apollo Global Management (EUA) por apenas 2 bilhões de dólares. Enquanto a Micron Technology, do qual os chips são utilizados pela indústria bélica americana, rejeitou informalmente a oferta de 23 bilhões de dólares da Tsinghua Unigroup, devido ao mesmo motivo. Em agosto de 2016, a CFIUS recomendou ao presidente Obama da San'an Opto de adquirir a Global Communications Semiconductor por 226 milhões. Em 2016, o presidente Obama bloqueou a tentativa da Fujian Grand Chip Investment Fund de adquirir a Aixtron (Alemanha), que possuía ativos nos EUA. (Jackson, 2018, p. 63, 65)

Paralelamente as atenções chinesas também se voltaram para a Coreia. Em 2015, a SK Hynix rejeitou a tentativa da Unigroup de adquirir 15-20% de suas ações por 5,3 bilhões de dólares sob a condição de construir uma fábrica NAND flash memory na China (CLARKE, 2015). Ademais, em vista da agressividade chinesa na aquisição de firmas de alta tecnologia, em 2017 a Alemanha aprovou uma resolução proibindo firmas estrangeiras de adquirirem tecnologia nacional, especialmente devido ao temor de perda de tecnologia estratégica para a RPC. De acordo com a Rhodium Group, até 2017 a RPC conseguiu adquirir apenas 4,4 bilhões em firmas de semicondutores.

7. “Cooperação Forçada”

Em vista da dificuldade de adquirir tecnologia estrangeira, e as restrições impostas pelas autoridades reguladoras estrangeiras contra a aquisição de firmas de tecnologia pela RPC, as autoridades regulatórias foram amplamente pelo governo central como instrumento de barganha para coagir e induzir as firmas estrangeiras de semicondutores a venderem ativos, ações, ou conceder demandas por parte de Pequim, como o estabelecimento de centros de P&D na China continental, formação de JV, e concessões forçadas de tecnologia para firmas domesticas. Devido ao enorme mercado consumidor, inúmeras firmas estrangeiras se sujeitaram as pressões de Pequim, e passaram a transferir know-how para firmas e fundos de investimentos da RPC.

¹⁴ Afiliada a Tsinghua Holdings, tal como a Unigroup.

O caso das fabricantes da fusão entre a Advanced Semiconductor Engineering e Siliconware Precision Industries, ambas de Taiwan, líderes no segmento OSAT, foi um exemplo claro desta política de cooperação forçada. Em dezembro de 2016, as autoridades regulatórias de Taiwan autorizaram a fusão entre elas, e foi seguida pela autorização dos EUA e da Coreia. Porém na RPC, onde se concentravam grande parte da demanda de ambas as firmas, a aprovação foi suspensa sem motivos aparentes. Apenas em dezembro de 2017, a fusão foi aprovada pelas autoridades antitruste da RPC, entretanto ela aparentemente condicionada através da venda de 30% das ações da fábrica da Siliconware em Suzhou por 156 milhões de dólares para a Unigroup (Cheng, 2017).

O caso anterior não foi um evento isolado. Em 2015, a NXP Semiconductors (Holanda) fez uma oferta para adquirir a Freescale Semiconductor (EUA). Entretanto, a aquisição só foi aprovada pelas autoridades regulatórias da RPC, após a NXP concordar na venda de sua subsidiária de transistores RF Power, tecnologia para amplificar a potências dos chips, a Nexperia, e de toda estrutura envolvida neste segmento, incluindo toda a propriedade intelectual, centro de R&D, capital humano, contratos e instalações fabris por 1,8 bilhões de dólares para o Beijing Jianguang Asset Management. Só então as autoridades regulatórias antitruste da RPC autorizaram a fusão das duas empresas (Cheng, 2017; Yung e Riemsdijk, 2015).

Segundo Cheng (2017) e Pesek (2017), além do uso do mercado interno, a RPC também se utilizou de perseguições políticas para forçar a cooperação das firmas estrangeiras. Em fevereiro de 2015, a Qualcomm foi multada em 975 milhões de dólares pelas autoridades regulatórias da RPC sobre a alegação de práticas “monopolísticas”, e forçada a reduzir os royalties cobrados pelo uso de suas patentes da tecnologia 3G e 4G (Pesek, 2017). Com o objetivo de melhorar as relações com o governo da RPC, em julho do mesmo ano a Qualcomm anunciou a formação de varias JV, a primeira foi com a Huawei e SMIC, para a construção de um centro de P&D em Xangai, a segunda foi com o governo provincial de Guizhou para desenvolver high-end server chips, e a terceira foi uma JV com a JAC Capital, Wise Road Capital, ambos fundos de investimentos da RPC, e a Leadcore Technology (RPC) para desenvolver chips para celulares (Cheng, 2017).

Enquanto outras firmas americanas optaram por se “imunizar” antecipadamente, afim de evitar o confronto e cooperar com o governo da RPC (Pesek, 2017). Em 2014, a Intel investiu 1,5 bilhões de dólares para adquirir 20% das ações da Spreadtrum e RDA Microelectronics, ambas recém adquiridas pela Unigroup. Enquanto em 2015, a IBM decidiu por licenciar a tecnologia de servidores high end para a Teamsun (RPC) (Mozur, 2017). Já a Western Digital confirmou que está disposta a desenvolver tecnologia com parceiras chinesas, concordando em reter apenas uma parcela minoritária das ações destas JV (Cheng, 2017).

Ademais, em vista da importância do enorme mercado consumidor da RPC, inúmeras empresas, especialmente de Taiwan, optaram por cooperar com Pequim, em busca de expandir seus próprios market share global. Em 2015, a Powertech Technologies (Taiwan) e o Hefei Construction Investment and Holding

Co Ltd. (prefeitura de Hefei) concordaram na formação de uma JV, a Nextchip, para fabricação de CI para painéis de LCDs. Em 2016, após a negativa das autoridades regulatórias de Taiwan de aprovar a compra de 25% das ações da ChipMOS (Taiwan) pela Unigroup, a ChipMOS optou por vender 54,98% das ações de sua unidade de Xangai para a Unigroup. Enquanto, a Merry Electronics (Taiwan) vendeu 51% das ações de suas três fabricas para a Luxshare Precision Industry (RPC), alegando o mesmo motivo. (Cheng, 2017). Em 2018, a Unigroup e a Lite-On (Taiwan), criaram uma JV de 100 milhões de dólares em Suzhou, a ASE Technology Holdings vendeu 30% de sua subsidiaria em Suzhou por 95.33 milhões de dólares para a Unigroup, além do estabelecimento da cooperação entre a Phison Electronics Corp. e a Unigroup (Wang, 2018).

8. “Guerra dos Chips”

Por inúmeras décadas, a política americana em relação a Pequim foi baseada na esperança que as relações econômicas, diplomáticas, e de segurança, pudessem resultar em liberalização política e econômica da RPC, e portanto, durante este período, Washington tolerou inúmeras práticas comerciais e industriais, inclusive um déficit de comércio bilateral extremamente favorável para Pequim, no entanto esta visão não só se mostrou falho, tal como levou ao fortalecimento do regime do Partido Comunista Chinês, e elevou a RPC a segunda econômica mundial (USCC, 2018). No entanto, após Donald Trump assumir a presidência dos EUA, e a nomeação do economista Peter Navarro para presidir o *National Trade Council* em 2017, Washington passou a questionar as praticas comerciais de Pequim, inclusive a sua política industrial em relação a semicondutores.

Além de acusar de “economic aggression” e “fall outside of global norms and rules”, resultando num aumento crescente no comercio bilateral entre os dois países, o governo Trump também passou a acusar a RPC de “implementing a comprehensive, long-term industrial strategy to ensure its global dominance.... Beijing’s ultimate goal is for domestic companies to replace foreign companies as designers and manufacturers of key technology and products first at home, then abroad”. Como parte das acusações, os EUA passou a acusar a RPC de absolver tecnologia estrangeira, através de vários meios desleais, como o uso da estratégia de roubo de segredo industriais, coerção e regras intrusivas para forçar a transferência de tecnologia de firmas estrangeiras, coerção econômica, recrutamento de capital humano, e apoio do governo central para aquisição de ativos estratégicos no exterior, que segundo Washington, provocavam distorções de mercado, provocando entre 255-600 bilhões de dólares apenas em prejuízos relacionados aos direitos de propriedade intelectual (Pham, 2018; Shameen, 2018; White House, 2018).

Baseado em tais acusações, além de impor unilateralmente tarifas contra a importação de produtos chineses referente ao total de 250 bilhões de dólares (Baschuk, 2019), o governo Trump também passou a atuar incisivamente contra qualquer tentativa da RPC de adquirir tecnologia americana, e

prevenir que a RPC tome a liderança americana em setores de alta tecnologia como inteligência artificial, robótica, Internet of Things, tecnologia 5G, e design de CI (Shameen, 2018). Em 13 de setembro de 2017, o governo Trump, seguindo as recomendações da CFIUS, vetou a Canyon Bridge Capital Partners (RPC), de adquirir por 1,3 bilhões de dólares a Lattice Semiconductors, sob a alegação de potenciais ameaças à segurança nacional americana, devido a importância de manter integridade da cadeia de suprimentos de semicondutores, que fornece componentes para o governo dos EUA. Do mesmo modo, em 2018, a CFIUS barrou a tentativa de aquisição da Qualcomm (EUA) pela Broadcom (Singapura) por 117 bilhões de dólares, pelo temor da ligação entre a Broadcom com Pequim (Jackson, 2018, p. 66).

Em abril de 2018, os EUA acusaram a ZTE, a segunda maior firma de telecomunicações da RPC, de violar as sanções contra o Irã e a Coreia do Norte, e puniu anunciando a proibição de exportações de componentes americanos para a ZTE por sete anos, além de aplicar uma multa de 890 milhões de dólares. O fato fez com que a ZTE imediatamente suspendesse as operações globais, uma vez que os componentes americanos correspondiam a cerca de 25-30% de um smartphone manufaturado pela ZTE. Após semanas de negociações e sob pedidos do governo da RPC de aliviar as sanções, em julho de 2018, a ZTE e os EUA chegaram a um acordo, com a imposição de 1,4 bilhão de dólares em multas, nomeação de novo conselho de diretores, e o estabelecimento de um departamento de compliance, escolhido pelo departamento de comércio dos EUA (Shameen, 2018). O episódio expôs a extrema fragilidade e dependência das firmas da RPC em relação aos componentes importados, especialmente dos EUA, para as exportações de suas firmas de alta tecnologia.

Em outubro de 2018, o Departamento de Comércio dos EUA anunciou o embargo de exportações de bens e serviços contra a Jinhua Integrated Circuit Co. (JHICC), um dos campeões nacionais do segmento de memória apoiado pelo governo central da RPC, impedindo a JHICC de importar equipamento-chaves de última geração de semicondutores da Applied Materials Inc., Lam Research Corp., a KLA-Tencor Corp., e etc... A decisão foi baseada na acusação do Departamento de Justiça dos EUA, que indiciou a JHICC e a UMC (Taiwan) de espionagem industrial¹⁵ (Shameen, 2018). Após o anúncio do embargo, os engenheiros da Applied Materials, da KLA-Tencor, e até da holandesa ASML retiraram seus engenheiros que realizavam treinamentos dos engenheiros locais, e todas as vendas futuras de equipamentos foram suspensas, deixando a planta industrial da JHICC praticamente inoperante devido à falta de equipamentos para suprir a fábrica (Gao et al., 2018).

¹⁵ Segundo a acusação dos EUA, a venda da tecnologia de fabricação de D-RAM da UMC para a JHICC por 5,65 bilhões de dólares em fevereiro de 2016, seria na verdade o aliciamento da UMC de ex-engenheiros da Micron em Taiwan, que "roubaram" as especificações e design dos IC, e posteriormente repassaram para a JHICC.

Ademais, em vista iminência da Huawei, a maior firma global de equipamentos de telecomunicações, e a principal fabricante de CI da RPC através de sua subsidiária HiSilicon, de dominar a nascente mercado de equipamento de telecomunicações 5G, os EUA passaram a liderar uma ofensiva contra a Huawei. Em 2018 o governo Trump sancionou uma lei que proibia as agencias governamentais de adquirirem equipamentos de telecomunicações de firmas chinesas, sob o pretexto de suspeita de espionagem, e medidas similares foram adotadas por seus aliados como o Japão, Reino Unido, França Austrália, Taiwan e Nova Zelândia, sob pressão política de Washington (Denyer, 2018). Em 2019, o governo Trump anunciou ainda a pretensão de banir o uso de equipamentos chineses na rede telecomunicações, como a 5G, dos EUA, e instigando os seus aliados a fazerem o mesmo. Além disso, perseguições políticas, como as que resultaram nas prisões de Meng Wanzhou, diretora financeira e filha do fundador da Huawei, em 2018 acusada de violar as sanções americanas contra o Irã, e da prisão de um funcionário da Huawei na Polônia em 2019, acusado de espionagem (Plucinska e Koper, 2019).

9. Conclusão e Considerações Finais

Embora os recentes esforços da RPC de alcançar sua própria autossuficiência na indústria de semicondutores, os resultados até o momento foram bastante limitados. Em vista da dinâmica industrial de ciclos curtos, extremamente depende de economias de escala e de eficiência de aprendizado, e a imposição da agenda neoliberal da OMC que impede a maior atuação dos estados desenvolvimentistas sobre seu próprio desenvolvimento industrial, que formaram forte barreiras a entrada de novos desafiantes ao mercado, e privilegiavam a manutenção de firmas incumbentes, até 2018, as firmas da RPC só conseguiram atender 13% da demanda doméstica, estando praticamente impossível de atingir a meta estabelecida pelo “Made in China 2025”, que previa atingir a autossuficiência de 40% em 2020, e 70% em 2025. A estratégia de fusão e aquisição foi frustrada pela intervenção estrangeira, particularmente dos EUA, impedindo a possibilidade de catch-up da RPC.

A questão de atingir a autossuficiência da RPC na indústria de semicondutores tornou-se crucial a partir de 2010. Desde a crise global de 2008, o superávit da conta corrente da RPC tem se reduzido gradualmente de 10,3% (2007) do PIB, para apenas 0,4% (2018), há a possibilidade da RPC de zerar ou atingir o déficit na conta corrente ainda em 2019. O fato deve-se a relativa estagnação no superávit da balança comercial desde 2012, acompanhado do aumento crescente do déficit da balança de serviços, impulsionada por gastos com turismo no exterior que passou a aumentar gradualmente desde 2007. A necessidade de reverter a tendência ao déficit na conta corrente, é necessária para manter o ritmo de crescimento da economia, e a questão do upgrade industrial essencial para conduzir um novo padrão de

crescimento liderado pela indústria de alta tecnologia. O domínio da indústria de semicondutores é fundamental para a RPC evitar a recessão econômica, e de suas pretensões políticas internacionais.

No entanto, questões de geopolítica internacional atuaram incisivamente contra as pretensões da RPC de atingir o catch-up industrial no setor. A atual fragilidade estrutural do setor externo chinês, onde o saldo da conta corrente é cada vez mais dependente do superávit comercial com os EUA, e dependência tecnológica em relação a tecnologia importada, concede a Washington um enorme poder de barganhar sobre as negociações comerciais com Pequim, podendo força-lo ao déficit da conta corrente através de embargo sobre as exportações de tecnologias, impedindo o progresso técnico chinês, ou através de imposições de sanções comerciais forçando a redução do superávit da balança comercial. Um eventual déficit forçaria a RPC a optar ou pela recessão, ou pelo uso de sua extensa reserva de divisas internacionais, ou o uso de ancora cambial para sustentar o consumo.

Embora Pequim tenha ensaiado retaliações contra os EUA, como a ameaça de impor tarifas contra as exportações americanas, as recentes concessões de vitória de patentes da UMC contra Micron, e da Qualcomm contra a Apple, a investigação sobre a formação de cartel de preços no segmento de memória D-RAM contra a Samsung, SK Hynix, e a Micron, a não aprovação pelas autoridades regulatórias da RPC sobre a aquisição da NXP Semiconductor pela Qualcomm, e os processos que a RPC está movendo contra os EUA devido a imposição unilateral de tarifas de importação na OMC, e da Huawei contra o governo americano em protesto ao banimento do uso de equipamentos chineses nos EUA. As opções de Pequim são bastante limitadas, dado ao panorama da indústria global de semicondutores, a estruturação atual do setor externo chinês, e das condições geopolíticas internacionais, a condição global do mercado de semicondutores devem se manter estáveis a favor dos EUA, e dificilmente a RPC alcançara um resultado relevante a curto prazo.

Bibliografia

- Barton, J.H., Goldstein, J.L., Josling, T.E., e Steinberg, R.H. (2006). *The Evolution of the Trade Regime: Politics, Law, and Economics of the GATT and the WTO*. Princeton University Press.
- Baschuk, B. (2019). *WTO Launches Investigation Into Trump's China Tariffs*, Official Says. Bloomberg.
- Bitzinger, R.A. (2004). *Civil-Military Integration and Chinese Military Modernization*. Asia-Pacific Center for Security Studies 3-9 (2004).
- Chan, M., e Cheng, T.F. (2018). *Arm's China joint venture ensures access to vital technology*. Nikkei Asian Review.
- Cheng, T.F. (2017). *China uses antitrust reviews to gain foreign technology*. Nikkei Asian Review, December 5, 2017.

- Conselho de Estado. (2014). 《国家集成电路产业发展推进纲要》正式公布. 工业和信息化部网站, 2014-06-24.
- _____. (2015). 国务院关于印发《中国制造 2025》的通知. 国发〔2015〕28号, 2015年5月8日.
- Denyer, S. (2018). Japan effectively bans China's Huawei and ZTE from government contracts, joining U.S. The Washington Post, 10 de Dezembro de 2018.
- Ernst, D. (2015). From Catching Up to Forging Ahead: China's Policies for Semiconductors. East-West Center Special Study, 2015.
- Ezell, S.J., e Atkinson R.D. (2015). False Promises: The Yawning Gap Between China's WTO Commitments and Practices. The Information Technology & Innovation Foundation.
- Feng, Y., Wu, J., e He, P. (2018). Global M&A and the Development of the IC Industry Ecosystem in China: What Can We Learn from the Case of Tsinghua Unigroup?. Sustainability 2019, 11, 106.
- Gao, Y., King, I., Drozdak, N., e Wu, D. (2018). The Chipmaker Caught in U.S. Assault on China's Tech Ambitions. Bloomberg News, November 25, 2018.
- Harada, L.K. (2010). Semiconductor Technology and U.S. National Security. USAWC Program Research Project, Master of Strategic Studies Degree, U.S. Army War College, 2010.
- IC Insights. (2013). Foreign IC Companies to Represent 70% of China's IC Production in 2017, Up From 58% in 2012. IC Insights, 2013.
- Irwin, D.A. (1994). The U.S.-Japan Semiconductor Trade Conflict. In: Krueger, A.O. (Editor). The Political Economy of Trade Protection (1996), p. 5 – 14. Conference held September 13, 1994.
- Jackson, J.K. The Committee on Foreign Investment in the United States (CFIUS). Congressional Research Service, October 11, 2017.
- Koty, A.C. (2016). Chips All In: Investing in China's Semiconductor Industry. China Briefing, Dezan & Shira Associates, 2016.
- LEE, C.Y. (2015). Chinese Investment in Taiwan, Danger or Opportunity? Lau China Institute Policy Paper Series. Volume 1. Issue 4. Series Editor: Sam Beatson.
- Lin, B.J. (2009). Optical Lithography: Here Is Why. Bellingham: SPIE Digital Library.
- Lynch, D.J. (2018). Trump, a global loner, finds his China trade war complaints draw a crowd. The Washington Post, 14 de Dezembro de 2018.
- Mack, C. (2008). Fundamental Principles of Optical Lithography: The Science of Microfabrication. Hoboken: Wiley.

- Majerowicz, E., e Medeiros, C.A. (2018). Chinese Industrial Policy in the Geopolitics of the Information Age: The Case of Semiconductors. *Revista de Economia Contemporânea* (2018) 22(1): p. 1-28.
- May, G.S., e Spanos, C.J. (2006). *Fundamentals of Semiconductor Manufacturing and Process Control*. Hoboken: Wiley.
- Morra, J. (2017). China's Tsinghua Unigroup Invests \$30 Billion in Memory Chip Fab. *Electronic Design*, Jan 25, 2017.
- Mozur, P. (2015). IBM Venture with China Stirs Concerns. *New York Times*, June 23, 2015.
- Ning, L. (2008). State-led Catching up Strategies and Inherited Conflicts in Developing the ICT Industry: Behind the US–East Asia Semiconductor Disputes. *Global Economic Review: Perspectives on East Asian Economies and Industries*, 37:2, 265-292, 2008.
- Pesek, W. (2017). China's antitrust intrigue undermines Xi market economy plan. *Nikkei Asian Review*, December 11, 2017.
- Pham, S. (2018). How much has the US lost from China's IP theft?. *CNN Business*.
- Pinto, E.C., Fiani, R., e Correa, L.M. (2015). *Dimensões da Abordagem da Cadeia Global de Valor: Upgrading, Governança, Políticas Governamentais e Propriedade Intelectual*. Ipea, Texto para Discussão 2155.
- Pollack, A. (1982). Japan's Big Lead in Memory Chips. *The New York Times*, 1982.
- Plucinska, J. e Koper, A. (2019). Poland arrests Chinese Huawei employee and Polish national on spying allegations. *Independent*, 11 de Janeiro de 2019.
- Rho, S., Lee, K., e Kim S.H. (2015). Limited Catch-up in China's Semiconductor Industry: A Sectoral Innovation System Perspective. *Millennial Asia* 6(2) 1–29, 2015.
- Shameen, A. (2018). Tech: Why chips are at core of new US-China Cold War. *The Edge Market*, 2018.
- Technavio (2018). *Global Semiconductor Market in Military and Aerospace Industry 2018-2022*.
- Yung, C., e Riemsdijk, A.V. (2015). NXP Semiconductors Sells Unit to Chinese Firm for \$1.8 Billion. *The Wall Street Journal*, May 28, 2015.
- Waldrop, M.M. (2016). The chips are down for Moore's law. *Nature*, 530: 144–147.
- Wang, L. (2018). Phison forms partnership with Tsinghua subsidiary. *Taipei Times*.
- White House. (2018). *How China's Economic Aggression Threatens the Technologies and Intellectual Property of the United States and the World*. White House Office of Trade and Manufacturing Policy, June 2018.