

# Desafios Geopolíticos da Indústria de Semicondutores

Pedro Miguel Beirão Pereira

*Analista de Segurança.\**

## Resumo

Num mundo cada vez mais competitivo, as grandes potências lutam pela supremacia a todo o custo. O desenvolvimento e a capacitação tecnológica não são exceção, e tanto os Estados Unidos como a China já iniciaram esta contenda, sendo um dos principais motivos a disputa pelos semicondutores.

A importância das cadeias de valor globais e a sua influência na produção de semicondutores é fulcral numa economia cada vez mais de base tecnológica e digital. O presente artigo analisa os principais atores desta cadeia ao longo dos anos.

**Palavras-chave:** Semicondutores; Cadeias de Valor Globais; Conflito; Estados Unidos; China; Taiwan.

## Abstract

### *Geopolitical Challenges for the Semiconductor Industry*

*In an increasingly competitive world, the main players are fighting for supremacy no matter the cost. Technological development and capacity building are no exception and both the United States and China have already started this struggle, one of the main reasons for it being the dispute over the semiconductors.*

*The importance of global value chains and their influence on semiconductor production is key in an increasingly technologically and digitally based economy.*

**Keywords:** Semiconductors; Global Value Chains; Conflict; United States; China; Taiwan.

Artigo recebido: 30.04.2024

Aprovado: 24.05.2024

<https://doi.org/10.47906/ND2024.167.06>

---

\* A opinião expressa ao longo deste artigo vincula única e exclusivamente o seu autor, não representando a mesma, de forma oficial ou oficiosa, qualquer outra entidade, organismo ou organização.

## Introdução

É objetivo deste artigo abordar os principais desafios geopolíticos da indústria dos semicondutores. Trata-se, pois, de um tema muito (e cada vez mais) relevante nos dias de hoje, dadas as posições e interesses praticamente antagónicos de diversos atores numa determinada região e, dessa forma, tentar-se-á clarificar qual a verdadeira importância de Taiwan no meio desta contenda.

Ao longo deste artigo tentar-se-á compreender quais os efeitos da globalização, a forma como a economia global se tem desenvolvido baseando-se em cadeias de valor global (*Global Value Chains* e de agora em diante abreviadamente designada por GVC), como a crescente complexidade destas tem provocado assimetrias nas cadeias de produção (através da disseminação das várias etapas por diferentes geografias) e, por fim, perceber a importância que Taiwan tem na GVC dos semicondutores, o que faz deste território um dos principais atores nas GVC dos semicondutores, sendo motivo de disputa entre a China e os EUA.

Depois de compreendido o cenário para o qual estamos a caminhar a passos largos, tentar-se-á perceber como os principais atores neste contexto vão tentar atuar. Quais as suas motivações, quais as suas intenções e como se posicionam para conseguirem atingir os seus objetivos. Têm um papel determinante e fundamental neste cenário não apenas a China e os EUA, mas também outros atores da região, dos quais se destacam tanto o Japão como a Coreia do Sul e, mais distante ainda, a própria Europa. Quais as razões históricas do interesse da China em Taiwan? Quais as motivações da China para um domínio (económico) global? Qual a importância económica de Taiwan para os Estados Unidos? Quais os outros intervenientes da GVC? Que alianças se vão formando neste contexto? Qual a posição da Europa nas GVC dos semicondutores? São algumas das muitas questões que se podem colocar neste contexto.

Ao longo deste artigo, tentar-se-á sobretudo compreender a importância de Taiwan tanto para os Estados Unidos como para a China. Não menos importante, tentar-se-á perceber como se preparam os países para esta nova realidade (quicá, no curto prazo, para um conflito armado), para além das suas velhas disputas.

A primeira parte do artigo visa, essencialmente, detalhar o que é a globalização e quais os seus efeitos, qual a importância das GVC, assim como as características e complexidades inerentes às mesmas, e, por fim, perceber o papel de relevo que Taiwan assumiu na GVC dos semicondutores.

Depois, na segunda parte, descrever-se-á de forma mais detalhada a posição de cada um dos atores – China, EUA e Europa – que têm interesses tanto históricos em Taiwan, quanto económicos na indústria dos semicondutores, a par de algumas das disputas e diferendos entre supostos aliados.

Na terceira parte deste artigo, abordar-se-á (dada a possível escalada do conflito em termos militares) vários jogos de guerra desenhados para tentar compreender alguns

dos aspetos do conflito, num determinado contexto e ambiente, e a respetiva produção de informações que auxiliem no processo de decisão dos decisores políticos e militares. Por fim, apresentam-se as ilações e conclusões no que diz respeito à geopolítica da indústria dos semicondutores.

## **1. Taiwan no Centro da “Tempestade Perfeita”**

### **1.1. Globalização e o Mundo Digital**

O fenómeno da globalização não é, de todo, um processo novo, tendo tido diversas manifestações ao longo das décadas.

A sua real importância e significado surgiu em meados do século XX, motivado sobretudo pela implementação de iniciativas multilaterais que visaram a abertura das fronteiras e dos mercados, pela redução das regras e barreiras existentes tanto ao comércio quanto à circulação de pessoas e bens, pela redução dos custos com os transportes e, ao mesmo tempo, pela melhoria significativa e maior rapidez dos meios de comunicação, assim como por avanços tecnológicos significativos.

Pode definir-se a globalização (Volle, 2023) como a multiplicidade de ligações e interligações existentes entre os Estados e as sociedades (através das transações transfronteiriças de bens, serviços, recursos naturais, capital e trabalho), conhecida, hoje em dia, como sistema mundial.

Dessa forma, acontecimentos, ações e decisões realizadas localmente podem implicar consequências de uma magnitude global, afetando qualquer zona do planeta e de formas distintas, nomeadamente nas dimensões política, educacional, financeira, económica, militar, dos bens de consumo, serviços, entre outros – a globalização envolve duas características muito relevantes e que devem ser tidas em conta, nomeadamente naquilo que diz respeito ao seu alcance (pela sua extensão global) e à sua intensidade/magnitude (vários níveis de interação e interdependência).

Desta forma, o processo de globalização pode ser definido em quatro grandes fluxos (Rodrigues, 2020). Mais concretamente, através dos fluxos de capitais (relacionados com os mercados de capitais e globalização financeira), os fluxos de mercadorias (que dizem respeito sobretudo ao comércio mundial), os fluxos de pessoas (relacionados com as migrações internacionais) e os fluxos de informação (que dizem respeito sobretudo às trocas de informação e à globalização cultural).

Viver num mundo (extremamente) globalizado acarreta várias consequências, as quais devem ser tidas em conta, sem exceção, como por exemplo: a) a tomada de decisões, ao nível local, tem consequências/impactos/resultados globais definindo-se, por isso, uma nova relação espaço-tempo; b) acentuação das desigualdades entre Estados, entre grupos e entre indivíduos, gerando este facto novas margens de exclusão; c)

dada a quantidade massiva de informação que existe e a rapidez com que circula, diminui substancialmente o escrutínio sobre esta e sobre os diferentes processos de conhecimento; e d) nas áreas dos bens e dos serviços, a criação de novos modos de produção, novas regras de distribuição e o estabelecimento de novas cadeias de valor, cada vez mais globais.

Posto isto, facilmente se chega à conclusão de que vivemos num mundo cada vez mais ligado a nível global, e que a globalização nos deu um novo espaço sem fronteiras e sem barreiras.

Mas este novo espaço também traz novos desafios que têm de ser enfrentados, como por exemplo, a redução do controlo por parte dos atores tradicionais (poder estatal, militar, científico, etc.), o aumento da incerteza e insegurança (tanto real quanto percebida), um maior número de riscos globais (de causas e consequências muitas vezes imprevisíveis) e uma quantidade massiva de informação cada vez mais complexa e de difícil escrutínio.

### **Desglobalização ou a “Nova” Globalização**

Várias foram as fases da globalização (Vanham, 2019) existentes até aos dias de hoje – iniciando-se com o período das grandes navegações (marcando o início das relações comerciais em larga escala, através da comercialização de diversos bens pelas potências dominantes da época), a que se seguiu o desenvolvimento de novas tecnologias relacionadas com os transportes, comunicações e fontes de energia (coincidente com a segunda Revolução Industrial), permitindo uma maior dinamização do comércio. A segunda metade do século XX trouxe uma nova fase, predominantemente marcada pelo desenvolvimento de alta tecnologia (nas áreas da robótica e informática), e que foi definitivamente o catalisador da industrialização mundial, tendo sido a predecessora da fase vivida atualmente, esta caracterizada pelo desenvolvimento tecnológico e científico em diversas áreas (de onde se destaca o ciberespaço), a par do domínio capitalista da produção em larga escala (a nível global), da diversidade e da multiculturalidade.

Acontecimentos vividos num passado recente (a crise económica de 2008, a pandemia de COVID-19 e, mais recentemente, o exacerbar das tensões e conflitos entre potências e a inflação, entre outros) têm propiciado alterações significativas do nosso paradigma, tal como o temos conhecido até aos dias de hoje (World Economic Forum, 2022 e 2023).

Contrapondo a um período de hiperglobalização, de crescimentos sustentados e de ampla liquidez, assistimos agora a um predominate encurtamento das cadeias de abastecimento, a uma reglobalização e transformação digital, a recessões e crescimentos do PIB tendencialmente marginais no longo prazo, a uma política monetária

mais rigorosa e a maiores (e constantes) níveis de desemprego e de inflação. Alguns exemplos paradigmáticos são (Brusuelas, 2022):

- 1) Os choques sofridos pelas economias, que conduzem inevitavelmente a uma redução da capacidade de produção e consequente procura por áreas mais rentáveis e menos arriscadas, em termos económicos. Quando, aos custos crescentes de produção, se associa um abrandamento da produtividade e da força de trabalho, estes conduzirão a um inevitável ritmo de crescimento global muito mais lento. Assiste-se a uma retração da globalização, necessitando os países de novas adaptações dos seus modelos económicos de crescimento.
- 2) O diferendo entre China e Taiwan (pela reunificação do território chinês) poderá vir a impactar seriamente os interesses económicos americanos. Taiwan, e a geopolítica dos semicondutores, é um caso paradigmático daquilo que de bom e mau trouxe a crescente complexidade das cadeias de abastecimento. Como forma de combater e alterar este paradigma, está novamente em cima da mesa a alteração (regionalização) das cadeias de abastecimento por parte dos diferentes intervenientes nesta disputa.
- 3) A dissociação das economias americana, europeia e japonesa perante a economia chinesa tende a provocar uma bifurcação das relações comerciais, transformando-se em economia dos bens ou em economia dos serviços, centradas pela tecnologia, fazendo com que o comércio de mercadorias, os fluxos de capital e a tecnologia sejam fortemente influenciados por preocupações, sobretudo, a nível de segurança entre os vários atores.
- 4) Uma quase inevitável corrida ao armamento no Indo-Pacífico, como forma de projeção de poder e domínio na região pelos diferentes atores, poderá colocar em risco a estabilidade da mesma.

## 1.2. Cadeias de Valor Globais (*Global Value Chains*)

A rápida evolução da globalização tem permitido que tanto a produção como o comércio e os investimentos estejam, cada vez mais, organizados em cadeias de valor globais (GVC), nas quais as várias fases afetas ao processo de produção estão localizadas em diferentes países (impelindo, cada vez mais, as empresas a operarem a nível global por via da externalização e do *offshoring* das suas atividades) para a otimização desses mesmos processos.

Os mais recentes relatórios emanados da Organização Mundial de Comércio (World Trade Organization, 2019 e 2022) referem explicitamente a grande importância das GVC, afirmando que o “comércio mundial ocorre através de cadeias de valor globais, nas quais a produção atravessa pelo menos uma fronteira antes da montagem final”.

Assim sendo, pode definir-se uma GVC como um conjunto de atividades cuja realização é necessária para que seja possível colocar um produto no mercado, e que incluem os processos de pré-produção (como por exemplo, o desenho e conceção), os processos de produção e os processos de pós-produção (como por exemplo, o *marketing* ou a distribuição). O seu cariz global confere, a este conjunto de atividades, uma distribuição por diferentes geografias.

O desenvolvimento de cadeias de valor globais (a par da criação de uma nova economia digital) alterou, consideravelmente, o comércio internacional desde meados dos anos 90. De forma intrínseca, tem permitido uma maior inclusão comercial, sobretudo por parte dos países em desenvolvimento, dada a dispersão das várias partes que compõem essas cadeias de valor.

### **Global Value Chain dos Semicondutores**

Como descrito anteriormente, a globalização permitiu a criação de cadeias de valor globais, aumentado cada vez mais a sua complexidade, devido à pressão criada pela Lei de Moore (Roser, Ritchie and Mathieu, 2023), assim como a sua escala, e a inovação e investimento necessários para manter essas cadeias. E o caso dos semicondutores não é exceção como se confirmará ao longo deste capítulo.

A GVC dos semicondutores (Wallach, 2021 e Triolo and Allison, 2022) pode ser descrita em três fases/etapas principais: pesquisa e desenvolvimento [*research and development* ou *R&D*], fabrico (do qual fazem parte o desenho [*design*], fabrico [*manufacturing*], montagem [*assembly*], teste [*test*] e embalagem [*packaging*]) e por fim a integração [*end product integration*]. Estas etapas transformam a areia (fonte do silício) em circuitos integrados (*chips*) de alta complexidade, com um número cada vez maior de transístores no seu interior.

De uma forma mais detalhada, as etapas são as seguintes:

- Pesquisa e Desenvolvimento: é o ponto de partida para a cadeia de fornecimento dos semicondutores. A inovação e desenvolvimento de novas tecnologias associadas à criação de novos *chips* com maior capacidade e potência (medida em nanómetros ou nm) acabam por afetar significativamente as restantes fases da GVC.
- Desenho (*design*): desenho de *chips* para uma determinada função (uso genérico ou com uma finalidade específica). São essencialmente desenvolvidos por *fabless semiconductor companies*, *electronic manufacturers* e *independent design companies*.
- Fabrico: o processo de fabrico pode ser dividido em duas componentes denominadas:

- 1) *Frontend* – onde as “bolachas” de silício (*silicon wafers*) são processadas através de complexos processos de fabrico e depois cortadas em *chips*, também denominadas

como *devices*. São essencialmente desenvolvidos por *foundries* e *captative factories* (IDM).

2) *Backend* – referente aos processos de montagem (em circuitos integrados), teste (para diferentes condições elétricas e de temperatura) e embalagem. Estas três últimas etapas são geralmente designadas pela sigla ATP (*assembly, test and packaging*) e implementadas por empresas OSAT (*outsourced semiconductor assembly and testing*).

– Integração: os *chips* são integrados de forma a criar os produtos finais (para distribuição aos retalhistas e consumidores finais). São essencialmente desenvolvidos por *original equipments manufacturers* (OEM) e *electronic manufacturing services* (EMS).

Devem ainda ser tidas em conta (porque são importantes em todo este processo): as matérias-primas; o *electronic design automation* (EDA), na fase de desenho, o *semiconductor manufacturing equipment* (SME) na fase de fabrico e a componente relacionada com a propriedade intelectual (*intellectual property* ou IP).

Existem duas formas distintas dos *chips* serem fabricados por uma determinada empresa:

- Se esta for uma IDM que realize todas as etapas da GVC descritas anteriormente (estando verticalmente integradas).
- Se esta, depois de realizar a conceção e o desenho, subcontratar as *foundries* para o fabrico e as ATP para completar o *backend*, sendo considerada uma empresa sem fabrico – *fabless design companies*.

Um exemplo claro disso são as conhecidas Intel e AMD, empresas IDM e *fabless*, respetivamente. Na maioria dos outros casos, estamos perante a escolha da segunda opção – *fabless* – pelas empresas da área dos semicondutores, que se especializam numa das etapas da GVC (sobretudo na parte da conceção e *design*, por ser a mais lucrativa quando comparada com o fabrico, e ainda mais quando comparada com a ATP), subcontratando as restantes etapas em outras geografias (principalmente na região asiática por razões de cariz económico).

### ASML e o Monopólio Holandês

A ASML (World Today News, 2023) é uma empresa holandesa, talvez das mais importantes no mundo dos semicondutores, detendo, na prática, o monopólio da fabricação de *chips* numa tecnologia muito específica.

Tudo se iniciou com o desenvolvimento da tecnologia EUV (*extreme ultra violet* ou ultravioleta extremo), dando depois origem ao fabrico de uma máquina (de custo e especificidade muito elevados) de litografia de EUV, que utiliza tecnologia de luz

avançada para imprimir minúsculos circuitos em placas de silício, com o objetivo de fabricar semicondutores na gama dos 5-7 nm.

Os *chips* são construídos tendo por base um padrão muito complexo e denso de transístores, sendo impressos com recurso a um sistema litográfico, com a luz projetada, reduzida e focalizada (com recurso a ótica avançada) para a gravação numa pastilha de silício fotossensível.

Também a cadeia de valor da ASML é extremamente complexa, envolvendo muitas etapas e sendo integradora de mais de 4500 fornecedores globais de peças para o seu produto final.

Aliar o domínio da tecnologia à construção de uma ferramenta única tornou a ASML numa empresa líder (muito valiosa) e, sobretudo, monopolista nesta área, tendo como principais clientes empresas como a Intel (EUA), Samsung (Coreia do Sul) e TSMC (Taiwan).

### 1.3. Taiwan e o Mercado Global de Semicondutores

Devido a um número cada vez maior de empresas *fabless* na área dos semicondutores, o crescimento das *foundries* (Semiconductor Industry Association, 2021) tem feito com que as empresas americanas e europeias tenham perdido o monopólio nesta etapa da GVC, tendo abdicado da liderança para um território em concreto – Taiwan (Jie, Yang and Fitch, 2021).

De uma forma mais global, pode detalhar-se quem domina as diferentes etapas da GVC. Por um lado, os Estados Unidos como líderes da EDA, desenho e IP, mas com uma presença marginal no ATP. Por outro lado, a Ásia (e China) passaram a ter grande preponderância nos materiais, na fabricação e no ATP. De salientar ainda a posição residual da China no EDA, IP e equipamentos (em contraponto claro com os Estados Unidos, seu principal competidor).

Segundo estudos recentes, Taiwan tem um *share* na etapa do fabrico de cerca de 22%, seguido pela Coreia do Sul com 21%, Japão com 15%, China com 15%, Estados Unidos com 12% e a Europa com apenas 9%.

A preponderância de Taiwan deve-se sobretudo a uma empresa, TSMC (*Taiwan Semiconductor Manufacturing Company Limited*) (Campbell, 2021), que se dedicou exclusivamente à etapa do fabrico, mais concretamente da fundição pura (*foundry*). Tem por único objetivo a fabricação de produtos para clientes finais e nunca desenvolve produtos em nome próprio, ficando assim de fora de uma possível competição direta com os seus clientes.

Os Estados Unidos têm vantagem económica na GVC por dominarem a etapa mais lucrativa (conceção e desenho), embora estando muito dependentes de Taiwan, da Coreia do Sul e do Japão no que diz respeito ao fabrico. Ao invés, a China, tendo

preponderância na ATP, fica dependente tanto dos EUA (desenho) como de Taiwan e dos demais (fabrico).

Os semicondutores passaram a ser mais um ingrediente extra nesta contenda cada vez mais acicatada entre a China e os Estado Unidos. Mas desta vez, no centro desta acesa disputa está Taiwan (com a preponderância que tem na GVC dos semicondutores), podendo transformar-se no (muito) curto prazo na “tempestade perfeita”.

## **2. Depois da Tempestade Virá a Bonança?**

### **2.1. A Disputa Mundial**

Como vimos anteriormente, a globalização foi um marco no desenvolvimento mundial, pois permitiu a abertura das fronteiras e dos mercados, reduziu as barreiras comerciais, assim como os custos de produção e de transporte, permitindo estarmos mais próximos uns dos outros e muito mais informados.

A alteração do paradigma das GVC trouxe, sem dúvida, benefícios múltiplos, ainda que à custa de uma crescente complexidade, dada a sua dispersão por diferentes geografias, mas ainda assim têm funcionado, uma vez que os seus necessários equilíbrios têm sido garantidos.

Atrevemo-nos a dizer que, a par da água e do ar que precisamos para viver, descobrimos que não sobrevivemos sem petróleo nem semicondutores (que estão por todo o lado na nossa vida e no nosso dia-a-dia). Ainda que esta seja uma comparação bastante ousada, não é de todo despreciando estarmos conscientes do tremendo impacto que a sua falta tem.

Um dos exemplos disso foi-nos dado a conhecer pela pandemia que nos afetou nos últimos dois anos e meio; muitas das fragilidades dos países (assim como das GVC) foram expostas e mostraram o quão impreparados estamos para lidar com este tipo de eventos.

Também a disputa de longa data entre os Estados Unidos e a China nos tem mostrado que esta “luta” não se faz apenas nas tradicionais dimensões política, diplomática e militar, mas também ao nível tecnológico (sendo os semicondutores a face mais visível), tornando esta dimensão preponderante para que ambos os países, uma vez mais, se possam digladiar pelo domínio global.

### **2.2. Objetivos da China**

#### *One Belt One Road*

É amplamente reconhecido que a China tem vindo a assumir uma preponderância cada vez maior no panorama internacional, sobretudo através do aumento da sua

influência um pouco por toda a parte. Não obstante o facto de se tratar da segunda maior economia do mundo e de ser o país mais populoso (com aproximadamente 1,4 mil milhões de pessoas), a China tem mercado, e pretende continuar a marcar, a sua presença sobretudo a nível económico um pouco por toda a parte, com objetivos bem claros e definidos.

E o maior desses objetivos (fazendo parte de um grande desígnio nacional) compreende as iniciativas *Silk Road Economic Belt* e *21st Century Maritime Silk Road*, comumente denominadas por *One Belt One Road* ou ainda como *New Silk Road* (a Nova Rota da Seda), com todo o simbolismo histórico que tal acarreta, ou seja, tentando retornar aos primórdios da China enquanto grande centro da economia eurasiática (tal como aconteceu há cerca de 2000 anos).

Trata-se, pois, de um grande projeto, baseado num massivo investimento sobretudo nas áreas dos transportes e das infraestruturas, tanto terrestres (ligando a Ásia à Europa, ao Médio Oriente e a África) quanto marítimas (passando pelo Oceano Pacífico, atravessando o Índico e alcançando o mar Mediterrâneo através de uma vasta rede de infraestruturas portuárias).

### *Made in China 2025*<sup>1</sup>

Uma outra iniciativa de igual relevo (englobada na iniciativa *One Belt One Road*) é a *Made in China 2025*, através da qual a China (num plano de várias fases) pretende tornar-se numa potência dominante a nível global, sobretudo na área tecnológica.

Considerada como uma grande indústria, uma vez que domina muitas das cadeias de valor ao nível da produção mundial – telemóveis (90%), computadores (80%), equipamentos de ar condicionado (80%), televisores (60%), frigoríficos (50%), navios (40%) e automóveis (30%), segundo dados da Câmara de Comércio Europeia na China –, acaba por ser tecnologicamente fraca, uma vez que apenas contribui para essas mesmas cadeias de valor na sua fase final, através da produção e montagem (com recurso a mão-de-obra intensiva).

Assim sendo, esta iniciativa visa mudar o paradigma atual da China. E para atingir esse “estádio” foram definidos vários objetivos, estratégias e áreas-chave de atuação:

- Objetivo: redução da dependência do país de tecnologia estrangeira e promoção de fabricantes chineses de alta tecnologia no mercado global.

---

1 [www.china-briefing.com/news/made-in-china-2025-explained/](http://www.china-briefing.com/news/made-in-china-2025-explained/); e, <https://reconasia.csis.org/mapping-chinas-digital-silk-road/>

- Estratégia: construção de centros de pesquisa e desenvolvimento por toda a China; desenvolvimento de projetos em áreas críticas específicas; produção e práticas de fabrico ambientalmente sustentáveis; *smart manufacturing* (digitalização, robótica, inteligência artificial, etc.) e produção de novos materiais para menor dependência do exterior.
- Áreas-Chave: equipamentos de transporte ferroviário, equipamentos oceânicos e de navegação, equipamentos agrícolas, equipamentos de energia elétrica, automóveis utilizando novas energias, aviões, tecnologia de informação, máquinas-ferramentas de controle digital e robótica, novos materiais, produtos bio farmacêuticos e equipamentos médicos.

Trata-se, pois, de um plano verdadeiramente ambicioso que a China tenta levar a cabo como forma de redefinir uma “nova globalização com traços predominantemente chineses”.

### “Monopólio” Chinês das Terras Raras

O século XX fica marcado como o século dos combustíveis fósseis, assistindo-se a uma corrida quase desenfreada aos recursos naturais disponíveis (como o carvão, gás natural e petróleo), os quais tornaram o mundo extremamente dependente. No entanto, vários fatores têm contribuído para a alteração deste paradigma, sendo de assinalar uma cada vez maior consciencialização ambiental (fim da era do carvão e petróleo), assim como o efeito da crise provocada pela pandemia, que despertaram o mundo para esta necessidade de mudança.

Estamos agora a caminhar para o século dos metais raros e das energias renováveis. Mas, assim como aconteceu durante décadas com os combustíveis fósseis, também esta nova era será predominantemente marcada por disputas e conflitos políticos e comerciais (e quiçá militares) pela hegemonia e domínio dos mesmos.

No que diz respeito aos metais (terras) raros, a China tem, à partida, um claro avanço em comparação com os demais competidores. Detém, à data, cerca de 80% da oferta global de minerais raros refinados (cerca de 17 tipos, como o escândio, ítrio e outros 15 pertencentes aos lantanídeos), ou seja, prontos para serem entregues e utilizados pelas indústrias transformadoras, que necessitam deles tanto para o âmbito civil (equipamentos eletrónicos, ecrãs, *smartphones*, catalisadores, painéis fotovoltaicos, geradores, carros elétricos, aviação, entre muitos outros) quanto para o âmbito militar (*drones*, radares, bombas inteligentes, entre outros).

Ainda que as maiores reservas de terras raras pertençam atualmente (e de forma muito destacada) à China, cada vez mais países descobrem novas reservas, sendo

exemplo recente disso tanto a Suécia<sup>2</sup> quanto a Turquia<sup>3</sup>, que advoga ter encontrado a segunda maior reserva mundial. No entanto, isto não chega para colocar em perigo (pelo menos para já) a hegemonia chinesa, uma vez que a grande vantagem desta face aos demais concorrentes é o facto de já ter toda a cadeia industrial de extração e refinação completa, entregando dessa forma os minerais às indústrias transformadoras (algo que a maioria dos países ainda não consegue fazer com semelhante capacidade).

Também os Estados Unidos se veem dependentes da China neste aspeto e estão cada vez mais ávidos por encontrar outras soluções (sobretudo através da diversificação das reservas estratégicas de terras raras) que permitam reduzir a exposição e dependência face à China.

Por outro lado, a China, em resposta ao crescente protecionismo americano (como veremos mais a frente pelo *Chips Act* e sanções impostas), equaciona a aplicação de possíveis controlos à produção e exportação dos minerais de terras raras para os Estados Unidos. No entanto, a questão pode não ser assim tão simples, uma vez que também a China depende da importação de alguns dos metais raros (dada a elevada procura interna que não consegue satisfazer), sobretudo, de Myanmar.

### 2.3. Objetivos dos Estados Unidos

São várias as questões e dilemas com os quais os EUA se debatem nesta contenda com a China:

- A obrigação de reagir perante a tremenda ameaça e avanços chineses no sentido do domínio global na área tecnológica através do *Made in China 2025*.
- A pandemia e as suas consequências – as GVC foram afetadas (devido às restrições impostas), a procura ressentiu-se e o produto (semicondutores) ficou mais caro e a sua produção mais lenta.
- A questão de Taiwan (sendo um problema latente e cada vez mais presente dadas as intenções chinesas de reunificação, admitindo que a mesma possa ou não ser feita de forma pacífica) tendo em conta os interesses que os EUA têm nesta ilha relacionados com a produção de semicondutores.

---

2 [www.sicnoticias.pt/mundo/2023-01-13-Suecia-descobre-deposito-que-podera-ajudar-UE-a-reduzir-dependencia-chinesa-de-minerais-ca0b669b](http://www.sicnoticias.pt/mundo/2023-01-13-Suecia-descobre-deposito-que-podera-ajudar-UE-a-reduzir-dependencia-chinesa-de-minerais-ca0b669b)

3 [www.frontliner.com.br/turquia-buscar-romper-dominio-da-china-em-elementos-de-terras-raras/](http://www.frontliner.com.br/turquia-buscar-romper-dominio-da-china-em-elementos-de-terras-raras/)

### *CHIPS and Science Act*

A forma como os EUA têm lidado, seja com as investidas chinesas na área tecnológica, seja com os perigos que advêm das tensões crescentes na disputa por Taiwan, obrigou o país a repensar a sua estratégia (e aposta financeira) para o desenvolvimento de semicondutores.

A iniciativa do *CHIPS and Science Act* (The White House, 2022) tem por objetivo revitalizar a indústria de fabrico de semicondutores dos EUA através de um investimento colossal em diversas áreas, das quais se destacam a pesquisa e desenvolvimento de novos produtos semicondutores de alta tecnologia (2/3/4 nm, caminhando para os *angstroms*) e o fabrico de semicondutores específicos, visando suprimir as carências existentes no setor automóvel e da aviação, por exemplo.

Tem como principais vantagens diversificar a origem dos *chips* produzidos (caminhando no sentido da autossuficiência), reduzir a dependência tanto de Taiwan como da Coreia do Sul na etapa do fabrico da GVC (pois são possíveis alvos de invasão por parte da China, podendo acontecer um bloqueio) e evitar (por questões de segurança interna) que o mercado americano seja, num futuro próximo, “inundado” por semicondutores chineses.

Ainda assim, esta iniciativa americana não mitigará na totalidade os riscos inerentes à GVC. Por um lado, porque o resultado deste investimento não tem retorno imediato e, por outro, porque reduz apenas parcialmente a exposição dos EUA, colocando-os numa situação mais confortável (leia-se menos dependentes das geografias predominantes em determinadas fases da GVC), mas não totalmente a salvo de eventuais impactos num cenário de crise (Mondschein, 2022).

### **Taiwan em Território Americano**

Como forma de materializar aquilo que são as suas pretensões (descritas através do *Chips Act*), os Estados Unidos têm planeado para as próximas décadas investimentos verdadeiramente colossais, de forma a permitir a mudança do paradigma atual das GVC dos semicondutores, tentando trazer para “dentro de casa” aquilo que está atualmente espalhado pelo mundo, e que acaba por torná-los mais vulneráveis, sendo Taiwan o exemplo perfeito disso.

A sinergia americana e taiwanesa mantém-se intacta e, dessa forma, a construção de duas fábricas da principal empresa de semicondutores de Taiwan (TSMC) em solo americano irá permitir, já a partir do ano de 2024 (e, adicionalmente, de 2026), passar a ter uma produção de *chips* que os responsáveis e governantes admitem ser a necessária para suprimir as necessidades internas do país (para os principais fabricantes como a Intel, AMD, Nvidia, Apple, entre outros).

## Sanções Americanas

Outra “arma” que os EUA têm utilizado para lidar com este crescente assédio chinês, relacionado com os semicondutores, tem sido o recurso a sanções e restrições contra diversas empresas de fabrico de semicondutores chinesas (Hoffman, 2022).

Uma das vítimas foi a *Semiconductor Manufacturing International Corp* (SMIC), tentando, desta forma, limitar o acesso da empresa a tecnologia mais avançada de semicondutores. Esta empresa foi ainda colocada numa lista negra dos EUA, que proíbe o seu acesso a equipamento de fabrico avançado proveniente de fornecedores americanos, com o pretexto da sua estreita relação com as autoridades e forças armadas chinesas. E outras empresas chinesas se seguirão a breve trecho, como a *Advanced Micro-Fabrication Equipment Inc. (AMEC)*, *Shanghai Micro Electronics Equipment (Group) Co., Ltd. (SMEE)*, *Huawei*, entre outras (Rajagopalan, 2023).

Do outro lado da “barricada”, surge a acusação de um exacerbado conceito de segurança nacional, de protecionismo excessivo, mas sobretudo da “necessidade de manter a sua hegemonia no que se refere à tecnologia científica, os EUA abusam das medidas de controlo à exportação para bloquear e suprimir maliciosamente as empresas chinesas”<sup>4</sup>.

## 2.4. Objetivos da Europa

Também a Europa, através de um *European Chips Act* e de parcerias com os Estados Unidos, quer ter uma palavra a dizer nesta disputa dos semicondutores.

### *European Chips Act*

Uma publicação da Comissão Europeia (Ciani and Nardo, 2022), datada de fevereiro de 2022, trouxe à luz do dia o *European Chips Act*. Trata-se de um investimento muito significativo (do sector público e privado) dos vários Estados-membros, tendo em vista o desenvolvimento de um ecossistema de semicondutores na Europa, de forma a garantir a capacitação e resiliência das cadeias de valor e preparar, antecipar e responder, a futuras disrupções dessas mesmas cadeias.

Pretende a Comissão Europeia com este *Chips Act* (European Commission, 2022) garantir, num horizonte temporal até 2030, uma disponibilidade de semicondutores representativa de cerca de 20% da produção global, tratando-se de um plano verda-

---

4 [www.noticiasominuto.com/economia/2088321/china-critica-eua-pelo-reforco-do-controlo-a-exportacao-de-chips](http://www.noticiasominuto.com/economia/2088321/china-critica-eua-pelo-reforco-do-controlo-a-exportacao-de-chips)

deiramente ambicioso nesta área, dado que atualmente a sua representatividade é de apenas 9%. Será a Europa capaz de dar este passo sozinha?

### **Apoio Americano à Europa**

Num prazo temporal de dez anos, a Intel planeia investimentos massivos na Europa em áreas da GVC, onde deixou de operar diretamente, em fábricas próprias para a produção de semicondutores de tecnologia avançada, assim como em pesquisa e desenvolvimento (iniciando a primeira fase já a partir de 2027).

Ainda que mais atrasada comparativamente com os demais competidores (sobretudo a China e os Estados Unidos), a Europa, ainda assim, possui vantagens que poderão jogar a seu favor. O seu principal trunfo (como descrito anteriormente) é a empresa holandesa ASML, responsável pela tecnologia e produtos EUV dos quais a TSMC é dependente para a produção dos *chips* mais avançados. Também a STMicro e NXP são fabricantes europeus de relevo.

Um dos fatores que poderia alavancar a Europa neste campo seria, segundo a opinião do especialista Peter Hanbury<sup>5</sup>, o “(...) fornecimento de chips para sectores onde as empresas europeias têm uma grande presença, tais como a indústria automóvel. Os semicondutores que vão para automóveis são frequentemente menos avançados e não requerem a mais recente tecnologia de fabrico. Pense em alguns daqueles sectores onde vamos ver a procura da tecnologia nos próximos anos e o automóvel é uma grande oportunidade na Europa e penso que é algo em que eu esperaria que a UE se concentrasse” (Kharpal, 2022).

### **2.5. Taiwan, Japão e Coreia do Sul**

Para além dos objetivos traçados individualmente pelos Estados Unidos (através do *Chips Act* e as sanções impostas), este sempre teve aliados – Japão, Coreia do Sul e Taiwan – na região do Indo-Pacífico, com os quais tem relações de longa data e também quer contar neste diferendo dos semicondutores.

No entanto, por melhores que sejam as intenções dos EUA em criar e fortalecer alianças naquela região para combater a China, as mesmas têm sido praticamente votadas ao insucesso, sobretudo por diferendos entre os parceiros da suposta aliança, como descrito de seguida.

---

<sup>5</sup> <https://www.bain.com/our-team/peter-hanbury/>

## **Aliança EUA-Taiwan-Coreia do Sul-Japão (Chip 4 Alliance)**

Os Estados Unidos propuseram, em 2021, a criação de uma aliança denominada *Chip 4 Alliance* (Gargeyas, 2022) composta pelos próprios Estados Unidos, Japão, Coreia do Sul e Taiwan (deixando, como não seria difícil de antever, a China à margem dos acontecimentos), tentando com isto garantir e fortalecer a GVC dos semicondutores e, de uma forma conjunta, coordenar políticas, aplicar investimentos e implementar projetos comuns entre os vários membros desta aliança.

Ainda que a iniciativa possa parecer interessante (sendo mais uma boa forma de alcançar os intentos americanos e ganhar hegemonia na área), a mesma parece votada ao insucesso.

Ainda que todos os três parceiros tenham cordiais e salutares relações bilaterais com os Estados Unidos, o mesmo não acontece nas relações entre eles, prevalecendo quase sempre a desconfiança e o descrédito na construção de soluções fortes e duradouras:

- Desde logo, as questões comerciais, com grandes reservas da parte da Samsung (Coreia do Sul) na partilha de segredos comerciais com competidores diretos – TSMC (Taiwan).
- As tensões políticas de longa data entre a Coreia do Sul e o Japão (como se detalhará no ponto seguinte) não deixam antever que a confiança possa prevalecer entre ambos.
- Algumas empresas japonesas que produzem semicondutores (3D NAND) para serem usados na China tornam inviável o esforço de uma “coligação” com total exclusão chinesa.

Posto isto, é possível verificar que nem sempre é assim tão fácil conseguir conciliar vontades e conjugar interesses de todas as partes.

## **Diferendo entre o Japão e a Coreia do Sul**

Também o Japão, fazendo uso dos mesmos argumentos americanos relacionados com questões de segurança nacional, não abdicou de, em proveito próprio, aplicar sanções e restrições a “supostos” parceiros de coligação – no caso a Coreia do Sul.

A contenda (já de longa data) iniciou-se, uma vez mais, com as restrições comerciais impostas, por parte do Japão, sobre três produtos químicos de vital importância para a economia sul-coreana – poliamidas fluoradas, materiais fotossensíveis e fluoreto de hidrogénio – utilizados nas exportações de maior relevância para o país, nomeadamente semicondutores, ecrãs para televisores e *smartphones*. Esta medida afeta diretamente não apenas a Coreia do Sul, mas toda a economia mundial tendo em conta os riscos inerentes às GVC.

Como forma de retaliação, a Coreia do Sul retirou o Japão de uma lista de parceiros comerciais preferenciais (e o Japão retaliou de igual forma) – não implicando o fecho de fronteiras entre os dois países, mas apenas uma dificuldade (burocrática) acrescida nas trocas comerciais destes produtos, provocando atrasos e paragens nas entradas e saídas destes bens estratégicos. Estas vicissitudes minam e fazem perigar os possíveis entendimentos entre os parceiros de coligação.

### **3. Esperar o Melhor, mas Preparar o Pior**

Sem ter a intenção de tornar este último capítulo do artigo numa visão marcadamente negativa (acreditando sempre que o bom senso dos líderes e que as palavras prevalecerão em detrimento de tudo o resto), não é de descuar que uma eventual batalha por Taiwan possa vir a acontecer no curto ou médio prazo – independentemente do catalisador desse acontecimento, assim como do espaço de conflito onde a mesma possa vir a ocorrer (Barnes, 2022).

O principal motivo do lado chinês é o imperativo maior da reunificação do seu território, como já aconteceu com Hong Kong e Macau, faltando apenas Taiwan (por agora, ainda uma “pedra no sapato” chinês, mas que mais cedo ou mais tarde acabará por ceder). Trata-se de um assunto interno que não admite ingerências de qualquer espécie, como vinculado recentemente pelo líder Xi Jinping no 20.º Congresso do Partido Comunista Chinês (PCC), desenvolvendo a China esforços em prol de uma reunificação pacífica, mas nunca renunciando ao uso da força, se necessário.

Por outro lado, os Estados Unidos, assim como os seus aliados na região, aguardam expectantes pelos próximos acontecimentos (sobretudo agitados e alarmados com o que possa vir a acontecer), caso a China avance para Taiwan seja de que forma for. Depois das várias crises vividas nos últimos anos (pandemia, guerra na Ucrânia e inflação), juntar a tudo isto um novo conflito entre duas superpotências no Indo-Pacífico e uma nova crise, desta vez dos semicondutores (dada a importância que Taiwan tem nesta tríade), traria consequências muito nefastas e de desfecho imprevisível, o que faria com certeza perigar (e quem sabe alterar) a ordem mundial.

Assim sendo, não será difícil adivinhar quais serão os principais intervenientes nesta contenda – China e Estados Unidos, quiçá secundados por outros atores da região do Pacífico (Japão, Coreia do Sul e do Norte, Austrália e outros países do Sudoeste Asiático).

#### **3.1. Jogos de Guerra**

Mesmo que ninguém queira nem tenha a intenção de fazer a guerra, todos se preparam para ela de uma forma ou de outra – sobretudo, quando a retórica e as ações

vão subindo de tom ao longo do tempo, podendo acabar por tornar inevitável aquilo que todos desejaríamos que fosse evitável.

Mas, como nos preparamos para uma guerra? Talvez seja essa a pergunta fundamental. Os jogos de guerra são uma metodologia que visa simular alguns dos aspetos de um conflito num determinado contexto ou ambiente, tendo por objetivo principal produzir informações que auxiliem na tomada de decisão por parte dos intervenientes políticos e militares (incrementando também o processo de análise crítica).

Apresentam-se, de seguida, dois exemplos dos muitos que existem sobre esta temática:

- Um jogo de guerra desenvolvido pela CNAS (*Center for a New American Security*) sobre a competição estratégica entre os EUA e a China, assim como sobre a competição global na indústria dos semicondutores de Taiwan.
- Uma simulação desenvolvida pela Reuters em que são apresentados vários cenários sobre o decurso de uma possível batalha por Taiwan entre a China e os Estados Unidos.

### 3.2. “When the Chips are Down”

Jogo de guerra conduzido pelo CNAS, tendo daí resultado a produção de um relatório (datado de janeiro de 2022) intitulado “When the Chips are Down” (Wasser, Rasser and Kelley, 2022).

Esta simulação pretendeu desenvolver uma visão crítica sobre a natureza da competição estratégica entre os Estados Unidos e a China, nomeadamente no contexto dos semicondutores, procurando identificar como a China poderia influenciar essa indústria em Taiwan e quais as contramedidas a adotar pelos Estados Unidos – resultando nalguns pontos-chave, nomeadamente:

- 1) Continuidade de Taiwan como fabricante global e dominante nos semicondutores, como garante do seu *silicon shield*, assim como da sua sobrevivência e segurança nacional.
- 2) Utilização de táticas de guerra híbridas por parte da China com foco na coerção nas áreas política, económica, informativa e militar, como forma de obter o controlo sobre a indústria dos semicondutores de Taiwan (e dificultar as respostas dos EUA, Taiwan e aliados).
- 3) Unilateralidade das ações dos EUA e de Taiwan tornar-las-á inócuas face às tentativas de coerção chinesas perpetradas contra Taiwan e com visíveis e nefastos impactos na GVC.
- 4) Possível desalinhamento político entre os EUA e Taiwan sobre a manutenção das GVC durante a situação de crise, tirando a China partido dessa situação.

No sentido do apoio à decisão, foram recomendadas algumas ações tanto à Casa Branca como ao Congresso, tendo em vista a proteção das GVC da indústria dos semicondutores, assim como contra as medidas coercivas por parte da China, neste cenário. *Dangerous Straits Wargaming a Future Conflict over Taiwan*

Mais recentemente (datado de junho de 2022), outro relatório da CNAS (emanado de um outro jogo de guerra), denominado “Dangerous Straits Wargaming a Future Conflict over Taiwan” (Pettyjohn, Wasser and Dougherty, 2022), trata ainda mais a fundo a questão de um possível conflito armado entre a China e os EUA por Taiwan. As lições aprendidas deste jogo de guerra focam-se, sobretudo, no reforço do poder de dissuasão integrada (político, diplomático e militar), com recomendações expressas tanto para o Congresso como para o Departamento de Defesa Americano e para Taiwan.

### 3.3. *T-Day: The Battle for Taiwan*

Por fim, uma nota sobre aquilo que o futuro nos poderá reservar relativamente à tríade EUA-Taiwan-China, na iminência de um possível conflito armado e do impacto que isso poderá ter, tanto na indústria dos semicondutores como no mundo.

A Reuters (Lague and Murray, 2021) apresenta uma animação de um jogo de guerra com vários cenários de um possível conflito armado entre a China e os EUA. Iniciada pela China, uma guerra híbrida através da coerção militar (exercícios militares intimidatórios, patrulhas e vigilância navais, testes de mísseis para águas territoriais, invasão do espaço aéreo, entre outros) mostra ao mundo a determinação da China em reclamar aquele território como seu, ao mesmo tempo que impele tanto Taiwan a ceder nos seus intentos como os EUA (e aliados) a avançarem para a sua defesa. Desde uma coerção efetiva – pelo bloqueio das ilhas Matsu ou pela invasão das ilhas Kinmen – até ao conflito assumido – seja pelo bloqueio total em águas taiwanesas, ataques aéreos ou, em último recurso, pela invasão terrestre –, são tudo cenários que estão em cima da mesa e que poderão fazer parte da estratégia chinesa para fazer ceder tanto Taiwan quanto os EUA.

## Conclusões

A análise feita ao longo deste artigo permitiu tirar várias ilações relativamente à importância das cadeias de valor globais, sobre a importância que Taiwan assumiu na GVC dos semicondutores e sobre a acesa disputa entre a China e os EUA (quicá a caminho de um possível conflito militar), tendo como cenário de fundo a indústria dos semicondutores.

É um tema muito presente, que marca, cada vez mais, o nosso quotidiano e que gera muitas preocupações, sobretudo pela escalada tanto da retórica como das ações por parte dos diferentes protagonistas nesta contenda.

Sobre os principais desafios geopolíticos da indústria dos semicondutores, conclui-se que:

- A globalização permitiu a criação de um novo espaço sem fronteiras e sem barreiras, mas com muitos desafios pela frente e que acarreta muitas incertezas e inseguranças.
- As cadeias de valor globais são uma consequência da globalização e a forma como têm evoluído ao longo do tempo (sobretudo pela sua dispersão geográfica e complexidades inerentes) acabou por torná-las mais permissivas e menos robustas.
- Taiwan detém o monopólio de uma etapa muito específica (fabrico) da GVC dos semicondutores, o que lhe confere uma preponderância muito grande nesta área.
- Os semicondutores são de vital importância para qualquer país no mundo e, por esse motivo, tanto os Estados Unidos como a China disputam o seu controlo e domínio.
- Taiwan, seja por motivos históricos (reunificação) ou económicos (semicondutores), tem para a China uma importância estratégica vital.
- Os principais interessados na questão dos semicondutores têm desenvolvido estratégias para obterem o domínio, tanto global quanto tecnológico – de um lado, a China através do *One Belt One Road* e, mais concretamente, do *Made in China 2025* e, do outro, os Estados Unidos com o *CHIPS and Science Act* e sanções contra empresas chinesas. A Europa, também, com o seu *EU Chips Act* e com investimento americano, tenta a todo o custo enfrentar o destemido avanço chinês nesta área.
- A *Chip 4 Alliance* acabou votada ao insucesso, sobretudo pela desconfiança entre os países que a compõem, mais concretamente o Japão, Coreia do Sul e Taiwan (motivados por diferendos e disputas antigas).
- Ainda que ninguém deseje a guerra, todos se preparam para ela: os jogos de guerra realizados por algumas organizações (*think tanks*) ajudam a simular alguns dos aspetos de um possível conflito (num determinado contexto), com a finalidade de gerar informações que possam ajudar no processo de decisão dos decisores políticos e militares.

Como foi possível confirmar ao longo deste artigo, Taiwan está no meio de uma “tempestade perfeita” entre a China e os Estados Unidos. Não se auguram tempos fáceis, dado o escalar da retórica por parte dos diferentes intervenientes, antevendo-se que dificilmente existirá uma bonança a seguir a esta tempestade.

## Bibliografia

- Barnes, J. E., 2022, *How the Computer Chip Shortage Could Incite a U.S. Conflict With China*, The New York Times, in <https://www.nytimes.com/2022/01/26/us/politics/computer-chip-shortage-taiwan.html>
- Brusuelas, J., 2022, *The post-pandemic era and the end of hyper-globalization*, The Real Economy Blog, in <https://realeconomy.rsmus.com/the-post-pandemic-era-and-the-end-of-hyper-globalization/>
- Campbell, C., 2021, *Inside the Taiwan firm that makes the world's tech run*, Time2030, Time in <https://time.com/6102879/semiconductor-chip-shortage-tsmc/>
- Ciani, A., Nardo, M., 2022, *The position of the EU in the semiconductor value chain: evidence on trade, foreign acquisitions, and ownership*, JRC Technical Report, JRC Working Papers in Economics and Finance, 2022/3, European Union 2022.
- CNAS, 2022, *CNAS strategy game examines how U.S., China respond to Taiwan semiconductor disruption*, Center for a New American Security (CNAS), in <https://www.cnas.org/press/press-release/cnas-strategy-game-examines-how-u-s-china-respond-to-taiwan-semiconductor-disruption>
- Ernest, D., 2021, *Supply Chain Regulation in the Service of Geopolitics – What's happening in Semiconductors*, Centre for International Governance Innovation, CIGI Papers No. 256 – 2021.
- European Commission, 2022, *European Chips Act*, European Commission, Strategy and Policy, European Chip Act, 2022 in [https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act\\_en#documents](https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/european-chips-act_en#documents)
- Gargeyas, A., 2022, *The Chip 4 Alliance Might Work on Paper, But Problems Will Persist*, The Diplomat | Pacific Money | Economy | East Asia, in <https://thediplomat.com/2022/08/the-chip4-alliance-might-work-on-paper-but-problems-will-persist/>
- Hoffman, A., 2022, *The US Ban on China's Advanced Chip-Making Industry*, A Wikistrat Executive Brief, October 2022, in <https://www.wikistrat.com/post/the-us-ban-on-china-s-advanced-chip-making-industry>
- Jie, Y., Yang, S., Fitch, A., 2021, *The World Relies on One Chip Maker in Taiwan, Leaving Everyone Vulnerable*, The Wall Street Journal, in <https://www.wsj.com/articles/the-world-relies-on-one-chip-maker-in-taiwan-leaving-everyone-vulnerable-11624075400>
- Kharpal, A., 2022, *Europe wants to become a leader in chips. But it's going to need help*, CNBC Tech 2022, in <https://www.cnbc.com/2022/02/11/eu-chips-act-europe-will-need-help-from-us-asia-to-achieve-goals.html>
- Lague, D., Murray, M., 2021, *T-DAY: The Battle for Taiwan*, Reuters Investigate, in <https://www.reuters.com/investigates/special-report/taiwan-china-wargames/>
- Matheny, J., 2022, *The U.S. has a microchip problem. Safeguarding Taiwan is the Solution*, The Atlantic ([www.theatlantic.com](http://www.theatlantic.com)), 2022.
- Miller, C., 2022, *The Chips That Make Taiwan the Center of the World*, Times, in <https://time.com/6219318/tsmc-taiwan-the-center-of-the-world/>

- Mondschein, J., 2022, *The CHIPS Act alone won't secure U.S. Semiconductors supply chains*, Rand Corporation | The Rand Blog 2022.
- NATO Science and Technology Organization, 2020, *Science and Technology Trends 2020-2040 – Exploring the S&T Edge*, in [www.nato.int/nato\\_static\\_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST\\_Tech\\_Trends\\_Report\\_2020-2040.pdf](http://www.nato.int/nato_static_fl2014/assets/pdf/2020/4/pdf/190422-ST_Tech_Trends_Report_2020-2040.pdf)
- Pettyjohn, S., Wasser, B., Dougherty, C., 2022, *Dangerous Straits: Wargaming a Future Conflict over Taiwan*, Center for a New American Security (CNAS), in <https://www.cnas.org/publications/reports/dangerous-straits-wargaming-a-future-conflict-over-taiwans>
- Rajagopalan, R. P., 2023, *The U.S. Escalates Chips War With China*, Observer Research Foundation (ORF), in <https://www.orfonline.org/research/the-u-s-escalates-chips-war-with-china/>
- Rodrigues, T. 2020, *A Globalização Pós-Covid 19 e o medo dos outros. O que se segue?*, IDN Brief 5, Agosto 2020.
- Roser, M., Ritchie, H. and Mathieu, E., 2023, *What is Moore's Law? – Exponential growth is at the heart of the rapid increase of computing capabilities*, Our Data in World, in <https://ourworldindata.org/moores-law>
- Semiconductor Industry Association, 2021, *Strengthening the Global Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era*, Boston Consulting Group (BCG) – Semiconductor Industry Association (SIA), in [https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021\\_1.pdf](https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf)
- Sousa, Eduardo C., 2020, *A dependência de metais estratégicos e a história da pedra no sapato*, Euro Defense – Portugal, in <https://eurodefense.pt/a-dependencia-de-metais-estrategicos-e-a-historia-da-pedra-no-sapato/>
- The White House, 2022, *CHIPS and Science Act will lower costs, create jobs, strengthen supply chains and counter China*, in <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2022/08/09/fact-sheet-chips-and-science-act-will-lower-costs-create-jobs-strengthen-supply-chains-and-counter-china/>
- The World Bank, 2020, *World Development Report 2020 – Trading for Development in the Age of Global Value Chains*, in <https://www.worldbank.org/en/publication/wdr2020>
- Triolo, P., Allison, K., 2022, *The Geopolitics of Semiconductors*, Eurasia Group Politics First – Prepared by Eurasia Group, September 2022.
- Vahnam, P., 2019, *A brief history of globalization*, World Economic Forum, Geo-Economics, in <https://www.weforum.org/agenda/2019/01/how-globalization-4-0-fits-into-the-history-of-globalization/>
- Volle, A., 2023, *Globalization*, Britannica in <https://www.britannica.com/topic/globalization>
- Wallach, O., 2021, *Visualizing The Global Semiconductor Supply Chain*, Visual Capitalist, 2021.
- Wasser, B., Rasser, M., Kelley, H., 2022, *When the Chips Are Down: Gaming the Global Semiconductor Competition*, Center for a New American Security (CNAS), in <https://www.cnas.org/publications/reports/when-the-chips-are-down>
- World Economic Forum, 2022, *Four Futures for Economic Globalization: Scenarios and Their Implications*, White Paper 2022, in [https://www3.weforum.org/docs/WEF\\_Four\\_Futures\\_for\\_Economic\\_Globalization\\_2022.pdf](https://www3.weforum.org/docs/WEF_Four_Futures_for_Economic_Globalization_2022.pdf)

- World Economic Forum, 2023, *Deglobalisation: What you need to know*, Global Cooperation, in <https://www.weforum.org/agenda/2023/01/deglobalisation-what-you-need-to-know-wef23/>
- World Today News, 2023, *Monopoly: The Netherlands' ASML, which dominates the global chip industry*, World Today News in <https://www.world-today-news.com/monopoly-the-netherlands-asml-which-dominates-the-global-chip-industry/>
- World Trade Organization, 2019, *Global Value Chain Development Report – Technological Innovation, Supply Chain Trade and Workers in a Globalized World*, WTO, in <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/384161555079173489/global-value-chain-development-report-2019-technological-innovation-supply-chain-trade-and-workers-in-a-globalized-world>
- World Trade Organization, 2022, *World Trade Report 2022 – Climate Change and International Trade*, WTO, in [https://www.wto.org/english/res\\_e/booksp\\_e/wtr22\\_e/wtr22\\_e.pdf](https://www.wto.org/english/res_e/booksp_e/wtr22_e/wtr22_e.pdf)