

## **EMERGÊNCIA, CRISE E CONTENCIOSOS NO CAMPO GLOBAL DE SEMICONDUTORES**

**SERGIO RUBENS PATRICIO JUNIOR**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR)

**MARIO SACOMANO NETO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS (UFSCAR)

Agradecimento à orgão de fomento:

Agradeço a CAPES pela bolsa de estudos para realizar este trabalho

# EMERGÊNCIA, CRISE E CONTENCIOSOS NO CAMPO GLOBAL DE SEMICONDUTORES

## 1 – INTRODUÇÃO

Os componentes semicondutores têm um papel crucial na economia global e são fundamentais para o avanço das tecnologias do futuro (Crean et al., 2023). A indústria de semicondutores é uma das mais sofisticadas e se tornou de extrema importância para o desenvolvimento global (Grimes e Du, 2022). O aumento das vendas de componentes vem crescendo e a Associação Industrial de Semicondutores nos Estados Unidos (SIA), estima um faturamento mundial de um trilhão de dólares até 2030 (SIA, 2022).

O processo de fabricação dos semicondutores é constituído por uma rede sofisticada de atores globais (Hrynkiv e Lavrijssen, 2024), que se mobilizaram e especializaram em cada etapa do processo de fabricação (Pilai, 2020). A produção foi sistematicamente transferida para a Ásia em busca de regiões menos institucionalizadas e custos reduzidos (Chen e Sewell, 1996; Kuan e West, 2023). Recentemente, esta concentração da produção se mostrou frágil ao ser tensionada durante a pandemia da Covid-19, provocando a interrupção do fornecimento de chips sem precedentes, desencadeando a interrupção de fabricação de diversos setores industriais (Hasan et al., 2023). Em decorrência disso, acirrou-se a disputa pelo controle do fornecimento global dos semicondutores, motivando episódios contenciosos capazes de promover uma reorganização geopolítica do setor de semicondutores (SIA, 2022; Marukawa, 2023; Chip Act EUA, 2022; Chip Act UE, 2022).

Estudos demonstram que os atores na Ásia adotaram estratégias econômicas e políticas que os permitissem disputar por melhores posições e ampliar seus domínios no mercado de semicondutores (Langlois et al., 1988; Langlois e Steinmueller, 2000; Gargini, 2017; Knight, 2014; Guilhon et al., 2004; Yoo, 2022). Embora analisar essas estratégias sejam importantes, elas são insuficientes para compreender a dinâmica que resultou na emergência do campo de semicondutores, estabilidade e crise.

A teoria de campos tem sido amplamente utilizada para analisar o papel das interações sociais em diversos campos (Fligstein, 2021; Fligstein e McAdam, 2012; Bourdieu, 2005; Bourdieu, 1983; Sacomano et al., 2016; Candido et al., 2021). Um campo pode ser compreendido como uma ordem social construída em nível meso em que os atores interagem uns com os outros com base em entendimentos compartilhados sobre os objetivos do campo, suas relações e as regras que regem a ação legítima do campo (Fligstein e McAdam 2012). Esta teoria propõe um conjunto de categorias que permitem compreender a dinâmica de emergência, estabilidade e crise. Além disso, os atores sociais que estão inseridos em um espaço social, trazem para o campo capitais específicos que podem dar significado dentro desse campo ou influenciar diretamente em sua posição (Bourdieu, 2005).

Os campos podem estar inseridos dentro de outros campos como “bonecas russas”, onde um conjunto de recursos pode ser distribuído de maneira que os campos podem se formar como hierárquicos ou cooperativos. O conjunto de recursos distribuídos dentro do campo ajudam a determinar o poder que este ator possui sobre as decisões e acontecimentos dentro do campo (Fligstein e McAdam, 2012). Desta maneira, consideramos o setor de semicondutores como um campo onde os atores interagem em um nível meso.

A fabricação dos chips envolve uma ampla disputa por posições e recursos (Rasiah e Wong, 2021) onde os atores estão em um fluxo de interações e disputas entre si, levando uns aos outros em conta (Fligstein e McAdam, 2012). Além disso, integram um sistema institucionalizado de normas e regras com quadros interpretativos sobre o que está em jogo e quais mecanismos são legítimos dentro do espaço social (Hrynkiw e Lavrijssen, 2024).

Diversos autores já se dedicaram a estudar o histórico da indústria de semicondutores (Jian et al., 2008; Lukasiak e Jakubowski, 2010; Epipoco, 2013; Hobday, 1991), suas estratégias de mercado (Guilhon et al., 2004; Kuan e West, 2023), as estratégias competitivas (Wang e Chiu, 2014; Cho et al., 1998, Langlois e Steinmueller, 1999) e a disputa entre atores (Hodges et al., 1998; Yoo, 2022). No entanto, não foram encontrados estudos que abordassem a teoria de campos como ferramenta de análise do setor de semicondutores. Há carência de estudos de nível meso, explorando a dinâmica dos atores em movimentos sociais que resultam na emergência, mudança e crise de um campo.

Diante disso, este trabalho concentra-se em analisar a dinâmica da emergência, estabilidade e crise do campo global de semicondutores. O estudo busca identificar os principais atores na fase de emergência e estabilidade do campo e a dinâmica deste processo. Ainda, serão analisados os planos de contenção e seus desdobramentos em período de crise. Serão articuladas as teorias de campos e capitais para explorar a posição relativa dos atores incumbentes e desafiantes. Para atingir este objetivo, foi feita uma pesquisa documental de periódicos, sites corporativos, jornais, livros e revistas, que tivessem relação direta com o tema de pesquisa. Posteriormente, utilizamos a teoria de campos abordada pelos autores Fligstein e McAdam (2012) e Bourdieu (1986), como as perspectivas de análise para compreender a dinâmica do campo de semicondutores. A metodologia de análise foi construída de acordo com os dados secundários do setor de semicondutores, elaborando um agrupamento de informações descritivas e históricas.

Os resultados da pesquisa revelam que o setor de semicondutores emergiu a partir de esforços acadêmicos em pesquisa e desenvolvimento de base, que amparadas pelo governo americano, proporcionou o surgimento do campo de semicondutores. A partir daí, foi necessário reduzir custos produtivos onde, os países asiáticos suportaram a concentração dos meios de produção em seu território. O processo de desverticalização industrial americano originou um desequilíbrio global, se mostrando frágil durante a pandemia de COVID-19, desabastecendo diferentes setores industriais. Na tentativa de reduzir os riscos de nova escassez e ampliar os domínios intelectuais e industriais, atores com Estados Unidos e União Europeia, elaboraram e implementaram ações contenciosas conhecidas como “Chip Act”. Estas ações resultaram em um tensionamento geopolítico sem precedentes capazes de reorganizar o campo de semicondutores.

## **2 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 - Teoria de Campos**

O conceito de campos como perspectiva de análise em nível meso, foi abordado e explorado por diversos autores (Fligstein e McAdam, 2012; Bourdieu, 2005; Fligstein, 2021). Trabalhos recentes investigam as interações sociais e seus desdobramentos (Candido, Soulé e Sacomano Neto, 2017; Martin, 2003; Burnes e Cooke, 2012; Windeler e Jungmann, 2023). Este

trabalho utilizará as abordagens teóricas de emergência, estabilidade e crise elaboradas por Fligstein e McAdam (2012) e a perspectiva de capitais por Bourdieu (1986).

Para Bourdieu (2005) os campos são constituídos por arenas onde se desenrolam as relações sociais entre os agentes. Neste sentido, os espaços sociais são formados por agentes dotados de capitais que se relacionam entre si permitindo o funcionamento do campo. Como os agentes trazem consigo diferentes capitais, suas posições de poder dependerão dos recursos distribuídos no campo. Os capitais têm uma atribuição importante na estrutura do campo ao proporcionar vantagens estratégicas a aquele que os detêm. A percepção da importância dos capitais que os agentes trazem para o campo podem não ter importância em outros campos (Bourdieu e Wacquant, 1992), ou seja, os capitais considerados essenciais para um campo podem não ter relevância em outro campo. Assim, estes recursos não são necessariamente materiais podendo ser também capitais humanos, sociais, culturais, entre outros (Bourdieu, 1986).

Uma elaboração mais recente da teoria de campos, proposta por Fligstein e McAdam (2012), é a teoria de campo de ação estratégica (CAE). Esta abordagem incorpora a emergência, estabilidade e crise, e a maneira como as posições de poder dependem das capacidades dos atores em mobilizar apoio em ação coletiva. O ponto central do CAE é colocar menos relevância numa reprodução “dada como certa” a qual permite uma visão mais dinâmica sobre o mecanismo utilizado pelos atores para se mobilizam continuamente para ocupar posições (Fligstein e McAdam, 2012).

A abordagem de CAE é composta por três tipos de atores: os incumbentes, os desafiadores e as unidades de governança (Fligstein e McAdam, 2012). Os atores incumbentes, são atores com extrema influência dentro do seu território, uma vez que as regras os favorecem e os significados compartilhados tendem a legitimar e apoiar sua posição privilegiada. Os atores desafiadores ocupam nichos menos privilegiados em um campo e, normalmente, exercem pouca influência sobre sua operação. Em geral, os desafiadores detêm menos recursos, mas em determinadas circunstâncias, podem utilizar as regras existentes de maneira inovadora para criar instituições ou fazer alianças. As unidades de governança, segundo os autores Fligstein e McAdam (2012), são as unidades internas responsáveis por supervisionar o cumprimento das regras, o funcionamento e a reprodução do sistema. É importante observar que os campos não existem no vácuo, mas num ambiente mais amplo onde outros campos estão inseridos em redes complexas de outros campos, se assemelhando a “bonecas russas” (Fligstein e McAdam 2012).

Os atores estatais, por meio de sua autoridade formal, podem estabelecer regras, pronunciar-se sobre legitimidade do campo e impor sanções, estabelecendo assim um potencial incomparável que poderá afetar as fases do campo.

Fligstein e McAdam (2012) definem um campo emergente como uma arena ocupada por dois ou mais atores cujas ações são orientadas entre si, mas permanecem em busca de uma ordem estável que efetivamente oriente e rotinize as relações de campos. A nova ordem encoraja os atores a um entendimento compartilhado sobre o que está em jogo no campo, a natureza das regras e quais ações são legítimas ou não e, também, sujeitam os atores a levarem em conta o que trazem para o campo e suas estratégias para controlar os recursos.

Um outro estado em que o campo pode se encontrar é a estabilidade, que pode ser examinada pelos tipos de ações e a forma que os atores estão engajados. Neste arranjo, a estrutura de papéis dos atores é bem conhecida e institucionalizada, tomadas como certas. A resposta à instabilidade e crise do campo será firmemente respondida pelos atores incumbentes em manter

seu *status quo*. As instabilidades resultam em crises que, conseqüentemente, geram mudanças incrementais nos CAE motivadas pela disputa de posição e poder, ou por conflitos generalizados, ameaçando a legitimidade do campo de tal forma que eles não são mais capazes de entregar os fins previamente definidos.

Um dos pontos essenciais para compreender o funcionamento do CAE é examinar a razão pela qual ocorrem episódios de contenção em momentos de crise e seus possíveis desdobramentos. As contenções, além de utilizarem formas inovadoras, são caracterizadas por sentimentos compartilhados de incerteza em que as regras e relações de poder que regem o campo e que eram dadas como certas perdem sua efetividade (Fligstein e McAdam, 2012). Em resposta a uma crise emergente, os atores titulares tendem a manter o status quo e a reconstruir a velha ordem por meio da unidade interna de governança ou acionando aliados importantes de campos próximos. A pacificação de uma crise ocorre quando novos entendimentos são compartilhados ou restaurados os velhos (Fligstein e McAdam 2012).

O entendimento das fases do campo e suas características permite um entendimento da dinâmica em funcionamento em cada período. O quadro 1 representa de forma sintetizada estas fases.

Quadro 1. Principais características nas fases de emergência, estabilidade e crise.

| Fases do Campo | Características do Campo  |
|----------------|---|
| Emergência     | Entendimentos compartilhados, mobilização social, entendimento das regras do jogo, cooperação, táticas legítimas, quadro interpretativo |
| Estabilidade   | Consenso, interdependência, controle das regras do jogo, reprodução do campo, distribuição equilibrada de recursos                      |
| Crise          | Competição por posições, dependência, choques exógenos, invasão do campo, episódios de contenção  |

Fonte: Fligstein e McAdam (2012). Elaborado pelo autor

O campo permanece neste fluxo onde as fases auxiliam no entendimento dos quadros cognitivos que podem tensionar o campo e implicar em disputas internas ou em episódios contenciosos.

## 2.2 – Os capitais no campo

Um dos aspectos centrais do campo é o domínio de capitais pelos atores (Fligstein e McAdam 2012). Para Bourdieu (2005) o campo é criado e apoiado nas interações sociais que moldam sua estrutura, a partir de seus diferentes capitais que trazem para o campo. O capital nos moldes incorporados pode levar tempo para acumular-se, mas tem o potencial de produzir efeitos vantajosos. A estrutura de distribuição dos diferentes tipos de capitais num dado momento do tempo representa a estrutura do mundo social (Bourdieu, 1986). Os atores dotados de capitais importantes, utilizam estratégias para dominar o campo utilizando arranjos que mantenham seus privilégios e justifiquem sua legitimidade (Bourdieu, 1986; Bourdieu 2005).

Os capitais podem se apresentar de diversas formas, onde Bourdieu (1986) destaca como principais o capital econômico, cultural e social. O capital econômico é aquele que pode ser convertido em vantagens para obter lucro, dinheiro ou crédito. O capital cultural pode se apresentar na forma de bens culturais e conhecimentos que o ator possui e pode utilizá-lo para

obter vantagem no campo. O capital social constitui a interação social com outros atores do grupo que proporciona um reconhecimento mútuo e um capital detido coletivamente. De fato, os capitais estão intimamente ligados a um sistema de relacionamento social e posição dentro do campo em análise. Os posicionamentos são estabelecidos pela distribuição de recursos e tem capacidade de se caracterizar como hierárquico dentro do campo e originar uma fonte de dominação e poder (Sacomano Neto et al., 2016). O quadro 2 sintetiza os indicadores que Bourdieu atribuiu aos principais dos capitais.

Quadro 2. Os indicadores de capital destacados por Bourdieu

| <b>Capital</b>   | <b>Indicadores Utilizados por Bourdieu (1986)</b>                           |
|------------------|---|
| <b>Econômico</b> | Pode ser transformado em dinheiro ou crédito                                |
|                  | Institucionalizado em direitos de propriedade material                      |
|                  | Os diferentes tipos de capitais podem ser derivados do capital econômico    |
| <b>Cultural</b>  | Pode ser convertido em capital econômico                                    |
|                  | Institucionalizado sob a forma de qualificações educacionais                |
|                  | Objetos materiais (equipamentos, pinturas, livros, quadros, etc.)           |
|                  | Demanda tempo para incorporá-lo, investimento pessoal                       |
| <b>Social</b>    | Pode ser convertido em capital econômico                                    |
|                  | Institucionalizados sob a forma de títulos de nobreza                       |
|                  | Estão ligados a posse de uma rede durável de relações                       |
|                  | O volume de capital social será de acordo com o tamanho da rede de conexões |
|                  | Tem o poder de mobilizar outros capitais                                    |

Fonte: Bourdieu (1986). Elaborado pelo autor

A partir desta perspectiva, consideramos o setor de semicondutores como um campo dinâmico, onde os atores estão inseridos em um contexto social cuja posição hierárquica será resultado dos capitais mobilizados.

### 3 - METODOLOGIA

O estudo foi estruturado de forma a compreender a dinâmica da emergência, estabilidade e crise do campo de semicondutores, a partir do entendimento de seu contexto histórico. Recorremos a uma pesquisa exploratória histórica da indústria de semicondutores que pudesse dar sentido à construção de uma interpretação sobre as principais fases no campo e os capitais. As pesquisas exploratórias têm o caráter investigativo com o propósito de proporcionar familiaridade ou conhecer melhor o problema que está sendo observado, enquanto as descritivas possuem técnicas padronizadas de coletas de dados com o objetivo de descrever as características principais de um fenômeno que permitam identificar a existência de relações entre variáveis ou a natureza desta relação (Gil, 2002). Os métodos de pesquisa exploratório e descritivo serão úteis para estabelecer o marco histórico e teórico da pesquisa.

#### 3.1 Coleta de dados

Com a finalidade de fazer um primeiro levantamento sobre o tema, utilizamos a coleta de dados em 2023 examinando estudos em base de dados como Web of Science (WoS) e Scopus. A partir dos primeiros resultados da consulta, optamos por concentrar as buscas na base de dados Scopus, por ser indexada, representar uma base de dados com maior volume de periódicos e visibilidade (Vieira e Gomes, 2009), além de ser a base de dados que mais retornou resultados sobre o tema.

Nesta fase preliminar, foi possível contextualizar os principais conceitos, temas envolvidos e compor as principais palavras de busca. Considerando o setor de semicondutores como principal objetivo, e a teoria de campos abordada por Bourdieu, Fligstein e McAdam, definimos como palavras-chaves: Bourdieu, Fligstein e McAdam, teoria de campos, campo de ação estratégico, indústria de semicondutores, disputa, capitais, emergência, estabilidade e crise.

Refinamos a busca de forma a abranger o histórico da indústria de semicondutores, excluimos áreas do conhecimento que não estavam relacionadas ao tema e redefinimos como principais palavras chaves: indústria de semicondutores, indústria de chips, histórico da indústria de semicondutores e teoria de campos. A partir da nova busca, encontramos duzentos e noventa e cinco documentos relacionados a indústria de semicondutores. Após a leitura do título e resumo, foram selecionados trinta e quatro documentos que foram lidos integralmente.

Utilizamos um critério de delimitação de pesquisa de forma a excluir documentos incompletos e aqueles que apresentaram os semicondutores e campos como elementos de estudo das disciplinas de materiais ou do campo da física. Selecionamos os documentos no idioma inglês e português, além disso, buscamos os documentos disponibilizados em museus de tecnologia, sites dos fabricantes de semicondutores, revistas, jornais, associações de semicondutores, instituições de comércio exterior e plataformas digitais.

Para a análise de dados dos documentos encontrados, foram usadas planilhas eletrônicas do Microsoft Excel e o software VOS Viewer. Esses softwares permitiram organizar e manipular as informações de forma a revelar as formas, padrões e as estruturas da indústria de semicondutores.

## **4 - RESULTADOS DA PESQUISA**

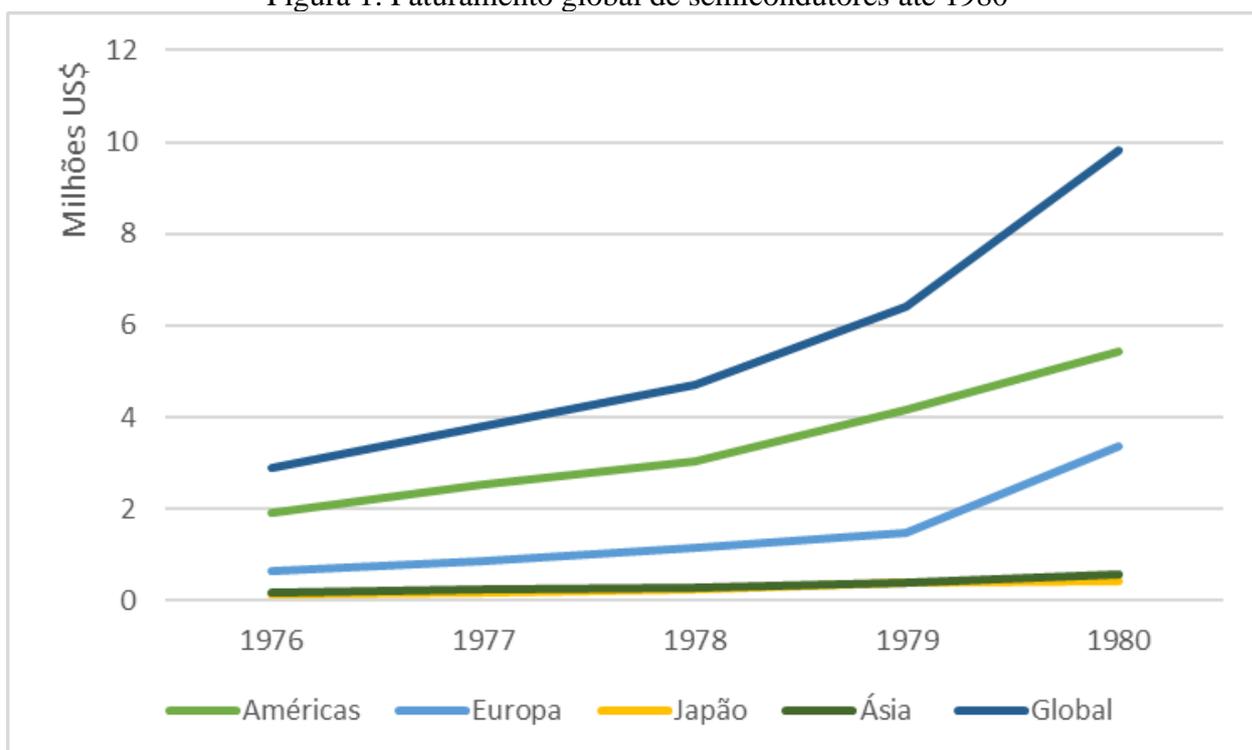
Esta sessão explora os principais resultados sobre a indústria mundial de semicondutores, passando pelas análises das fases de emergência, estabilidade, crise e os episódios contenciosos.

### **4.1 – Emergência, estabilidade e crise no campo de semicondutores**

Embora as diversas descobertas importantes nas primeiras décadas do século XX, como a válvula, incorporarem a tecnologia dos semicondutores, foi efetivamente a descoberta do transistor em 1948 nos Laboratórios Bell que, fomentou a indústria moderna de semicondutores. Durante as três primeiras décadas após sua descoberta, as empresas americanas de semicondutores lideraram a inovação tecnológica e a produção dos semicondutores. Neste contexto, uma inovação desafiante, o transistor, forjou um rearranjo do campo social, até então, estabelecido e dominado pelas válvulas. Os primeiros transistores e posteriormente os circuitos integrados, foram desenvolvidos e fabricados nos Estados Unidos para atender a demanda militar e programas espaciais. Em meados dos anos 60, a indústria de computador e telecomunicação ultrapassou esta demanda, e tem sido a principal utilização comercial desde então.

A associação estatística de comércio mundial de semicondutores (WSTS), concentra as principais informações comerciais de semicondutores do mundo. Os dados históricos comerciais da WSTS indicam que o faturamento global de semicondutores progrediu a partir da década de 1970 sinalizando os Estados Unidos e União Europeia como atores incumbentes do campo de semicondutores. A figura 1 ilustra a progressão do faturamento mundial neste período. Com o avanço do mercado global, cria-se uma arena a partir da interação entre os atores através de alianças e parcerias tecnológicas. Neste período, havia ausência de capitais tecnológicos que pudessem fomentar a indústria de semicondutores. O espaço social torna-se uma arena de disputa por novos mercados econômicos induzindo os atores a competirem por capitais que sustentem o campo e que permitam sua reprodução.

Figura 1. Faturamento global de semicondutores até 1980



Fonte: World Semiconductor Trade Statistics (WSTS), 2023. Elaborado pelo autor

A partir da década de 1980, a concorrência pelo campo de semicondutores se configura e é possível identificar os principais atores envolvidos nas disputas comerciais, políticas e econômicas, modelando a configuração e a dinâmica do campo. Os campos dos semicondutores na década de 1980, emergiram e foram configurados pela América com 55% das vendas globais de semicondutores, seguido pela União Europeia com 34%, Japão, 5% e Ásia com 6%. Estes atores estabelecem objetivos comuns de ampliar a utilização de semicondutores e criam regras para o funcionamento do campo surgindo, desta forma, as diretrizes de transações comerciais dos semicondutores. As alianças técnicas e comerciais entre esses atores possibilitou um período de estabilidade mesmo predominando uma disputa por novos mercados eletrônicos.

A disputa entre os incumbentes se acirrou quando os esforços se orientaram para a competição por preços, resultando em crises e episódios contenciosos. Os países de economia

tardia como a China, Taiwan e Coreia do Sul, estabeleceram estratégias estruturais que possibilitaram sua entrada no campo. Alguns países se mostraram mais capazes de se organizar para superar desafios e, assim, entrar em campos competitivos buscando novas áreas de conhecimento, tecnologia ou alianças globais. Os governos destes países orientaram, financiaram e proporcionam a estrutura necessária para o desenvolvimento das atividades industriais do setor de semicondutores.

#### **4.2- Episódios de contenção e a reorganização estratégica do campo**

Desde sua concepção, os chips passaram por um acelerado processo de aprimoramento tecnológico ao encolher em tamanho ao mesmo tempo em que seu desempenho operacional aumentava. O físico Gordon Moore, observou que a quantidade de transistores em um chip tendia a dobrar a cada dois anos, na medida que caíam os custos produtivos (Moore, 1965). Este processo de miniaturização compete aos atores com maior eficiência produtiva e avanço tecnológico. Logo, a capacidade de produzir componentes cada vez menores se tornou sinônimo de liderança tecnológica, sendo Taiwan e Coreia do Sul capazes de produzir os menores componentes na atualidade.

O crescimento do mercado global em 2023 foi de aproximadamente 5,1% com faturamento estimado em US\$ 680 bilhões, impulsionado pelas demandas automotiva, informática, telecomunicações e consumo. A Ásia concentra cerca de 70% da produção mundial, sendo a China o maior consumidor global de chips. Em 2015, o governo chinês lançou o programa “Fabricado na China até 2025” (MIC2025) que trata de incentivar a fabricação de itens essenciais para a economia global, o que inclui os semicondutores.

O governo americano em resposta ao MIC2025, endureceu as regras de exportação para a China de qualquer item relacionado à produção ou desenvolvimento de dispositivos avançados para semicondutores. O alvo foi a empresa chinesa de tecnologia Huawei que fabricava telefones celulares, equipamentos de telecomunicações e outras tecnologias avançadas. Os Estados Unidos temiam que a Huawei dominasse o mercado de telecomunicações e as novas gerações de servidores devido aos preços atraentes dos produtos chineses subsidiados pelo governo chinês. Além disso, havia uma preocupação com segurança dos dados que transitam nestes equipamentos. O governo americano, ainda, mobilizou parceiros comerciais em um esforço combinado de reduzir a dependência dos semicondutores da Ásia, aplicando controles de exportação em ações de contenção, e especificamente, contra a China. Países aliados aos Estados Unidos como Japão e União Europeia se uniram aos embargos tecnológicos recentes ampliando a crise no campo de semicondutores.

Esta tentativa de reduzir a dependência de semicondutores da Ásia, resultou em episódios de contenção onde atores estão promovendo ações estratégicas para reforçar sua posição no campo ou se apresentar como desafiantes. O quadro 2 apresenta o agrupamento dos principais episódios contenciosos que estão sendo colocados em prática globalmente. O quadro está organizado de acordo com o montante financeiro de investimento.

Quadro 3. Episódios de contenção global do setor de semicondutores

| País           | Implementação | Investimento (U\$ Bi) | Episódio de Contenção       | Ações  |
|----------------|---------------|-----------------------|-----------------------------|--|
| Estados Unidos | 2022          | 52                    | Chips and Science Act       | Revigorar a indústria nacional de semicondutores e inovação. Reforçar a segurança nacional e econômica da América e de sua cadeia de suprimentos para a produção de semicondutores. Proteger sua capacidade tecnológica e intelectual. Pacote de incentivos de \$39 bilhões para investimentos diretos e \$13 bilhões em P&D |
| China          | 2015          | 50                    | Made in China 2025          | Isenção de impostos de renda para processos de tecnologia avançada. Estabelecer nova comissão de ciência e tecnologia para coordenar seus esforços na indústria de semicondutores. Fundo para o setor  |
| União Europeia | 2023          | 47                    | EU Chip Act                 | Dobrar a participação do continente na produção global de chips até 2030   |
| Índia          | 2022          | 10                    | Production Linked Incentive | Estrutura de incentivos para co-financiamento de até 50% para construção de fábricas de semicondutores e displays  |
| Coreia do Sul  | 2023          | 4,7                   | Lei K-Chips                 | Concessão de créditos fiscais de 15% para grandes empresas e 25% para pequenas e médias. Alocação de 70% do seu orçamento de P&D para semicondutores   |
| Japão          | 2022          | 0.5                   | Rapidus                     | Joint venture com oito parceiros nacionais para produzir chips avançados de 2nm até 2027. Incentivos para subsidiar investimentos locais de itens que fazem parte da cadeia de suprimentos de semicondutores   |
| Taiwan         | 2023          | Não informado         | Taiwan Chip Act             | Alteração da legislação oferecendo redução fiscal de 25% para P&D e 5% para aquisição de novos equipamentos.   |

Fonte: SIA, 2023. Elaborado pelo autor

Os episódios de contenção reordenam o campo social ao promover demanda local de capacitação humana e infraestrutura para produzir semicondutores. Trazem também, um conjunto de incertezas sobre a dinâmica de criação de talentos para esta nova demanda tecnológica e a velocidade de resposta aos episódios contenciosos.

### 4.3 Os capitais do setor de semicondutores

A divisão do trabalho intensificou-se no processo de globalização e se tornou cada vez mais especializada, à medida que os fabricantes americanos procuravam territórios com incentivos fiscais, financeiros e menos garantias trabalhistas para transferir sua produção. De fato, os custos produtivos reduziram com a especialização dos processos e, conseqüentemente, os semicondutores ficaram mais acessíveis para aplicações em diversos segmentos e se

popularizaram. Os capitais culturais necessários para a especialização formaram a base tecnológica necessária para a fundação das duas maiores empresas de semicondutores globais, a TSMC e a SMIC. Os fundadores destas empresas adquiriram seu capital cultural quando trabalharam na empresa Texas Instruments, com sede nos Estados Unidos.

A desassociação vertical da produção americana proporcionou a emergência das empresas de design (sem fábrica) que se dedicam ao desenvolvimento dos semicondutores enquanto a produção integrada (desenvolvimento, produção e teste) se ocupa de todo processo de fabricação dos chips. O quadro 4 apresenta o lucro das maiores empresas globais no campo de semicondutores onde a Intel se desponta como a organização mais lucrativa do setor de semicondutores. A lista do lucro destas empresas delimita a especialidade e capital acumulado de cada um dos atores. Os Estados Unidos direcionaram esforços em capitais de design e propriedade intelectual, a Ásia se especializou em produção industrial, enquanto a União Europeia se tornou expert no desenvolvimento de equipamentos de precisão.

Quadro 4. Lucro das maiores empresas de semicondutores em 2019, valores em US\$ (bilhões)

| País           | Empresa                  | Estágios de Fabricação                           | Lucro (US\$ Bi) |
|----------------|--------------------------|--|-----------------|
| ESTADOS UNIDOS | Intel                    | Todos os estágios integrados                     | 72              |
|                | Broadcom                 | Todos os estágios integrados                     | 22.6            |
|                | Micron Technology        | Todos os estágios integrados                     | 20.3            |
|                | Qualcomm                 | Desenvolvimento e comercialização                | 19.6            |
|                | Applied Materials        | Equipamento                                      | 14.9            |
|                | Texas Instruments        | Todos os estágios integrados                     | 14.4            |
|                | Nvidia                   | Desenvolvimento e comercialização                | 10.6            |
|                | Lam Research             | Equipamento                                      | 9.5             |
|                | AMD                      | Desenvolvimento e comercialização                | 6.7             |
|                | KLA                      | Equipamento                                      | 5.3             |
|                | Synopsis                 | Software para chips                              | 3.4             |
|                | Cadence                  | Software para chips                              | 2.3             |
|                | <b>TOTAL</b>             |  |                 |
| ÁSIA           | Samsung (Coreia do Sul)  | Todos os estágios integrados e produção de wafer | 55.7            |
|                | TSMC (Taiwan)            | Produção de wafer                                | 34.6            |
|                | SK Hynix (Coreia do Sul) | Todos os estágios integrados                     | 23.2            |
|                | Tokyo Electron (Japão)   | Equipamento                                      | 10.3            |
|                | SMIC (China)             | Produção de wafer                                | 3.1             |
| <b>TOTAL</b>   |                          |  | <b>126.9</b>    |
| EUROPA         | ASML (Holanda)           | Equipamento                                      | 13.2            |
|                | STMicro (Suíça)          | Todos os estágios integrados                     | 9.6             |
|                | Infineon (Alemanha)      | Todos os estágios integrados                     | 8.9             |
|                | NXP (Holanda)            | Todos os estágios integrados                     | 8.8             |
| <b>TOTAL</b>   |                          |  | <b>40.5</b>     |

Fonte: Bloomberg (2023). Elaborado pelo autor

No campo de semicondutores, os atores desenvolveram diferentes capitais que se mostraram relevantes para sua emergência e posição no mercado.

## 5 - ANÁLISE DOS RESULTADOS

A utilização dos chips aumentou expressivamente ao longo dos últimos anos induzindo os principais atores a disputas pelo domínio tecnológico como demonstram os estudos de Hodges (1998) e Windeler e Jungmann (2023). O período de globalização em busca de custos fabris mais atrativos e ambientes menos institucionalizados, possibilitou o acesso de atores de economia tardia nessa disputa. Os trabalhos de Wang e Chiu (2014), Thursby et al. (2010) e Chen e Sewell (1996), apontam que atores que entraram na disputa tardiamente como China, Taiwan e Coreia do Sul absorveram esta demanda produtiva. A mudança de uma estrutura de manufatura vertical dos Estados Unidos para uma horizontal na Ásia, permitiu que os atores incumbentes ampliassem o domínio dos recursos intelectuais sobre o processo de criação do produto, fortalecendo seu domínio de capitais culturais dentro do campo.

A transferência dos meios de produção para a Ásia, possibilitou aos novos atores aprendizados produtivos e tecnológicos. Isso permitiu a emergência de novos atores no campo de semicondutores dominado anteriormente pelos americanos. De acordo com Bourdieu (1986) as posições dos atores são ocupadas pelo acúmulo de determinados capitais. Os trabalhos de Knight (2014) e Wang e Chiu (2014), apontam que este acúmulo de capitais culturais contribuiu para o surgimento de grandes empresas como a Empresa de Semicondutores de Taiwan (TSMC) e a Fabricante de Semicondutores Chinesa (SMC).

Os estudos de Guilhon et al., (2004) demonstram que o processo de desverticalização da produção americana em direção ao oriente, além de reduzir custos, resultou em um conflito institucional entre as práticas produtivas e operacionais americanas e as asiáticas. Fligstein e McAdam (2012) abordam como os entendimentos compartilhados determinam os objetivos do campo e as ações que o legitimam. Neste sentido, o trabalho de Hicks (1997) aponta que as contradições e conflitos institucionais se reduziram na medida em que entendimentos compartilhados foram direcionados para a necessidade de elaboração de políticas públicas que suportassem a criação de uma estrutura tecnológica na Ásia. Os campos se estabeleceram quando os atores formaram um consenso sobre as regras e normas do campo. A institucionalização do campo permitiu configurar as relações de comércio internacional, como apontam os estudos de Hrynkiv e Lavrijssen (2024). O campo de semicondutores se mostra instável desde sua emergência em virtude de constantes mudanças incrementais no avanço da tecnologia dos semicondutores, choques exógenos e por recorrentes disputas de posições entre os atores do campo. Resultados semelhantes foram encontrados nos trabalhos de Thursby et al., (2010) sobre inovações incrementais pelos atores incumbentes e Kuan e West (2023) sobre a criação de interfaces abertas em sistemas modulares para a indústria de semicondutores.

A concentração da produção de chips na China, Coreia do Sul e principalmente em Taiwan, estabeleceu uma ordem hierárquica e de dependência dentro do campo. Em razão deste desequilíbrio, os Estados Unidos estabeleceram episódios contenciosos (Chip Act EUA, 2022) para reduzir a dependência asiática. Em contrapartida, a China também se mobilizou para reduzir a dependência dos capitais culturais, através das propriedades intelectuais, concentradas e controladas pelos Estados Unidos. Desta maneira, os chineses constataram que o destino da indústria de semicondutores não seria mais meramente uma questão de comércio. As investigações de Miller (2023) indicam que o projeto chinês não era mais se igualar aos Estados Unidos em termos de sistemas avançados, mas desenvolver capitais que pudessem compensar as vantagens americana construída ao longo dos anos. Esse resultado está de acordo com os estudos

recentes de Yoo (2022), Marukawa (2023), Grimes e Du (2023) e Chu (2023), que exploram a nova dinâmica de interação e conflito entre China e Estados Unidos.

Os capitais, recursos, habilidades e competências para a fabricação de semicondutores foram essenciais para ampliar a vantagem competitiva entre os atores do campo. Os recursos culturais foram construídos principalmente pelos sólidos conhecimentos científicos adquiridos ao longo do tempo, sendo o principal capital construído pelos americanos posicionando-os como detentores das empresas mais lucrativas do mundo (Hawkins, 2023). A dependência mútua destes recursos, vem aumentando as incertezas sobre a complexa cadeia produtiva destes componentes como sugerem os estudos de Jiang et al., (2008). Além disso, essa insegurança desencadeou tensões geopolíticas globais que estão alterando a dinâmica e a estratégia de atuação das organizações e imprimindo pressões sobre diversas instituições e governos, como apontam os estudos de Marukawa (2023).

A manifestação dos Chip Act's americano e europeu tendem a reconfigurar o campo de semicondutores global. Os estudos de Goodman (2023) e Siila (2024) sinalizam os recentes desdobramentos desta reconfiguração, onde empresas chinesas estão construindo complexos industriais no território mexicano na tentativa de “driblar” os Chip Act's.

## **6 - CONCLUSÃO**

A dinâmica industrial dos componentes semicondutores têm sido objeto de análise por parte de estudiosos, os quais têm abordado o tema sob diferentes perspectivas econômicas e tecnológicas. Embora sejam importantes, estas abordagens deixam de observar as relações sociais e a estruturação da indústria de semicondutores como campos. Neste sentido, há poucas evidências de que a desverticalização industrial, a terceirização ou processo de inovação tecnológica sejam os responsáveis pela estruturação e reorganização do setor. A maior parte dos trabalhos descreve as mudanças como processo independente, sem relação uma com a outra. Esta perspectiva de análise faz com que os autores deixem de analisar a dinâmica de mudança da indústria de semicondutores.

A partir da análise pelas lentes teóricas de campos, os semicondutores deixam de ser apenas produtos e processos isolados. Em vez disso, a teoria de campos fornece um conjunto de conceitos para analisar, por exemplo, os capitais que permitiram os participantes entrarem no jogo, os entendimentos compartilhados e os planos contenciosos em tempos de crise. Os atores se observam e levam em conta uns aos outros em tomadas de decisões estratégicas. Além disso, algumas das principais ações para a emergência do setor de semicondutores como campos, foram incentivadas, organizadas e orientadas pelo Estado, e não pelos atores.

Neste trabalho, buscou-se compreender a emergência, estabilidade e crise do campo de semicondutores, utilizando a lente teórica da teoria de campos (Bourdieu, 2005; Fligstein e McAdam, 2012). Consideramos o setor de semicondutores como um campo e atribuímos sua emergência devido a construção de um espaço social que permitiu desenvolver sua dinâmica operacional e sua legitimidade. O período de emergência do campo de semicondutores se deu a partir de entendimentos compartilhados sobre a criação de novos mercados e produtos, onde os atores incumbentes foram os Estados Unidos e Europa. Estes atores contaram com a participação do Estado que desempenhou um papel relevante ao criar estruturas, regras, regulamentações e investimentos para a expansão global das empresas.

O processo de desverticalização industrial americano em direção a Ásia permitiu que estes países criassem a base tecnológica necessária para o desenvolvimento da indústria de semicondutores. Desta maneira, houve uma concentração de atores na Ásia onde, a China, Coreia do Sul e Taiwan se transformaram em potências globais de fabricação de semicondutores. A divisão do trabalho permitiu ainda que os atores se especializassem em cada etapa do processo produtivo. Como exemplo, os Estados Unidos dominaram o processo de desenvolvimento, a União Europeia expandiu seus domínios sobre a fabricação de equipamentos avançados enquanto a China, Coreia do Sul e Taiwan se especializaram no processo produtivo.

A concentração dos atores na Ásia acarretou um desequilíbrio global, motivando disputas pelo controle do campo. A China e Estados Unidos estão no centro de uma recente disputa pelos domínios do campo moldando uma reorganização global sem precedentes. A nova reconfiguração poderá determinar os novos incumbentes e promover oportunidade de os desafiantes melhorarem sua posição, mediante entendimento dos objetivos compartilhados e dos capitais essenciais para sua criação e funcionamento. No entanto, os recentes episódios contenciosos suscitam uma análise crítica sobre os impactos da reorganização do campo de semicondutores no contexto social global. Fatores como concepções de globalização, proteção intelectual, segurança institucional, preços e relações comerciais têm surgido como elementos relevantes nesse debate. As relações sociais entre os atores do campo de semicondutores têm passado por mudanças significativas, especialmente diante de restrições comerciais que afetaram a comercialização de equipamentos e o livre comércio entre os incumbentes. A necessidade urgente de realocar capacidades industriais e intelectuais concentradas em regiões asiáticas para outras áreas, especialmente em direção aos Estados Unidos, também é uma questão premente. Essa realocação de recursos tem gerado novas disputas e tende a dificultar a entrada de novos atores no mercado de semicondutores.

Este estudo enfrentou desafios, como a de acessar dados históricos em bases de dados de países latino-americanos, europeus e asiáticos. No entanto, abre-se um campo promissor para investigações futuras que busquem compreender melhor a rede de relacionamentos entre os atores do campo de semicondutores e os novos entendimentos que torne legítima a reorganização global em curso.

Como estudos futuros, sugerimos avaliar o impacto econômico e social do novo arranjo do campo de semicondutores e de que maneira a realocação de recursos pode proporcionar a criação de oportunidades para novos entrantes, como o Brasil, México e Índia. Além disso, a análise da organização estratégica dos atores do campo de semicondutores e dos governos em resposta a essas mudanças pode oferecer insights valiosos para políticas públicas e estratégias empresariais.

A contribuição teórica e prática deste estudo reside na compilação de um referencial histórico que permitiu contextualizar a emergência, estabilidade e crise do campo de semicondutores, proporcionando uma fonte de dados para pesquisas acadêmicas e científicas. Além disso, este estudo abre espaço para uma discussão sobre os desafios e oportunidades decorrentes da reorganização global do campo de semicondutores, mantendo-se ancorado em uma base teórica sólida. Esta pesquisa também pode auxiliar os governos na definição de prioridades para o setor de semicondutores e na formulação de políticas públicas que promovam a inserção de países em desenvolvimento em um mercado estratégico e em expansão.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOURDIEU, P. (1983). *The field of cultural production, or: the economic world reversed*. North-Holland: Elsevier Science.
- BOURDIEU, P. (1986). The forms of Capital. Em J. Richardson, *Handbook of Theory and Research for the Sociology Education* (pp. 241-58). Westport: Greenwood.
- BOURDIEU, P. (2005). *The social structures of the economy*. Cambridge: Polity Press.
- BOURDIEU, P. (2013). Symbolic capital and social classes. *Journal of Classical Sociology*, 292-302.
- BOURDIEU, P., & WACQUANT, L. J. (1992). *An Invitation to Reflexive Sociology*. Chicago: The University of Chicago Press.
- BURNES, B., & COOKE, B. (2012). Kurt Lewin's Field Theory: A Review and Re-evaluation. *International Journal of Management Reviews*.
- CANDIDO, S., SACOMANO NETO, M., & CÔRTEZ, M. (2021). How Social Inequalities Shape Markets: Lessons from the Configuration of PET Recycling Practices in Brazil. *Business & Society*, 1-33.
- CANIDO, S., SOULÉ, F., & SACOMANO NETO, M. (2017). Power and culture in supply chains: contributions of the strategic action fields approach. *Production*.
- CHEN, C.-F., & SEWELL, G. (1996). Strategies for Technological Development in South Korea and Taiwan: The case of Semiconductors. *Research Policy*, 759-783.
- CHIP ACT, UE (5 de Nov de 2022). A Chip Act for Europe. Brussels: <https://www.strategy.ec.europa.eu/en/library/european-chips-act-staff-working-document>.
- CHIP ACT, EU (08 de Set de 2022). CONGRESSO AMERICANO. Fonte: Congresso Nacional Americano: <https://www.congress.gov/bill/117th-congress/house-bill/4346>
- CHU, M.-C. M. (2023). China's defence semiconductor industrial base in an age of globalization: Cross-strait dynamics and regional security implications. *Journal of Strategic Studies*.
- CREAN, G. M., & SWART, J. W. (2023). Fortalecimento do conhecimento bilateral UE-Brasil sobre tecnologia do setor de semicondutores e possibilidades de cooperação em comércio e P&D. Brasília: MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E.
- EPIPOCO, M. (2013). Knowledge Patterns and Sources of Leadership: Mapping the Semiconductor Miniaturization Trajectory. *Research Policy*, 180-195.
- FLIGSTEIN, N. (2021). Innovation and the Theory of Fields. *Creativity and Fields*. Berlin
- FLIGSTEIN, N., & KLUTTZ, D. (2016). Varieties of Sociological Field Theory. Em *Handbook of Contemporary Sociological Theory* (pp. 185-204). Springer, Cham.
- FLIGSTEIN, N., & MCADAM, D. (2012). *A Theory of Fields*. Oxford University.
- GARGINI, P. A. (2017). A Brief History of the Semiconductor Industry. Em L. B. Robert Puers, *Nanoelectronics: Materials, Devices, Applications* (pp. 1-52). Wiley-VCH Verlag GmnH & Co. KGaA.
- GIL, A. C. (2002). *Como Elaborar Projetos de Pesquisa*. São Paulo: Atlas.
- GOODMAN, P. (2023, Fev 03). *New York Times*. Retrieved from <https://www.nytimes.com/2023/02/03/business/china-mexico-trade.html>
- GRIMES, S., & DU, D. (2022). China's Emerging Role in the Global Semiconductor Value Chain. *Telecommunications Policy*, 1-14.

- GUILHON, B., ATTIA, R., & RIZOULUERES, R. (2004). Markets for technology and firm's strategies: the case of the semiconductor industry. *Int. J. Technology Management*, Vol 27, nos. 2/3, 123-142.
- HASAN, F., BELLENSTEDT, M. F., & ISLAM, M. R. (2023). Demand and Supply Chain Disruptions During the Covid-19 Crisis on Firm Productivity. *Global Journal of Flexible Systems Management*, 87-105.
- HAWKINS, M. (14 de Set de 2023). Fonte: Bloomberg: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2023-09-14/republicans-demand-full-huawei-sanctions-after-chip-breakthrough>
- HICKS, D. A. (1997). Deep Industrial Dynamics Shaping Next-Generation Semiconductor Manufacturing. *IEEE*.
- HOBDAY, M. (1991). Semiconductor Technology and the Newly Industrializing Countries: The Diffusion of ASICs (Application Specific Integrated Circuits). *World Development*, 375-397.
- HODGES, D. A., MOWERY, D. C., & MACHER, J. T. (1998). Reversal or Fortune? The Recovery of the U.S. Semiconductor Industry. *California Management Review*, Vol. 41, No.1, 107-136.
- Hryniv, O., & Lavrijssen, S. (2024). Not Trading With the Enemy: The Case of Computer Chips. *Journal of World Trade* 58, n1, 61-86.
- JIANG, L., TAN, J., & THURSBY, M. (2010). Incumbent Firm Invention Emerging Fields: Evidence from the Semiconductor Industry. *Strategic Management Journal*, 55-75.
- JIANG, W. Y., QUAN, X., & ZHOU, S. (2008). Historical. Entrepreneurial and Supply Chain Management Perspectives on the Semiconductor Industry. *Portland International Conference on Management of Engineering & Technology (PICMET)*, 2552-2559.
- KNIGHT, J. B. (2014). China as a Developmental State. *The World Economy*.
- KUAN, J., & WEST, J. (2023). Interfaces, Modularity and Ecosystem Emergence: How DARPA Modularized the Semiconductor Ecosystem. *Research Policy*.
- LANGLOIS, R. N., & STEINMUELLER, W. E. (1999). The evolution of Competitive Advantage in the Worldwide Semiconductor Industry, 1947-1996. Em D. C. Mowery, & R. R. Nelson, *Sources of Industrial Leadership: Studie of Seven Industries* (pp. 19-78). New York: Cambridge University Press.
- LANGLOIS, R. N., & STEINMUELLER, W. E. (2000). Strategy and Circumstance: The Response of American Firms to Japanese Competition in Semiconductors, 1980-1995. *Strategic Management Journal*, 1163-1173.
- LANGLOIS, R. N., PUGEL, T. A., HAKLISCH, C. S., NELSON, R. R., & EGELHOFF, W. G. (1988). *Microelectronics: An Industry in Transition*. London: Unwin Hyman.
- LUKASIAK, L., & JAKUBOWSKI, A. (2010). *Journal of Telecommunications and Information Technology*.
- MARTIN, J. L. (2003). What is Field Theory? *American Journal of Sociology*, 1-49.
- MARUKAWA, T. (2023). From Entrepreneur to Investor: China's Semiconductor Industrial Policies. *Issues & Studies: A Social Science Quarterly on China, Taiwan, and East Asian Affairs*.

- MIC2025. (19 de Mai de 2015). Fonte: Made in China 2025: [https://english.www.gov.cn/policies/latest\\_releases/2015/05/19/content\\_281475110703534.htm](https://english.www.gov.cn/policies/latest_releases/2015/05/19/content_281475110703534.htm)
- MILLER, C. (2023). A Guerra dos Chips: a batalha pela tecnologia que move o mundo. Rio de Janeiro: Editora Globo.
- MOORE, G. E. (1965). Cramming More Components Onto Integrated Circuits. *Electronics*, 114-117.
- PILLAI, U. (2020). The origins of the tools suppliers in the semiconductor. *Journal of Business History*.
- RASIAH, R., & WONG, S. H. (2021). Industrial Upgrading in the semiconductor industry in East Asia. *Journal of Innovation and Development*.
- SACOMANO NETO, M., CANDIDO, S. A., CORTEZ, M., & TRUZZI, O. (2016). Campos nos estudos organizacionais: abordagens sociológicas relacionais? *Gestão e Produção*.
- SIA, S. I. (Abr de 2022). Fonte: semiconductors.org: <https://www.semiconductors.org/strengthening-the-global-semiconductor-supply-chain-in-an-uncertain-era/>
- SIA, S. I. (Nov de 2023). Fonte: semiconductors.org: <https://www.semiconductors.org/2023-state-of-the-u-s-semiconductor-industry/>
- News, S. (2024, Fev 07). *Siila*. Retrieved from Siila: <https://siila.com/news/china-mexico-nearshoring-factors-driving-mexican-electronics-manufacturing/6903/lang/en>
- TSMC, T. S. (Nov de 2023). TSMC. Fonte: TAIWAN SEMICONDUCTOR MANUFACTURING CO.: <https://www.tsmc.com/english/aboutTSMC>
- VIEIRA, E. S., & GOMES, J. A. (2009). A comparison of Scopus and Web of Science. Em *Scientometrics* (pp. 587-600). Budapest: Akadémiai Kiadó.
- WANG, C.-T., & CHIU, C.-S. (2014). Competitive strategies for Taiwan's Semiconductor Industry in New World Economy. *Technology in Society*, 60-73.
- Windeler, A., & Jungmann, R. (2023). Complex innovation, organizations and fields: toward the organized transformation of today's innovation societies. *Current Sociology*, 193-1311.
- WSTS. (28 de Nov de 2023). Fonte: World Semiconductor Trade Statistics: <https://www.wsts.org/76/Recent-News-Release>
- Yoo, I. T. (2022). Emergence of Indo-Pacific Digital Economic Order: US Strategy and Economic Statecraft toward China. *Asian Journal of Peacebuilding Vol 10 N2*, 387-410.