



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
FACULDADE DE ECONOMIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA
CURSO DE MESTRADO E DOUTORADO EM ECONOMIA**

VICTOR EMMANUEL FEITOSA HORTENCIO

**LIMITES E DESAFIOS AO DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA DE
SEMICONDUTORES NA CHINA (2015 - 2025): UMA INTERPRETAÇÃO À LUZ DO
PENSAMENTO DE CELSO FURTADO**

SALVADOR

2025

VICTOR EMMANUEL FEITOSA HORTENCIO

**LIMITES E DESAFIOS AO DESENVOLVIMENTO DA INDÚSTRIA DE
SEMICONDUTORES NA CHINA (2015 - 2025): UMA INTERPRETAÇÃO À LUZ DO
PENSAMENTO DE CELSO FURTADO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia
da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para
a obtenção do grau de Doutor em Economia.

Área de concentração: Desenvolvimento econômico.

Orientador: Prof. Dr. Lívio Andrade Wanderley

SALVADOR

2025

Ficha catalográfica elaborada por Vania Cristina Magalhães CRB5-960

Hortêncio, Victor Emmanuel Feitosa

H822 Limites e desafios ao desenvolvimento da indústria de semicondutores na China (2015-2025): uma interpretação à luz do pensamento de Celso Furtado. / Victor Emmanuel Feitosa Hortêncio. – Salvador, 2025.

179 f. Il.; graf.; fig.; quad.; tab.

Tese (Doutorado) – Faculdade de Economia, Universidade Federal da Bahia, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Lívio Andrade Wanderley.

1. Desenvolvimento econômico - China. 2. Indústria - China. 3. Semicondutores. 4. Celso Furtado. I. Wanderley, Lívio Andrade. II. Título. III. Universidade Federal da Bahia.

CDD – 338.9951



TERMO DE APROVAÇÃO

Victor Emmanuel Feitosa Hortencio

**"Limites e desafios ao desenvolvimento da indústria de semicondutores na China
(2015 - 2025): uma interpretação à luz do pensamento de Celso Furtado"**

Tese de Doutorado aprovada como requisito parcial para obtenção do Grau de Doutor em Economia no Programa de Pós-Graduação em Economia da Faculdade de Economia da Universidade Federal da Bahia, pela seguinte banca examinadora:

Salvador, 26 de agosto de 2025.

Documento assinado digitalmente

govbr LIVIO ANDRADE WANDERLEY
Data: 21/08/2025 13:40:26 -0300
Verifique em <https://validar.its.gov.br>

Prof. Dr. Lívio Andrade Wanderley
(Orientador - PPGE/UFBA)

Documento assinado digitalmente
govbr ANTONIO RENILDO SANTANA SOUZA
Data: 21/08/2025 13:40:26 -0300
Verifique em <https://validar.its.gov.br>

Prof. Dr. Antônio Renildo Santana Souza
(PPGE/UFBA)

Documento assinado digitalmente
govbr ANA MARIA RITA MILANI
Data: 21/08/2025 13:40:26 -0300
Verifique em <https://validar.its.gov.br>

Prof. Dr. Cícero Péricles de Oliveira Carvalho
(UFAL)

Documento assinado digitalmente
govbr CICERO PERICLES DE OLIVEIRA CARVALHO
Data: 01/09/2025 11:16:36 -0300
Verifique em <https://validar.its.gov.br>

Profa. Dra. Ana Maria Rita Milani
(PPGE/UFBA)

Documento assinado digitalmente

govbr ANA MARIA RITA MILANI

Data: 21/08/2025 13:40:26 -0300

Verifique em <https://validar.its.gov.br>

Prof. Dr. Cid Olival Feitosa
(CMEA/UFAL)

Documento assinado digitalmente
govbr CID OLIVAL FEITOSA

Data: 21/08/2025 13:40:26 -0300

Verifique em <https://validar.its.gov.br>

Aos meus pais, Wilna e Hortencio, pela dedicação, apoio e compreensão durante toda a elaboração deste trabalho; e ao meu irmão, Luis, pelo companheirismo constante.

AGRADECIMENTOS

Expresso minha profunda gratidão aos meus pais, cuja dedicação e empenho na minha formação foram determinantes para que eu chegassem até aqui. Seu apoio incondicional, a compreensão e a ajuda constante ao longo desses últimos anos de curso foram fundamentais para a realização deste trabalho.

Agradeço aos técnicos, professores e colegas do doutorado da Universidade Federal da Bahia que, de diferentes formas, contribuíram para minha trajetória acadêmica e pessoal. De modo especial, menciono Alonso, Ivo, Diogo, Adalberto, Jerônimo, Ray, Max e Prof. Uallace, cuja convivência diária em Salvador enriqueceu essa jornada. Tenho convicção de que muitas dessas amizades permanecerão para além do término do doutorado.

Estendo meus agradecimentos aos amigos Clélio Santos, Mirabel Silva e Leonel Barros, pelo apoio, incentivo e mensagens de encorajamento, bem como pelas cobranças construtivas que me motivaram a perseverar, mesmo diante das dificuldades.

Registro também meu reconhecimento aos professores que compuseram a banca examinadora, Dr. Renildo Souza, Dr. Cícero Péricles e Cid Olival, cuja contribuições, críticas e apontamentos foram de grande valia para o desenvolvimento desta pesquisa. Sinto-me honrado por tê-los como parte deste momento tão significativo.

Manifesto meu especial apreço e gratidão à minha eterna orientadora, Prof.^a Dra. Ana Maria Rita Milani, pela dedicação, amizade e orientações criteriosas, fundamentais para a elaboração deste trabalho e que moldaram de forma significativa minha formação. Sua colaboração e incentivo constantes tiveram papel decisivo no amadurecimento e na consolidação das ideias aqui apresentadas.

Por fim, agradeço ao Prof. Lívio Wanderley pela orientação dedicada, pelos ensinamentos e pelas cobranças construtivas, bem como pela disposição em enfrentar o desafio de conduzir esta etapa final, que em determinados momentos se apresentou como um desafio por inúmeros motivos. Sou especialmente grato por sua confiança no meu potencial e pela motivação transmitida ao longo desse processo.

“São muitas as motivações de um pesquisador. Mas o fundamental é ter confiança na própria imaginação e saber usá-la. Essa confiança significa a percepção de que se pode intuir uma realidade da qual se conhece apenas um aspecto, à semelhança do que se faz um paleontólogo. O valor do trabalho do pesquisador traduz, portanto, a combinação de dois ingredientes: imaginação e coragem para arriscar na busca do incerto”.

FURTADO. *O Capitalismo Global*, 1998.

“Se é um truísmo afirmar que as obras de qualquer autor não podem ser entendidas sem se considerar o contexto histórico em que a aparecem, sempre discutir sua atualidade é exercício arriscado, pois impõe repensá-lo em outro tempo e/ou espaço. Todavia, também se sabe que obras clássicas não perecem; às vezes, permanecem atuais e com ávidos leitores por décadas e até séculos. De certo modo, o fato de continuar granjeando leitores e adeptos é sintoma e atestado de atualidade, de que algo permanece”.

FONSECA. *Quando a virtude é o problema: a atualidade de Celso Furtado*, 2021.

RESUMO

O presente estudo analisa os fatores estruturais que têm limitado o avanço da indústria de semicondutores na China nas últimas décadas, tomando como referência as categorias teóricas formuladas por Celso Furtado. A partir de uma abordagem histórico-estrutural e de uma metodologia qualitativa, busca-se compreender por que, mesmo diante de políticas industriais ambiciosas, o país não alcançou a autossuficiência tecnológica prevista para o período. Apesar dos esforços empreendidos por meio do plano *Made in China 2025* e dos vultosos investimentos estatais, a China permanece dependente de tecnologias críticas sob controle de países centrais, como Estados Unidos, Japão, Coreia do Sul e Taiwan. Sustenta-se que essa limitação decorre de um conjunto de fatores interdependentes, entre os quais se destacam a entrada tardia no setor, a inserção subordinada na cadeia tecnológica de semicondutores, a concentração do conhecimento estratégico em um número restrito de países, sanções geopolíticas e barreiras estruturais inerentes ao setor. Ao reinterpretar a teoria furtadiana em um contexto globalizado, o estudo oferece uma leitura crítica dos obstáculos ao desenvolvimento autônomo em setores de alta complexidade, como o de semicondutores, contribuindo para o debate contemporâneo sobre dependência tecnológica no século XXI.

Palavras-chave: semicondutores; China; *Made in China 2025*; dependência tecnológica; Celso Furtado.

ABSTRACT

This study examines the structural factors that have limited the advancement of China's semiconductor industry in recent decades, using the theoretical categories formulated by Celso Furtado as its analytical framework. Adopting a historical-structural approach and a qualitative methodology, it seeks to understand why, despite ambitious industrial policies, the country has not achieved the projected technological self-sufficiency. Despite the initiatives implemented under the Made in China 2025 plan and substantial state investments, China remains dependent on critical technologies controlled by core countries such as the United States, Japan, South Korea, and Taiwan. It is argued that this limitation stems from a set of interdependent factors, notably the country's late entry into the sector, its subordinate integration into the semiconductor technology chain, the concentration of strategic knowledge in a small number of countries, geopolitical sanctions, and structural barriers inherent to the industry. By reinterpreting Furtado's theory in a globalized context, the study offers a critical perspective on the obstacles to autonomous development in highly complex sectors such as semiconductors, contributing to the contemporary debate on technological dependence in the 21st century.

Keywords: semiconductors; China; *made in China 2025*; technological dependence; Celso Furtado.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1:	Evolução dos nós do processo de fabricação de semicondutores (1970 - 2020)	57
Gráfico 2:	Intensidade em P&D por setor produtivo – 2019 - (em %)	59
Gráfico 3:	Mercado global de semicondutores por categoria (%) - 2023	70
Gráfico 4:	Participação das receitas industriais por categoria de semicondutores - 2019	72
Gráfico 5:	Vendas globais de semicondutores por mercado de aplicação - 2019 (%)	73
Gráfico 6:	Exportações mundiais de Circuitos Integrados e Componentes Eletrônicos - anual (milhões US\$)	74
Gráfico 7:	Evolução do faturamento mundial do mercado de semicondutores (1986/2024)	77
Gráfico 8:	Participação no mercado global de semicondutores - 2023	78
Gráfico 9:	Visões alternativas da origem geográfica da demanda por semicondutores (em %)	79
Gráfico 10:	Participação das empresas americanas nos mercados regionais (2023)	79
Gráfico 11:	Distribuição regional do valor gerado para cada segmento da cadeia produtiva de semicondutores (2021)	80
Gráfico 12:	Despesas anuais com P&D por localização da empresa - 2007-2023 (em bilhões)	82
Gráfico 13:	As 10 maiores empresas de equipamentos semicondutores por receita (US\$ bilhões - 2023)	84
Gráfico 14:	Participação de mercado das foundries por repartição de receita (por empresa e país de origem) - 2023	85
Gráfico 15:	Número de instalações de ATP por país/região - 2021	86

Gráfico 16: Participação da China na cadeia de suprimentos de semicondutores por segmento principal - 2020	87
Gráfico 17: Número de empresas de design de semicondutores na China	88
Gráfico 18: Novas fábricas e grandes expansões previstas para entrar em operação - 2022/2026	89
Gráfico 19: 40 empresas de semicondutores listadas no mercado STAR Board e sua capitalização de mercado por segmento (maio/2021)	90
Gráfico 20: PIB da China - 2000/2024 (US\$)	96
Gráfico 21: Composição do PIB por setor (%) - China (2000/2023)	97
Gráfico 22: Taxa de crescimento do PIB, a preços constantes (%) - China (2000/2024)	98
Gráfico 23: Evolução na participação do PIB mundial - China, EUA e União Europeia (em PPP) - 1980/2024	99
Gráfico 24: Evolução da renda urbana e rural na China (2008/2023) – (em RMB)	102
Gráfico 25: Coeficiente de Gini para a renda disponível - China (2006/2022)	103
Gráfico 26: Participação dos 10% mais ricos na renda: China, EUA e França (%) – 1978/2014	105
Gráfico 27: Investimento Estrangeiro Direto (IED) na China - 1979/2008- entradas líquidas (US\$ corrente/em milhões)	108
Gráfico 28: China - Importações de mercadorias por grupo de produtos (anual - em milhões de dólares)	112
Gráfico 29: Consumo global de semicondutores - por região (US\$ bilhões) - 2019	125
Gráfico 30: Lacuna entre produção e consumo no mercado de CI na China (199/2015)	129
Gráfico 31: Subsídios Estatais (% da Receita, 2014–2018)	131

Gráfico 32: Participação do investimento das fases 1 e 2 do Fundo Nacional de 132
Investimentos - por segmento da indústria de semicondutores - em %

Gráfico 33: Despesas com P&D da indústria de semicondutores de alguns países 147
como porcentagem de vendas - 2022

LISTA DE FIGURAS

Figura 1:	Processo de desenvolvimento autônomo	39
Figura 2:	Processo de desenvolvimento dependente	39
Figura 3:	Estrutura de poder da nova Ordem Econômica Internacional (OEI)	45
Figura 4:	Segmentação de produtos semicondutores	51
Figura 5:	Nove pilares da Revolução 4.0	61
Figura 6:	Papel dos chips de IA nas camadas estratégicas da Indústria 4.0	62
Figura 7:	Cadeia produtiva e modelos de negócio da indústria de semicondutores	67
Figura 8:	Crescimento da receita de semicondutores por tipo de equipamento eletrônico (2017 - 2022)	71
Figura 9:	Produção de terras raras por localização	91
Figura 10:	Setores estratégicos do <i>Made in China 2025</i>	116
Figura 11:	Fases dos programas para o desenvolvimento do setor de semicondutores - China (1956/2014)	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Desenho metodológico da Pesquisa	28
Quadro 2:	Esquema lógico: Categorias teóricas em Celso Furtado	32
Quadro 3:	Cinco Revoluções Tecnológicas Sucessivas (1770/2000)	53
Quadro 4:	Indústrias e infraestruturas da Era da Informática e Telecomunicações	54
Quadro 5:	Evolução funcional do ecossistema de semicondutores (décadas 1950 a 2010)	68
Quadro 6:	Os 15 principais fabricantes de semicondutores no mundo - 1º trimestre de 2021	69
Quadro 7:	Principais empresas de fornecimento de EDA - Electronic Design Automation (2021)	81
Quadro 8:	Desenvolvimento de CI - China e Estados Unidos - 1958/1999	121
Quadro 9:	Participações e subsídios do Estado chinês – empresas nacionais de semicondutores de médio e grande porte	133
Quadro 10:	Investimentos estrangeiros diretos de empresas de semicondutores selecionadas dos EUA na China (2014–2018)	135
Quadro 11:	Foco e evolução dos Fundos destinados ao desenvolvimento de semicondutores (2014/2024)	137
Quadro 12:	Esquema cronológico das políticas industriais chinesas em semicondutores - 4 fases	138
Quadro 13:	Categorias/limites e desafios da China em semicondutores	139

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Produção e preços de circuitos integrados nos EUA e a importância do mercado de defesa - 1962/1968	50
Tabela 2:	Demanda global por semicondutores: por categoria (2020/2023)	70
Tabela 3:	Exportações mundiais de mercadorias por grupo de produtos - anual (milhões US\$)	75
Tabela 4:	Faturamento do mercado de semicondutores por localidade (1986/2024)	76
Tabela 5:	Produção e reservas de terras raras por localização	91
Tabela 6:	Participação do "resto" na população mundial, no PIB mundial e na produção manufatureira mundial (1965 - 1995)	93
Tabela 7:	Participação da China na produção mundial (produtos selecionados) - 2015	99
Tabela 8:	Coeficiente de Gini, PIB Per capita e IDH - China, Estados Unidos e União Europeia (2022)	104
Tabela 9:	Política Industrial para o Progresso Tecnológico: Principais metas do Made in China 2025	118
Tabela 10:	Principais investidores em semicondutores no "Painel de Avaliação de Investimento em P&D industrial da UE - 2023	148
Tabela 11:	Estrutura do PIB, por setor (em %) - China (1890–2003)	155

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ATP	Assembly, Testing and Packing (Encapsulamento, Teste e Embalagem)
CEPAL	Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe
CI	Círculo Integrado
EDA	Electronic Design Automation (Automação de Projeto Eletrônico)
EMEA	Europe East and Africa (Europa, Oriente Médio e África)
EUA	Estados Unidos da América
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDM	Integrated Device Manufacturer (Fabricante de Dispositivo Integrado)
IED	Investimento Estrangeiro Direto
IoT	Internet of Things (Internet das Coisas)
IP	Intellectual Property (Propriedade Intelectual)
ITIF	Information Technology & Innovation Foundation
MOS	Metal–Oxide–Semiconductor (Metal–Óxido–Semicondutor)
OSAT	Outsourced Semiconductor Assembly and Test (Terceirização de Montagem e Teste de Semicondutores)
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PIB	Produto Interno Bruto
RAM	Random-Access Memory (Memória de Acesso Aleatório)
REEs	Rare Earth Elements (Elementos de Terras Raras)
ROM	Read-Only Memory (Memória Somente de Leitura)
RPC	República Popular da China
SATs	Semiconductor Assembly and Test Services (Serviços de Montagem e Teste de Semicondutores)
SAI	Semiconductor Industry Association
SME	Semiconductor Manufacturing Equipment (Equipamentos para Fabricação de Semicondutores)
SMIC	Semiconductor Manufacturing International Corporation
STAR Board	Science and Technology Innovation Board (Bolsa de Inovação em Ciência e Tecnologia da China)
TSMC	Taiwan Semiconductor Manufacturing Company

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA	26
1.2	OBJETIVOS	27
1.2.1	Objetivo Geral	27
1.2.2	Objetivos Específicos	28
1.3	MATRIZ METODOLÓGICA DA PESQUISA	28
2	REVISITANDO CELSO FURTADO: UMA INTERPRETAÇÃO DA DEPENDÊNCIA NO CAPITALISMO GLOBALIZADO	30
2.1	A NATUREZA DAS RELAÇÕES “CENTRO” - “PERIFERIA”	32
2.2	DESENVOLVIMENTO E SUBDESENVOLVIMENTO: OS DOIS LADOS DA MESMA MOEDA	35
2.3	DEPENDÊNCIA (TECNOLÓGICA) NO CAPITALISMO GLOBALIZADO	41
2.3.1	A nova economia internacional e a condição de dependência estrutural	41
2.3.2	Manutenção da hegemonia tecnológica x busca por autonomia	46
3	A DINÂMICA DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES E A POSIÇÃO DA CHINA NO MERCADO GLOBAL	49
3.1	O CONCEITO DE SEMICONDUTORES E AS DUAS REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS	49
3.2	O MERCADO MUNDIAL E O MODELO DE NEGÓCIO DOS SEMICONDUTORES	63

4	CHINA EM PERSPECTIVA HISTÓRICA: DA INDUSTRIALIZAÇÃO TARDIA ÀS POLÍTICAS PARA A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES	93
4.1	O ESFORÇO DE CATCH-UP CHINÊS: O PAPEL DO ESTADO E TRÊS DÉCADAS DE REFORMAS ESTRUTURAIS	95
4.1.1	A China e a “mão visível do Estado”	95
4.1.2	Trinta anos de reformas estruturais na China	106
4.2	“MADE IN CHINA 2025”	113
4.3	POLÍTICAS INDUSTRIAS E ESTRATÉGIAS NACIONAIS NO SETOR DE SEMICONDUTORES DA CHINA	119
4.4	A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES NA CHINA E OS DESAFIOS DE SUPERAÇÃO DA DEPENDÊNCIA TECNOLÓGICA	139
4.5	FURTADO NA CHINA: UMA INTERPRETAÇÃO DA DEPENDÊNCIA TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES	151
5	CONCLUSÃO	159
	REFERÊNCIAS	163
	APÊNDICE A: FATURAMENTO MUNDIAL DO MERCADO DE SEMICONDUTORES (1986/2024) – EM MILHARES US\$ (38 YEARS WSTS BLUE BOOK DATA)	172
	APÊNDICE B: COMPOSIÇÃO DO PIB POR SETOR (%) - CHINA (2000/ 2023)	177
	APÊNDICE C: COEFICIENTE DE GINI DA RENDA DISPONÍVEL – EUROPA – ESCALA DE 0 A 100 - (2015/2024)	178

1 INTRODUÇÃO

Como a tecnologia é o recurso mais nobre (na prática substitui os demais sem por eles ser substituída) e aquele que é monopolizado pelos países centrais, pode-se afirmar que a *dependência* é primeiramente *tecnológica*. Reunir outros recursos de poder para neutralizar ainda que parcialmente o peso da dependência tecnológica – eis a essência do esforço que realizam os países periféricos para avançar pela via do *desenvolvimento*. (Furtado, 2008, p. 160).

A indústria de semicondutores é considerada a espinha dorsal da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), responsável pela fabricação de produtos que são a base tecnológica de sustentação do mundo digital contemporâneo. Os semicondutores atuam como os “cérebros” dos dispositivos eletrônicos, fornecendo capacidade computacional e de armazenamento de dados. Além disso, desempenham um papel fundamental no desenvolvimento de tecnologias emergentes, como a inteligência artificial (IA), computação de alto desempenho, 5G, Internet das coisas (IoT) e sistemas autônomos (Varas *et al.*, 2021; Ezell, 2021a; Deng; Deng, 2022; Silva, 2022; Ezell 2024).

Os Estados Unidos foram os pioneiros na indústria de semicondutores, cuja origem remonta a 1947, quando John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley, da *Bell Labs*, inventaram o transistor, dispositivo semicondutor capaz de amplificar ou alternar sinais eletrônicos e energia elétrica. Em 1958, Jack Kilby, da Texas *Instruments*, e Robert Noyce, juntamente com uma equipe de pesquisadores da *Fairchild Semiconductor*, revolucionaram o setor ao desenvolverem o circuito integrado (CI), que permitiu a incorporação de múltiplos transistores em uma única peça plana de material semicondutor, estabelecendo a base para o design moderno dos chips semicondutores (Mowery; Rosenberg, 2005; Ezell, 2024).

A cadeia de semicondutores se desenvolveu a partir da fragmentação internacional da produção, estratégia que promoveu altos níveis de eficiência econômica e inovação, graças à especialização produtiva (Lee; Kleinhans, 2021; Deng; Deng, 2022). Segundo Deng e Deng (2022), adoção progressiva e intensiva da tecnologia de semicondutores foi impulsionada pelo crescimento do consumo de bens eletrônicos, como computadores, celulares e televisores, sobretudo a partir da década de 1980. A difusão desses produtos no mercado teve um impacto importante no rápido aumento da produtividade do trabalho nas últimas décadas, acelerando o processo de circulação de informações e tecnologias.

Varas *et al.* (2021), pontua que, enquanto a economia global obteve um crescimento médio de 5% entre 1990 e 2020, o mercado de semicondutores cresceu 7,5% no mesmo período,

tornando-se o quarto produto mais comercializado no mundo, atrás somente do petróleo bruto, do petróleo refinado e dos automóveis.

Atualmente, a cadeia de suprimentos dos semicondutores possui importância estratégica comparável à do setor de petróleo e gás. Além disso, seu caráter dual¹, a torna fundamental tanto para a soberania nacional quanto para a dinâmica da competitividade internacional (Deng; Deng, 2022; Thadani; Allen, 2023).

Rivera *et al.* (2015), enumera cinco pontos sobre a questão estratégica da produção e do domínio tecnológico da indústria de semicondutores. Primeiro, a *microeletrônica é considerada como o motor da inovação*, cada vez mais ubíqua nos produtos consumidos pela sociedade, dotando-os de “inteligência” a partir de micro/nanoprocessadores. De modo que, os semicondutores são peças fundamentais em áreas críticas como saúde, segurança, energia e logística. Segundo, *criam oportunidades de geração de empregos mais qualificados* numa indústria altamente intensiva em conhecimento. O terceiro ponto destaca a *tendência do crescimento do consumo* de dispositivos conectados à internet, como sensores, rastreadores, transmissores e processadores.

Como quarto ponto, o autor destaca que a *tecnologia dos semicondutores é de natureza estratégica* por estar presente em projetos de defesa, telecomunicações e energia. Por último, “os circuitos integrados (CI) respondem por uma parcela cada vez maior do custo de bens e equipamentos em setores como equipamentos médicos, bens de capital, telecomunicações, entre outros”, impactando diretamente no valor agregado dos produtos (Rivera *et al.*, 2015, p. 347).

De acordo com Moreira (2022), a ascensão da fronteira tecnológica da indústria 4.0 está estreitamente ligada ao avanço do setor de semicondutores, essencial na construção de fábrica conectadas por IoT e robôs, por consequência mais eficientes e produtivas. Por outro lado, a conectividade 5G fornecerá a AI necessária para possibilitar o funcionamento dessas estruturas fabris inteligentes.

Em 2025, a indústria de semicondutores movimentou um mercado de mais de meio trilhão de dólares (US\$ 630 bilhões)², com projeção de receita anual global de 1 trilhão de dólares até o final da década³ (Thadani; Allen, 2023; Burm, 2024). Como exemplo de

¹ Den e Deng (2022), pontuam o caráter estratégico desempenhado pelos semicondutores na indústria de defesa e como esse setor recebe investimentos e atenção especial pelo Departamento de Defesa dos EUA.

² Segundo os dados da World Semiconductor Trade Statistics (WSTS) - até dez/2024. Disponível em: <https://www.wsts.org/67/Historical-Billings-Report>.

³ Disponível em: BURM, Glenn. *State of the semiconductor industry: trends and drivers shaping the semiconductor landscape*. [S.I.]: PwC, 2024.

relevância, as tecnologias de chips estão presentes em uma ampla gama de produtos modernos, incluindo data centers, notebooks, smartphones, automóveis, máquinas de lavar, lâmpadas, infraestruturas de redes elétricas, equipamentos de transmissão de dados (antenas e suas infraestruturas), scanners de ressonância magnética e até mesmo sistemas de orientação de mísseis nucleares (Thadani; Allen, 2023; Jürgensen; Mello, 2020).

Varas *et al.* (2021) discorre que, os semicondutores apresentam elevado grau de complexidade tecnológica tanto na concepção (projeto/*design*) quanto na fabricação, exigindo altos níveis de investimento em P&D e capital, competindo somente com a indústria biofarmacêutica. O processo de produção de CI é considerado um dos mais sofisticados da indústria moderna, sendo, resumidamente, estruturado em três segmentos produtivos: (i) *design* ou *layout* de CI, (ii) fabricação do circuito e do *wafer*⁴, e (iii) processo de encapsulamento, teste e embalagem (*assembly, testing and packing - ATP*) (Deng; Deng, 2022).

Dessa forma, a necessidade de aprofundamento técnico, constantes inovações tecnológicas e produção em larga escala resultou na formação de uma cadeia de suprimentos global altamente especializada, na qual diferentes regiões desempenham papéis específicos de acordo com suas vantagens e capacidades tecnológicas. Lee e Kleinhas (2021, p. 5), exemplificam a complexidade por trás da cadeia de valor dos semicondutores mostrando que,

Esta divisão do trabalho criou uma série de interdependências transfronteiriças, com diferentes regiões globais se especializando em diferentes etapas de produção. Um semicondutor específico é frequentemente projetado nos Estados Unidos (EUA), fabricado em Taiwan usando produtos químicos do Japão e da Alemanha e equipamentos da Holanda, e montado e embalado na China. Dentro desta complexa cadeia de valor, muitas etapas de processo e insumos são indispensáveis, mas geralmente estão sob o controle de apenas algumas empresas.

Moreira (2022), ressalta que, devido à intensidade em P&D e capital, a indústria de semicondutores é, por definição, um setor de inovação, exigindo profundo *know-how* e experiência em tecnologias complexas, o que “cria barreiras naturais à entrada nas atividades principais da cadeia de abastecimento, limitando, assim, a base de fornecedores e concentrando cada atividade em poucos países na economia global” (Moreira, 2022, p. 62).

Em 2023, as empresas de semicondutores com sedes nos Estados Unidos detinham a metade da quota das vendas globais (50,2%), seguidas por empresas sul-coreanas com 13,8%,

⁴ *Wafer* ou “bolacha” de silício é uma fatia de espessura fina de semicondutor, que após o processo de purificação ou “dopagem” do silício, o objeto fica parecido com um “wafer” (Deng; Deng, 2022).

empresas europeias com 12,7%, Japão com 9%, China (7,2%) e Taiwan (7%) com participações semelhantes (SIA, 2024).

Nesse cenário, a disputa pela liderança envolve principalmente os Estados Unidos, os países da União Europeia, o Japão, a Coreia do Sul, Taiwan e a China. Os EUA se destacam nas atividades mais intensivas em pesquisa e desenvolvimento (P&D), liderando segmentos como automação de design eletrônico (EDA)⁵, propriedade intelectual, design de chips e equipamentos avançados de fabricação. No mercado global, empresas americanas de design, como AMD, Apple e Qualcomm, estão na vanguarda, enquanto Intel e Micron mantêm uma posição competitiva na fabricação de semicondutores (Ezell, 2024).

O Leste Asiático lidera a fabricação de *wafers*, setor que demanda investimentos substanciais em capital, acesso a infraestrutura altamente desenvolvida e força de trabalho qualificada. Na mesma região, durante as décadas de 1980 e 1990, o Japão dominou a indústria global de semicondutores, alcançando uma participação de 52% no mercado mundial. Atualmente, a Coreia do Sul se destaca com a *Samsung Electronics Co*, que detém 15,9% do mercado de fundição. No entanto, a Taiwan *Semiconductor Manufacturing Company* (TSMC) se consolidou como a maior fabricante global de semicondutores do mundo, representando 15% do PIB de Taiwan e responsável por cerca de 60% da produção mundial de chips semicondutores (Jürgensen; Melo, 2020; Ezell, 2024).

A China lidera mundialmente as atividades de encapsulamento, teste e embalagem de semicondutores (ATP), respondendo por aproximadamente 38% da produção global nesse segmento. No entanto, trata-se de uma etapa da cadeia produtiva que demanda relativamente menor intensidade de capital e qualificação técnica em comparação com os segmentos mais avançados (Varas *et al.*, 2021; Moreira, 2022). Estima-se que a China esteja aproximadamente cinco anos defasada em relação aos líderes globais na produção em larga escala de chips lógicos de última geração. Além disso, o país apresenta um atraso expressivo na fabricação de chips de memória, bem como na produção de equipamentos destinados à indústria de semicondutores. No que diz respeito, especificamente, aos equipamentos de manufatura de semicondutores (Semiconductor Manufacturing Equipment – SME), como as ferramentas de litografia, o cenário é ainda mais desfavorável. De acordo com Ezell (2024), pesquisador da Information Technology & Innovation Foundation (ITIF), as empresas chinesas podem estar até cinco gerações tecnológicas atrás no domínio dessa área. O autor destaca que “o melhor maquinário

⁵ A automação de design eletrônico (EDA), é um conjunto de software, hardware e serviços essenciais para projetar chips e dispositivos semicondutores: Disponível em: https://www.cadence.com/en_US/home/explore/what-is-electronic-design-automation.html.

que uma empresa chinesa consegue produzir fabrica chips com 28 nanômetros de largura; o equipamento de ponta da indústria é capaz de fabricar chips de até 2 nanômetros" (Ezell, 2024, p. 3). Tal defasagem evidencia que a China permanece distante da fronteira global de inovação em áreas críticas da cadeia, sobretudo no design de circuitos integrados e na produção de insumos estratégicos, como softwares de automação de projeto (*Electronic Design Automation* - EDA) e equipamentos de litografia de alta precisão (Ezell, 2024).

Ao analisar o processo histórico que explica a defasagem tecnológica da China na fabricação de semicondutores de ponta, Deng e Deng (2022), ressaltam uma série de condicionantes estruturais, políticos e geopolíticos que impactaram diretamente a trajetória evolutiva da indústria de semicondutores do país ao longo das últimas décadas.

Da década de 1950 até 1970, devido ao relativo isolamento econômico, a China seguiu o modelo soviético de planejamento e gestão da política industrial, no qual o governo central controlava inteiramente cadeia de produtiva dos semicondutores. Naquele período, a linha de montagem era direcionada à fabricação de transistores presentes em rádios destinados ao mercado doméstico. Porém, nesse mesmo lapso de tempo, o desenvolvimento da indústria de semicondutores doméstica foi rapidamente interrompido durante os distúrbios da Revolução Cultural. Entre as décadas de 1980 e 2000, obstáculos institucionais relacionados à fragilidade das estruturas legais e à incipiente legislação de proteção à propriedade intelectual dificultaram o desenvolvimento autônomo da indústria de semicondutores na China. Diante desse contexto, muitas empresas nacionais foram levadas a abdicar de investimentos próprios em pesquisa e desenvolvimento (P&D), concentrando-se, em vez disso, em segmentos de mercado caracterizados por grandes volumes e margens reduzidas, ou atuando como representantes de firmas multinacionais no mercado doméstico (Deng; Deng, 2022).

A partir dos anos 2000, mais precisamente em 2001, a China passou a integrar formalmente a Organização Mundial do Comércio (WTO), marcando sua inserção oficial na economia global. Embora esse acontecimento tenha ampliado as oportunidades de comércio e investimento internacional para o país, também impôs restrições às suas políticas industriais. Como destacam Deng e Deng (2022), a partir desse momento começaram a emergir críticas e acusações de práticas protecionistas por parte da China, especialmente no que se refere ao apoio estatal a setores estratégicos e à atuação de empresas estatais em mercados sensíveis. O autor discorre, que,

Por exemplo em 2003, os EUA passaram a questionar a política de incentivos fiscais na indústria de semicondutores da RPC, que aplicava o valor de 17% de tarifa de valor

adicionado (VAT) para a comercialização de semicondutores, porém concedia *tax rebate* de 11% para os dispositivos manufaturados domesticamente, ou 14% se o design também tiver sido feito internamente.

Como resultado desse panorama, até 2012, a produção doméstica de circuitos integrados chinesa representava somente 11,1% do total da demanda doméstica, compostos em sua maioria por componentes *low-end* (básicos), no qual mais de 70% da produção era originada de transnacionais estrangeiras (Ic Insights, 2013; Deng; Deng, 2022).

O cenário atual se mostra mais desafiador, como resultado da importância estratégica do setor e das políticas agressivas chinesas na busca pelo *catch-up* no curto prazo, diversos países reagiram contra os avanços dos investimentos da China, bloqueando aquisições e fusões por meio dos seus órgãos reguladores. Países como Taiwan, EUA e Alemanha rejeitaram propostas ou simplesmente cancelaram contratos e/ou negociações que pudessem vir a colocar a ordem pública ou a segurança nacional em risco (Deng; Deng, 2022).⁶

Ademais, os Estados Unidos adotaram uma postura significativamente mais severa frente ao avanço da China no setor de semicondutores. Como destacam Deng e Deng (2022, p. 16), o governo norte-americano implementou uma série de medidas com o objetivo de conter a ofensiva chinesa no mercado global, justificando tais ações pelas recorrentes acusações de apropriação indevida de tecnologias estrangeiras por meio de práticas consideradas desleais, como o roubo de segredos industriais, coerção de empresas estrangeiras e outras formas de transferência forçada de tecnologia. Os autores argumentam que,

Além de imporem unilateralmente tarifas contra a importação de produtos oriundos da RPC, os EUA passaram a atuar incisivamente para obstruir os avanços tecnológicos da RPC em diversos segmentos de tecnologia de ponta, como tecnologia 5G e design de CI, por meio de: sufocamento da demanda externa por bens de TIC através de embargo em escala internacional e lobbies coordenados com autoridades estrangeiras; e exclusão da RPC das cadeias produtivas globais de TIC, dificultando o acesso dela a tecnologias chaves para design e produção de semicondutores, das quais a RPC ainda é extremamente dependente. (Deng; Deng, 2022. p. 16).

Por outro lado, devido à posição de principal produtor e exportador de eletrônicos, a China se tornou também o maior mercado consumidor mundial de semicondutores⁷, mais

⁶ Deng e Deng (2022) ressaltam que, a partir de 2017, a Alemanha adotou medidas regulatórias mais restritivas no que tange ao controle de capital estrangeiro em setores considerados sensíveis, estabelecendo um limite de 25% para aquisições de participação societária em empresas domésticas estratégicas, com o objetivo de resguardar a segurança nacional e a autonomia tecnológica do país.

⁷ Segundo dados da Organização Mundial do Comércio (WTO, na sigla em inglês), em 2023, a China importou mais de US\$ 376,5 bilhões em circuitos integrados e componentes eletrônicos, consolidando-se como a maior importadora global. Disponível em: <https://stats.wto.org/dashboard/merchandise>.

especificamente de circuitos integrados. No entanto, o país ainda não desenvolveu endogenamente tecnologias de semicondutores de última geração, o que o obriga a depender fortemente de importações para atender à sua demanda interna (Majerowicz; Medeiros, 2018).

Dados da Organização Mundial do Comércio (WTO) mostram que até 2021 a China importava mais circuitos integrados e componentes eletrônicos (US\$ 466,1 bi) do que combustíveis fósseis (US\$ 405,3 bi)⁸. Majerowicz e Medeiros (2018, p. 10), reforçam que “a falta de integração e complementariedade da estrutura de fabricação da China tem sua manifestação final na enorme lacuna de produção e consumo doméstico de CI atendida pelas importações”⁹. Por esse motivo, os circuitos integrados se tornaram as principais importações líquidas da China, superando os combustíveis (Majerowicz; Medeiros, 2018).

Isto posto, diferentemente de setores nos quais a China já alcançou uma posição de destaque no mercado global - como ferrovias de alta velocidade, painéis solares e equipamentos de telecomunicações - sua participação e competitividade na indústria de semicondutores ainda são limitadas. De maneira que as empresas chinesas enfrentam inúmeros desafios para competir com os líderes globais (Ezell, 2021a).

Destarte, pode-se interpretar que, no campo específico da indústria de semicondutores, a China ainda ocupa uma posição periférica. Embora tenha alcançado avanços expressivos em diversos setores tecnológicos e industriais, permanece dependente de países centrais para suprir sua demanda por circuitos integrados (CIs), especialmente nos segmentos mais sofisticados, como o design e a fabricação de chips de última geração. Essa dependência reflete a dificuldade de romper integralmente com os mecanismos de controle exercidos por economias líderes, por meio do domínio de patentes, do fornecimento de equipamentos críticos e da imposição de restrições comerciais, o que limita a autonomia tecnológica chinesa e perpetua assimetrias estruturais na cadeia de semicondutores.

Diante disso, busca-se enxergar a complexidade desse caso específico a partir de uma perspectiva mais ampla, que extrapola a análise estritamente econômica e enfatiza a problemática tecnológica, núcleo central da questão. Nesse sentido, a teoria do Subdesenvolvimento desenvolvida por Celso Furtado oferece um arcabouço teórico dinâmico, capaz de abranger as dimensões históricas e estruturais envolvidas, permitindo uma compreensão articulada das inter-relações entre o econômico e o não econômico, especialmente no diálogo

⁸ Disponível em: <https://stats.wto.org/dashboard/merchandise>.

⁹ Dados da Organização Mundial do Comércio (WTO) mostram que, em 2023, a China exportou US\$ 197,7 bilhões em circuitos integrados e componentes eletrônicos, enquanto as importações totalizaram US\$ 376,5 bilhões, volume que corresponde a quase o dobro do primeiro.

entre as esferas social, política e produtiva que moldam a trajetória chinesa na indústria de semicondutores.

Isto posto, a teoria do Subdesenvolvimento, desenvolvida por Celso Furtado no contexto latino-americano do século XX, sustenta que o subdesenvolvimento e a dependência não constituem etapas transitórias rumo ao desenvolvimento, mas sim um estado permanente e uma forma específica de inserção subordinada no sistema capitalista global (Furtado, 2008; 2009). Aplicadas ao caso da China - particularmente em setores estratégicos como a indústria de semicondutores -, as contribuições furtadianas, ancoradas em categorias e conceitos estruturantes, permanecem relevantes para compreender as limitações tecnológicas e a relativa vulnerabilidade externa do país. É justamente o processo de industrialização chinês e, em especial, sua incursão estratégica na indústria de semicondutores que evidenciam, na atualidade, os contornos da luta pela superação da dependência estrutural, refletindo o esforço do país em aproximar-se do núcleo central do sistema tecnológico global.

Dessa forma, as contribuições teóricas de Celso Furtado, embora não especificamente voltadas para a China do século XXI, podem dar luz ao complexo caso dos semicondutores no gigante asiático, possibilitando uma compreensão mais abrangente das dinâmicas da dependência tecnológica no contexto do capitalismo globalizado.

Tenta-se, então, fazer uso do aparato metodológico construído por Furtado, de modo a “globalizar” a sua reflexão para além do eixo Estados Unidos/América Latina, complexificando o conceito de sistema “centro e periferia”. Nesse sentido, Barbosa (2021, p. 204) defende que “esquema metodológico de Criatividade e Dependência permite uma compreensão multifacetada da China em transformação num contexto em que a dinâmica do capitalismo apresenta novas fraturas entre os vários centros e periferias”, inclusive, situações de condições dicotômicas dentro da mesma estrutura produtiva nacional¹⁰.

Barbosa (2021), pontua que o capitalismo contemporâneo ancorado numa estrutura de poder multicêntrico, com relações de maior horizontalidade - envolvendo complementaridade e conflito - entre a China e os antigos centros (Estados Unidos e União Europeia), exige a confecção de novas ferramentas conceituais e teóricas para a compreensão da dinâmica totalmente reconfigurada da economia mundial.

¹⁰ Conformando um processo de complexificação do sistema centro-periferia. Para uma análise detalhada dessa dinâmica sob a ótica do pensamento estruturalista, ver Barbosa (2021), que discute a ascensão chinesa à luz da obra de Celso Furtado e suas implicações para a reconfiguração das relações centro-periferia no sistema internacional.

Por conseguinte, a presente tese configura-se como uma pesquisa de natureza teórico-bibliográfica, fundamentada em uma abordagem qualitativa. Complementarmente, recorre-se ao uso da estatística descritiva como instrumento de reforço analítico, com o objetivo de conferir maior robustez aos argumentos e validar as interpretações apresentadas. A revisão de literatura foi realizada com base em fontes bibliográficas diversas, incluindo livros, teses de doutorado, dissertações, artigos acadêmicos, pesquisas de mercado, documentos oficiais e portais de instituições internacionais, como o World Bank e a Organização Mundial do Comércio (WTO).

Este trabalho organiza-se em quatro capítulos centrais. O primeiro capítulo apresenta a introdução da pesquisa, delimitando o problema, os objetivos, a justificativa e a matriz metodológica que sustenta o estudo, além de uma quarta parte dedicada à contextualização inicial do caso chinês na indústria de semicondutores, situando o problema no panorama econômico e tecnológico global e destacando sua relevância estratégica. O segundo capítulo é dedicado à construção do referencial teórico, fundamentado nas contribuições de Celso Furtado, e subdivide-se em quatro seções: a primeira examina a natureza das relações entre “centro” e “periferia”; a segunda discute os conceitos de desenvolvimento e subdesenvolvimento como manifestações estruturais do capitalismo global; a terceira aprofunda-se na temática da dependência tecnológica, analisando tanto a dinâmica da nova economia internacional quanto os mecanismos que asseguram a manutenção da hegemonia tecnológica; e a quarta, intitulada Furtado na China, aplica as categorias analíticas de Celso Furtado ao contexto chinês, direcionando-as para a análise específica da indústria de semicondutores.

O terceiro capítulo, intitulado China em perspectiva histórica, apresenta uma análise abrangente da trajetória chinesa, conectando o passado industrial às estratégias recentes de desenvolvimento tecnológico. Na primeira parte, examina-se o processo histórico de industrialização do país, com ênfase no papel do Estado desde a década de 1970, passando pelas reformas estruturais e abertura econômica das décadas seguintes, até a consolidação de um modelo de desenvolvimento que combina planejamento centralizado e integração gradual à economia global. A segunda parte dedica-se ao estudo do plano *Made in China 2025*, inspirado no modelo alemão Industry 4.0, abordando suas metas de modernização produtiva, inovação tecnológica e redução da dependência externa, com especial destaque para a indústria de semicondutores. Por fim, a terceira parte discute as políticas industriais e estratégias nacionais específicas para o setor de semicondutores, analisando instrumentos como fundos de investimento, incentivos fiscais, apoio à pesquisa e medidas regulatórias, bem como os desafios

que diferenciam a trajetória chinesa de casos bem-sucedidos como os da Coreia do Sul e Taiwan.

O quarto capítulo, intitulado “A dinâmica da indústria de semicondutores e a posição da China no mercado global”, apresenta uma visão integrada do setor e do papel chinês nesse contexto. Na primeira parte, expõe-se a evolução conceitual e tecnológica dos semicondutores, desde a invenção do transistor e do circuito integrado até sua centralidade na revolução eletrônica e digital, ressaltando o papel estratégico do Estado e das demandas militares na fase inicial. Em seguida, examina-se o modelo global de negócios da indústria, marcado pela fragmentação produtiva, especialização de funções e alta concentração tecnológica em poucos atores, evidenciando barreiras estruturais e regimes de inovação cumulativos. Por fim, analisa-se a trajetória da China no setor, destacando tanto os avanços quanto às fragilidades, como a entrada tardia, as defasagens tecnológicas, a dependência de importações e a vulnerabilidade a sanções, sistematizando os limites e desafios estruturais que ainda condicionam a conquista plena de autonomia tecnológica pelo país.

Assim, ao aplicar o aparato teórico furtadiano, observa-se que a busca da China por autonomia tecnológica no setor de semicondutores integra uma disputa mais ampla pela redefinição das posições de poder no sistema capitalista global, tendo como eixo central o controle do recurso mais estratégico da atual revolução industrial: a tecnologia.¹¹.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Pode-se observar, portanto, que a lógica furtadiana da centralidade da tecnologia como meio de poder e subordinação, desdobrando-se no fenômeno da dependência em suas múltiplas dimensões, manifesta-se de forma parcial e específica no setor de semicondutores chinês: mesmo sendo uma das maiores economias do mundo, com um aparelho industrial robusto e em expansão, a China enfrenta obstáculos para alcançar a autonomia tecnológica plena no setor de semicondutores. A acumulação interna de capital e conhecimento, embora necessária, não é suficiente para romper com os mecanismos da dependência, especialmente quando a tecnologia de ponta está sob controle de conglomerados transnacionais que não têm interesse estratégico em compartilhar saberes críticos (Furtado, 2008). A recente imposição de embargos comerciais

¹¹ O atual cenário é marcado por uma disputa geopolítica em torno do acesso e da comercialização de semicondutores, frequentemente descrita como uma “guerra dos chips”.

por parte dos EUA, restringindo o acesso chinês a equipamentos e softwares de litografia de última geração, ilustra esse cenário.

A China, ainda que produtora de semicondutores de média complexidade, depende de tecnologias externas para a fabricação de chips mais avançados, o que a deixa numa posição estrutural de subordinação. Dessa forma, embora a China tenha conseguido avanços notáveis em setores estratégicos econômicos e tecnológicos, a indústria de semicondutores permanece como um dos pontos nevrálgicos de sua vulnerabilidade. A fabricação de chips avançados, essenciais para setores como telecomunicações, inteligência artificial, defesa e automação, ainda depende de tecnologias controladas por empresas de países centrais - notadamente Estados Unidos, Japão, Coreia do Sul e Taiwan.

Dessa forma, ao contrário dos estudos tradicionais que se concentram exclusivamente no avanço da indústria de semicondutores na China - com ênfase em suas estratégias e políticas -, o presente trabalho propõe uma análise complementar, incorporando à discussão os fatores estruturais (interligados) que limitaram o crescimento do setor ao longo dos últimos anos. O estudo incorpora à análise o aparato teórico/metodológico das categorias desenvolvidas por Furtado, na tentativa de esquematizar o panorama atual das relações complexas entre a China e os países detentores das tecnologias de vanguarda do setor de semicondutores. A partir desse cenário, propõem-se a seguinte problemática:

- Quais fatores estruturais têm limitado o desenvolvimento da indústria de semicondutores da China, dificultando a consolidação de sua autonomia tecnológica e o pleno domínio das tecnologias associadas à 4^a Revolução Industrial?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analizar o desenvolvimento da indústria de semicondutores da China como meio de superação da dependência tecnológica no contexto de transição para a 4^a Revolução Industrial.

1.2.2 Objetivos Específicos

1. Explorar as principais políticas industriais chinesas voltadas ao desenvolvimento do setor de semicondutores, identificando seus objetivos e mecanismos.
2. Entender a dinâmica da indústria de semicondutores e a posição da China no mercado global.
3. Compreender os limites das estratégias de aprendizado tecnológico via aquisição externa e os motivos que impedem o avanço rápido da China na tecnologia de semicondutores.

1.3 MATRIZ METODOLÓGICA DA PESQUISA

Quadro 1: Desenho metodológico da Pesquisa

Problema	Quais fatores estruturais têm limitado o desenvolvimento da indústria de semicondutores da China, dificultando a consolidação de sua autonomia tecnológica e o pleno domínio de tecnologias estratégicas?
Objetivo Primário	Analizar o desenvolvimento da indústria de semicondutores da China como meio de superação da dependência tecnológica no contexto de transição para a 4ª Revolução Industrial.
Objetivos Secundários	<ul style="list-style-type: none"> - Explorar as principais políticas industriais chinesas voltadas ao desenvolvimento do setor de semicondutores, identificando seus objetivos e mecanismos. - Entender a dinâmica da indústria de semicondutores e a posição da China no mercado global. - Compreender os limites das estratégias de aprendizado tecnológico via aquisição externa e os motivos que impedem o avanço rápido da China na tecnologia de semicondutores.
Caso analisado	A indústria de semicondutores na China e os condicionantes estruturais que limitaram o avanço tecnológico da China nos últimos 10 anos.
Recorte temporal	Últimos 30 anos de políticas industriais na chinesa com foco no período compreendido no Plano <i>Made in China 2025</i> .
Perspectivas teóricas utilizadas	Contribuições da Teoria do Subdesenvolvimento (centro/periferia; desenvolvimento/subdesenvolvimento e dependência estrutural) de Celso Furtado.
Hipótese da pesquisa	A China tem enfrentado limitações na autonomia tecnológica da indústria de semicondutores devido à fatores endógenos – entrada tardia no setor, interrupções históricas e defasagem na Indústria 4.0, - e fatores exógenos - restrições comerciais e de transferência de <i>know-how</i> sob controle de países centrais.

Fonte: Elaboração própria (2025)

Justificativa da Pesquisa

A indústria de semicondutores é estratégica para a economia global, por ser a base de tecnologias essenciais como inteligência artificial, 5G, IoT e defesa. Apesar de avanços expressivos em setores tecnológicos, a China ainda enfrenta uma forte dependência externa em segmentos críticos da cadeia de semicondutores, como design de chips, litografia e software de automação, controlados por empresas sediadas em poucos países do mundo.

Essa situação revela uma ambiguidade estrutural: a China já superou a condição de periferia tecnológica em termos gerais, mas permanece sem autonomia plena em um setor crítico como o de semicondutores. Apesar dos avanços impulsionados por políticas industriais como o *Made in China 2025*, persistem entraves internos - como, por exemplo, a absorção de *know-how*, a qualificação e retenção de recursos humanos - e barreiras estruturais externas, marcadas por restrições geopolíticas e pela concentração global de tecnologias-chave.

Diante disso, a aplicação da Teoria do Subdesenvolvimento de Celso Furtado oferece um referencial analítico valioso para compreender os limites históricos e sistêmicos que condicionam o avanço chinês no setor. Ao invés de focar apenas nas estratégias estatais, o estudo propõe examinar simultaneamente o processo histórico, as estruturas internas e as dinâmicas de poder global que restringem o acesso da China a tecnologias críticas, articulando essa análise à relação entre o avanço das forças produtivas e a homogeneização social. Sob essa perspectiva, entende-se que ganhos tecnológicos e produtivos, por si sós, não garantem a superação das assimetrias sociais, sendo necessário avaliar se a trajetória do setor de semicondutores contribui para uma transformação estrutural mais ampla e socialmente inclusiva. Assim, a pesquisa se justifica por sua originalidade teórica e relevância empírica, contribuindo para um entendimento mais profundo sobre as formas de dependência tecnológica no capitalismo global e o papel da China nesse cenário.

2 REVISITANDO CELSO FURTADO: UMA INTERPRETAÇÃO DA DEPENDÊNCIA NO CAPITALISMO GLOBALIZADO

A experiência evolucionária da República Popular da China carece, evidentemente, de exemplaridade, posto que essa gigantesca nação é *sui generis* sob múltiplos e fundamentais aspectos. Mas, qualquer que seja a direção que tome, o processo de reconstrução social aí em curso terá projeções planetárias. (Furtado, 2008, p. 139).

Expoente da Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL), Celso Furtado destacou-se como um dos principais formuladores da teoria do subdesenvolvimento. Sua contribuição mais relevante consistiu em introduzir e difundir, no campo da ciência econômica, a categoria do subdesenvolvimento como um conceito autônomo e estruturante da realidade latino-americana (Fonseca, 2021). A análise de Furtado fundamenta-se no método histórico-estrutural, o qual se propõe como uma alternativa aos modelos e enfoques teóricos tradicionais que marcaram a formação do pensamento econômico, como o paradigma neoclássico ortodoxo, as vertentes marxistas e as formulações keynesianas (Lastres; Cassiolato, 2020). A visão do autor integrava e contextualizava as especificidades dos processos concretos de desenvolvimento dos países do mundo a partir de uma nítida dimensão histórica (Bielschowsky, 2000).

Por meio do método estruturalista, Celso Furtado recusava a ideia de um percurso histórico e dos fenômenos econômicos como algo estático, estável, determinístico ou imutável. Influenciado pelas contribuições hegelianas, enxergava a humanidade como sujeito e vetor de transformação histórica, vista como uma “entidade que se reproduz segundo uma lógica que aponta na direção do progresso (Furtado, 2000, p. 9).

Com o objetivo de ampliar a capacidade interpretativa da realidade objetiva, o autor incorporou uma visão diacrônica à análise econômica - ou seja, atenta às transformações ao longo da história - atribuindo centralidade as variáveis e parâmetros “não-econômicos” dos modelos macroeconômicos. Barbosa e Saes (2025, p. 286) resume o método de Furtado, descrevendo que:

Partindo das lentes da economia política, Celso Furtado formulou interpretações sobre as estruturas econômicas e sociais do país na longa duração e sobre as transformações do capitalismo em escala internacional. Seu método lhe permitiu realizar a síntese entre especificidade histórica e a teoria

econômica; entre a dinâmica local e as transformações do sistema centro-periferia; entre os determinantes políticos e sociais e as variáveis econômicas.

Assim, buscou “dinamizar” os modelos econômicos, ou a “transformar as constantes em variáveis” (Fonseca, 2019, p. 6). A articulação entre as dimensões econômica, política, social e cultural conforma a panóplia analítica do pensamento teórico de Furtado (Barbosa, 2021). Para Furtado, o conhecimento científico só se concretiza plenamente por meio da explicação, a qual é indissociável da gênese histórica, sendo esta, por sua vez, complementada pela gênese lógica (Fonseca, 2019).

Barbosa (2021), pontua que a ampliação do arsenal metodológico de Celso Furtado nos fins dos anos 1970¹² permitiu que a China ingressasse em seu horizonte analítico, inicialmente como um laboratório privilegiado de observação econômica e social, em razão de seu potencial para “escapar ao campo gravitacional da civilização industrial” e, ao mesmo tempo, integrar-se a ele de forma soberana. Esse movimento, ainda que sugerido de maneira implícita, aponta para a hipótese de que, ao alcançar tal integração com relativa autonomia, a China promoveria “mudanças tectônicas” na lógica de funcionamento do capitalismo global e na reconfiguração dos centros de poder geopolítico.

Diante do exposto, a seção a seguir propõe uma reflexão teórica sobre as contribuições de Celso Furtado - com base em suas proposições fundamentais - com o objetivo de ampliar seu arcabouço analítico na compreensão do caso contemporâneo de dependência tecnológica da China no setor de semicondutores. Para tanto, tornou-se importante o estudo do modelo metodológico furtadiano, com ênfase na análise das categorias “Centro-Periferia”, “Subdesenvolvimento” e “Dependência”, discutidas ao longo da seção e sistematizadas na Quadro 2.

¹² Furtado (2008) discute de forma mais ampla o caso chinês no livro Criatividade e Dependência na civilização industrial, publicado inicialmente em 1978.

Quadro 2: Esquema lógico: Categorias teóricas em Celso Furtado

Categoría	Conceito	Dinâmica
<i>Centro x Periferia</i>	Existência de heterogeneidade estrutural imanente ao capitalismo, com foco no processo de domínio dos países centrais sobre os periféricos.	Os países centrais dominam o progresso técnico e, por consequência, a economia global, impondo sua lógica aos países periféricos numa relação de autonomia e dependência.
<i>(Sub)Desenvolvimento</i>	Fenômeno histórico específico, e não etapa de transição – crítica a Rostow ¹³ -, no qual o aumento da produtividade e assimilação de novas técnicas não se traduziram em homogeneização social. É uma das formas que historicamente assumiu a difusão do progresso técnico no mundo.	Considera-se as características específicas de cada região ou país dentro do processo de absorção de progresso técnico. O subdesenvolvimento, portanto, não é uma fase anterior ao desenvolvimento, mas um estadio específico, criado pela dependência nos seus múltiplos sentidos.
<i>Dependência</i>	Inserção subordinada de países periféricos no mercado mundial, induzida pela industrialização com base em capital e tecnologia externa.	As economias periféricas são estruturadas para atender às necessidades do centro. Como parte do processo, a industrialização nos países periféricos ocorre de forma subordinada, com capital e tecnologia estrangeira.

Fonte: Elaboração própria (2025)

2.1 A NATUREZA DAS RELAÇÕES “CENTRO” - “PERIFERIA”

Em primeiro lugar, está a visão global da estrutura da economia mundial a partir da dicotomia Centro-Periferia, que nos permitiu captar a especificidade do subdesenvolvimento e superar a doutrina rostowiana das etapas do crescimento, a qual ignorava as diferenças qualitativas entre estruturas desenvolvidas e estruturas subdesenvolvidas. (Furtado, 1998. p. 25).

De herança cepalina¹⁴, a concepção de Celso Furtado sobre a dinâmica centro-periferia parte da consolidação e da expansão do primeiro núcleo industrial, iniciada na segunda metade do século XVIII na Europa (Furtado, 2000). Caracterizado por possuir um nível técnico relativamente elevado para a época, o núcleo dinâmico se expandia por meio das relações comerciais e da propagação da tecnologia moderna em escala mundial. Entretanto, o ponto fundamental desse processo histórico era a coexistência de um centro, que comandava o

¹³ Rostow (1961, p. 15), defende que todas as economias passam indistintamente por etapas de desenvolvimento, no qual “é possível enquadrar todas as sociedades, em suas dimensões econômicas, dentro de uma das seguintes categorias: a sociedade tradicional, as precondições para o arranço, a marcha para a maturidade e a era do consumo em massa”.

¹⁴ A teoria do subdesenvolvimento de Furtado teve como ponto de partida a visão de Prebisch de observar o capitalismo como um processo de difusão (lento e irregular) do progresso técnico, que comporta uma ruptura estrutural, denominada por Prebisch de sistema Centro-Periferia (Furtado, 1992; 1998; 2000).

desenvolvimento tecnológico, e uma vasta e heterogênea periferia, que absorvia, como por enxerto, não só a tecnologia importada, mas também todo um estilo de vida forâneo (Furtado, 1983).

Sendo assim, é imperativa uma visão global da expansão do sistema capitalista, para elucidar as diferentes estruturas criadas a partir da revolução industrial. Essas estruturas, por sua vez, conformaram uma relação de autonomia e dependência, fenômeno recorrente no decorrer da história do capitalismo.

Furtado (2000, p. 76), defende que o sistema de divisão internacional do trabalho - “a especificação geográfica erigida em princípio básico ordenador das atividades econômicas” - é fruto da empreitada do núcleo industrial em seu empenho de ampliar e/ou criar diferentes circuitos comerciais. O esforço do núcleo se dava ampliando a sua zona de influência, na tentativa de superar os obstáculos físicos e econômicos que pressionavam a redução da eficácia do processo acumulativo.

O raio de ação do primeiro núcleo industrial se desdobrou em três direções distintas: *i) ampliação e aumento de complexidade do núcleo inicial*: que viria ser a expansão e penetração do modo de produção capitalista na própria Europa, transformando e desmantelando o sistema feudal de controle social, bem como a estrutura artesanal pré-capitalista existente. Essa direção é marcada pela progressiva absorção dos fatores de produção liberados pela nova dinâmica econômica, combinados com um nível mais alto de produtividade (Furtado, 2000; 2009).

Para além do continente europeu, a expansão se deu através da *ii) ocupação dos territórios de clima temperado, de baixa densidade demográfica*: consistindo num deslocamento massivo para regiões ainda desocupadas de características semelhantes às da própria Europa. Graças à evolução dos transportes marítimos, Austrália, Canadá e América do Norte, se tornaram prolongamentos da economia industrial europeia¹⁵. Segundo Furtado (2000, p.74), “tudo se passou como a base física sobre a qual se efetuava a expansão direta do centro tivesse sido consideravelmente ampliada”, inclusive, a base de recursos naturais; proporcionando altos níveis de produtividade e renda.

Central na discussão sobre subdesenvolvimento, a terceira via de expansão da economia industrial originou a *iii) ampliação dos circuitos comerciais conduzindo à formação de um sistema de divisão internacional do trabalho*: direcionada às regiões já ocupadas, e em alguns casos densamente povoadas, com sistemas econômicos pré-capitalistas seculares de diversos

¹⁵ Pois as populações que emigravam para os novos territórios levavam consigo as técnicas e os hábitos de consumo da Europa e, ao encontrarem condições mais favoráveis de estoque de recursos naturais, potencializavam a capacidade de produção com maiores níveis de produtividade e renda (Furtado, 2009, p. 160).

tipos. Esse terceiro eixo dividiu o interesse dos centros industriais na abertura de linhas comerciais e na busca de matérias-primas cuja demanda se intensificava. O impacto da expansão do núcleo indústria capitalista sobre as estruturas dependentes variou de região para região, sempre de acordo com as condições locais, não obstante, o resultado se mostrava invariavelmente o mesmo, a criação de estruturas híbridas ou heterogêneas. Uma parte inclinava-se a reproduzir a dinâmica capitalista, e a outra, a circunscrever-se dentro da estrutura arcaica preexistente (Furtado, 2000; 2009).

Isto posto, observou-se que a força expansiva do primeiro núcleo industrial gerou um efeito gravitacional em seu entorno dando início a um conjunto de processos que tenderam a unificar a civilização material em todo mundo. O espaço ao redor do núcleo industrial tendia a se *modificar por indução externa ou de forma reativa*, todavia, essas modificações tiveram longe de ser uniformes (Furtado, 2000).

No que tange à forma como se dava o sistema centro-periferia - autonomia e dependência - no período inicial de expansão do capitalismo no mundo, Furtado (2000), descreve que:

A iniciativa esteve com a economia que se industrializava e gerava o progresso técnico: a acumulação rápida que nela tinha lugar constituía o motor das transformações que se iam produzindo por toda parte. As regiões que, nesse quadro de transformações, tinham suas estruturas econômicas e sociais moldadas do exterior, mediante a especificação do sistema produtivo e a introdução de novos padrões de consumo, viriam a construir a periferia do sistema. (Furtado, 2000, p. 76).

Entende-se, portanto, que o estudo dos centros e das periferias se inicia com a propagação do progresso técnico na economia mundial¹⁶ e termina com a análise do comportamento das economias recebedoras dessas tecnologias, condicionando uma simbiose de poder e dependência. De maneira que, o sistema capitalista se estruturou historicamente - porém, em constante transformação - na razão dicotômica entre centro- periferia, dominação- dependência, desenvolvimento-subdesenvolvimento (Furtado, 2000).

No que se refere à dinâmica do processo industrial e ao direcionamento das economias periféricas cuja especialização produtiva esteve voltada à exportação de bens primários, o aumento da produtividade resultou, em grande medida, no reflexo da expansão da demanda mundial por matérias-primas. Nesses casos, a transformação das estruturas produtivas

¹⁶ O capitalismo pode ser visto, portanto, com um processo de difusão do progresso técnico, difusão irregular, comandada pelos interesses das economias que estão na vanguarda das novas técnicas (Furtado, 1992).

apresentou características particulares. Ao examinar a elevação da produtividade e do poder aquisitivo da população, verificou-se que tais mudanças alteraram o perfil da demanda global, especialmente no que diz respeito à diversificação, impulsionando um crescimento proporcionalmente maior na procura por produtos manufaturados. Para Furtado (1983, p. 173), “esse fenômeno tem sua explicação no fato de que a atividade manufatureira, em razão de sua versatilidade própria, está sempre em condições de introduzir novos produtos ou modificar a forma dos tradicionais”.

Assim, mesmo que a quantidade consumida de bens manufaturados se mantenha estável a partir de determinados níveis de renda, o mesmo não pode ser afirmado sobre sua qualidade. Ademais, tanto as atividades primárias quanto as terciárias, com o avanço técnico, tendem a absorver volumes crescentes de insumos industriais. Sob essa lógica, o aumento do poder de compra de uma população implica não apenas diversificação da procura, mas também um tipo de diversificação cuja intensidade supera a oferta proporcional de manufaturas. Entretanto, a especialização na exportação de produtos primários tende a concentrar recursos em poucos ramos produtivos (por vezes, apenas um ou dois). Disso decorre que a estrutura produtiva periférica evolui de forma inversa ao que se observa no perfil de sua demanda. Nesse sentido, Furtado (2007, p. 174) ressalta que, “observando o processo em seu conjunto, constata-se que a elevação de produtividade é acompanhada de uma simplificação na estrutura da oferta de origem interna e de diversificação na composição da demanda global”.

2.2 DESENVOLVIMENTO E SUBDESENVOLVIMENTO: OS DOIS LADOS DA MESMA MOEDA

A teoria desenvolvida por Furtado esquematiza a relação existente entre desenvolvimento e subdesenvolvimento, isto é, mostra a ligação existente entre os dois fenômenos, comparando as duas situações como os lados da mesma moeda, interpretando um como subproduto do outro. Como visto na seção anterior, a análise do subdesenvolvimento tem como ponto de partida a divisão do mundo em dois sistemas econômicos ligados pelo intercâmbio comercial, contudo distantes por diferenças estruturais profundas. O centro e a periferia compõem as estruturas desenvolvidas e subdesenvolvidas, respectivamente.

No sentido mais amplo, a ideia de desenvolvimento possui pelo menos três dimensões: a da *i) eficácia do sistema produtivo* diz respeito à evolução do sistema social de produção, na

qual a elevação da produtividade do conjunto da força de trabalho é impulsionada mediante a intensificação do processo acumulativo e o avanço do progresso técnico. A segunda dimensão está estritamente relacionada à *ii) satisfação das necessidades humanas*. Essa dimensão torna-se ambígua ao passo que os critérios objetivos se afastam das necessidades humanas elementares - tais como alimentação, vestuário, habitação etc.-, pois à medida que se afasta desse primeiro critério, mais complexa se torna a referência a um sistema de valores em constante mudança. Dessa forma, a evolução histórica do próprio capitalismo mostra, que quando não relacionada ao essencial, a ideia de necessidades humanas perde nitidez quando vista em determinado contexto histórico e cultural (Furtado, 2000).

A terceira dimensão, talvez a mais ambígua, trata da *iii) consecução de objetivos a que almejam os grupos sociais dominantes*, que competem na utilização dos recursos escassos. A ambiguidade surge a partir do momento em que as aspirações de um determinado grupo social possam parecer simples desperdício de recursos para outros. Sendo assim, a concepção de desenvolvimento não pode ser dissociada de sua estrutura social, tampouco a formulação e a execução de políticas de desenvolvimento podem estar desvinculadas do plano ideológico comum (Furtado, 2000).

Segundo Furtado, nos países centrais, o avanço tecnológico tornou-se focal para a manutenção e continuidade do processo de desenvolvimento. Impulsionada pelas formas mais eficientes de produção oriundas da Revolução Industrial, a técnica, elemento central do sistema produtivo, ofereceu sustentação à expansão e à perpetuação desse próprio sistema. O autor pontua a importância da tecnologia afirmando que,

Cabe, assim, à tecnologia desempenhar o papel de fator dinâmico central na economia industrial. E, como a tecnologia não é outra coisa senão a aplicação ao sistema produtivo do conhecimento científico do mundo físico, pode-se afirmar que a economia industrial só encontra limites de expansão na própria capacidade do homem para penetrar no conhecimento do mundo em que vive. (Furtado, 2009, p. 137).

Dessa forma, o avanço da tecnologia criou oportunidades ao capital – em permanente acumulação – de se incorporar ao processo produtivo, deixando-o cada vez mais eficiente. Diferente do que ocorria nas economias comerciais, a economia industrial não necessita de uma fronteira geográfica em expansão, “o seu desenvolvimento opera-se, basicamente, em profundidade, isto é, traduz a intensificação da capitalização no processo produtivo” (Furtado,

2009, p. 138). Dessa forma, o crescimento torna-se algo imanente à economia industrial e não contingente de fatores externos, como a economia de base comercial.

O enfoque analítico ou *stricto sensu* do processo de desenvolvimento compreende a ideia de crescimento, excedendo-a. Seria o processo de expansão do sistema produtivo que serve de esteio a uma dada sociedade (Furtado, 1964; 1983). De modo que se refere ao crescimento de um conjunto de estrutura complexa, porém a complexidade estrutural não é apenas uma questão de nível tecnológico apenas. Na verdade, ela traduz a diversidade das formas sociais e econômicas engendrada pela divisão social do trabalho. Consequentemente, é na satisfação das múltiplas necessidades de uma coletividade que se mostra a complexidade da estrutura, no que tange o conjunto econômico nacional. Essa complexidade estrutural sofre ação permanente de uma multiplicidade de fatores sociais e institucionais que escapam a análise e o entendimento da ideia crescimento (Furtado, 1983). Furtado sintetiza o conceito de desenvolvimento explicando que,

[...] o desenvolvimento tem lugar mediante aumento de produtividade ao nível do conjunto econômico complexo. Esse aumento de produtividade (e da renda *per capita*) é determinado por fenômenos de crescimento que têm lugar em subconjuntos, ou setores, particulares. As modificações de estrutura são transformações nas relações e proporções internas do sistema econômico, as quais têm como causa básica modificações nas formas de produção, mas que não se poderiam concretizar sem modificações na forma de distribuição e utilização da renda. (Furtado, 1983, p. 79).

O aumento da produtividade física relacionada ao conjunto da força de trabalho de um sistema econômico é possível a partir da introdução de formas mais eficazes de utilização dos recursos disponíveis, que implicam, invariavelmente, em inovações tecnológicas e acumulação de capital, ou a forma mais comum, que é a conjugação dos dois fatores. Por outro lado, a realocação de recursos que acompanha o aumento do fluxo de renda é condicionada pela composição da procura, ou seja, a expressão de valores de dada sociedade. Desse modo, o desenvolvimento se traduz simultaneamente como um problema de acumulação e progresso técnico, estreitamente relacionados ao problema de expressão dos valores de uma determinada coletividade.

Já a teoria do subdesenvolvimento - o outro lado da moeda -, observa o caso específico em que os aumentos de produtividade e assimilação de novas técnicas e tecnologias não condicionaram a elevação do nível médio de determinada população. Mostrando que a industrialização nas condições de subdesenvolvimento, mesmo onde houve um prolongado

crescimento da produtividade, nada ou quase nada interferiu no problema da heterogeneidade social (Furtado, 1992).

Observa-se que o subdesenvolvimento é uma variante do desenvolvimento, diretamente ligado à forma de como ocorreu o aprofundamento e a difusão do capitalismo industrial no mundo. Destaca-se, então, que o subdesenvolvimento não corresponde a uma etapa necessária do processo de formação das economias capitalistas, mas se caracteriza como um caso *sui generis*, apresentando-se nas diferentes regiões sob diferentes formas e em diferentes estágios de diversificação produtiva (Furtado, 1983).

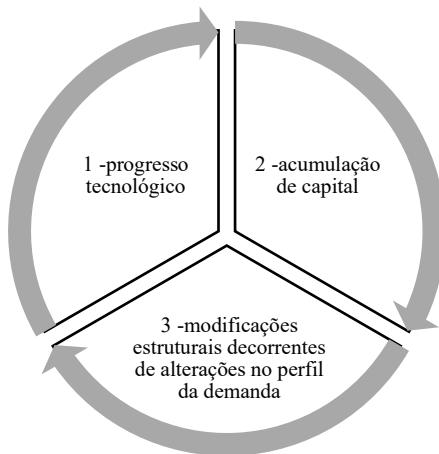
De forma estrita, a condição de subdesenvolvimento, considerando uma economia de forma isolada, há em termos econômicos, um desequilíbrio ao nível dos fatores de produção: capital e mão de obra. Esse desequilíbrio se fundamenta, na maioria dos casos, na escassez do fator capital e no excesso do fator trabalho. Devido à limitação da técnica disponível, as regiões subdesenvolvidas apresentam deficiências na utilização dos fatores de produção. Tal deficiência decorre menos de uma má combinação entre os fatores e mais de sua escassez estrutural. Por um lado, observa-se o subaproveitamento do fator trabalho; por outro, a carência de capital – resultado da dependência tecnológica dos países centrais – condicionando as restrições ao aumento da produtividade ou maximização do lucro¹⁷. Essa limitação se expressa na rigidez relativa dos coeficientes técnicos, uma vez que os fatores de produção só podem ser combinados dentro de determinadas proporções, incompatíveis com a estrutura dual periférica (Furtado, 2009).

A coexistência de estruturas produtivas modernas e arcaicas - característica fundamental das economias subdesenvolvidas - manifesta-se por meio da chamada dualidade estrutural, a qual explica também os desequilíbrios persistentes dos fatores. Em geral, a introdução do capitalismo industrial moderno na periferia não provoca transformações significativas na estrutura tradicional preexistente. Além de não absorver plenamente o excedente de força de trabalho, os salários domésticos permanecem condicionados pelas condições de vida locais. Nessas circunstâncias, quando se oferece uma remuneração ligeiramente superior à média regional, a oferta de mão de obra revela-se altamente elástica; entretanto, apenas uma fração reduzida é efetivamente incorporada às atividades desenvolvidas pelo núcleo capitalista (Furtado, 1983; 2009).

¹⁷ Furtado (1983, p. 150), mostra que o desequilíbrio ao nível dos fatores pode ser interpretado como decorrência da impossibilidade de generalização, ao conjunto da constelação de fatores, da forma capitalista da organização da produção, isto é, do critério de maximização do lucro.

Num esforço de simplificação, pode-se diferenciar o desenvolvimento do subdesenvolvimento a partir da ordenação dos fatores primários de impulsão (Furtado, 2003). No processo de desenvolvimento autônomo os fatores de impulsão são ordenados da seguinte forma:

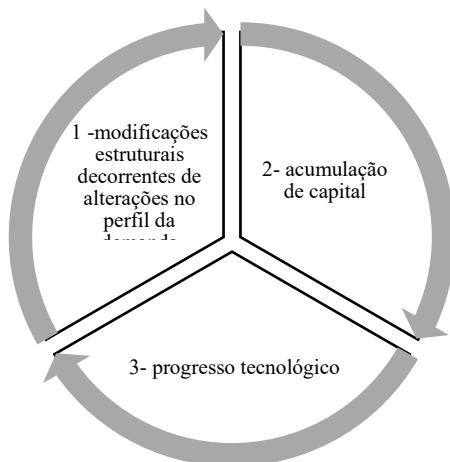
Figura 1: Processo de desenvolvimento autônomo



Fonte: Elaborado pelo autor (2025) com base em Furtado (2003)

No lado oposto, tem-se o processo de desenvolvimento dependente, no qual a sequência é inversa:

Figura 2: Processo de desenvolvimento dependente



Fonte: Elaborado pelo autor (2025) com base em Furtado (2003)

Dessa forma, Furtado (2003) completa que a complexidade da polaridade centro-periferia, desenvolvimento-subdesenvolvimento, pode ser compreendida através da ordem dos

fatores de impulsão, porém a realidade concreta se mostra bem menos caricata e delimitada, com a existência de vários casos intermediários cromáticos entre os polos diametralmente opostos. Nesse sentido, Furtado explica

Entre essas duas situações se ordenam as distintas situações concretas com que nos defrontamos no mundo contemporâneo: de um lado, os polos dominantes da economia mundial, do outro, as economias especializadas na exportação de uns poucos produtos primários. Entre os dois extremos, cabe evidentemente toda uma escala de situações intermediárias, que incluem desde um país altamente industrializado, mas que até recentemente dependia de tecnologia importada, como o Japão, até um país relativamente industrializado, mas dependente da exportação de produtos primários, como o Brasil. (Furtado, 2003, p. 106-107, grifo nosso).

Todavia, cabe reconhecer que o desenvolvimento de uma economia dependente tem o dinamismo – a princípio – originado nas modificações do perfil da demanda, cabendo à assimilação de novas técnicas produtivas um papel, inicialmente, ancilar ou secundário. Furtado descreve que,

O subdesenvolvimento é um desequilíbrio na assimilação dos avanços tecnológicos produzidos pelo capitalismo industrial a favor das inovações que incidem diretamente sobre o estilo de vida. Essa proclividade à absorção de inovações nos padrões nos padrões de consumo tem como contrapartida atraso na adoção de métodos produtivos mais eficazes [...] nas economias desenvolvidas existe um paralelismo entre a acumulação nas forças produtivas e diretamente nos objetos de consumo. O crescimento de uma requer o avanço da outra. (Furtado, 1992, p. 8).

Diante disso, o processo de difusão de novas técnicas nas economias subdesenvolvidas ocorreu, na maioria dos casos, de forma quase exclusivamente associada à introdução de novos produtos. Como consequência, observou-se o processo de adoção de padrões de consumo sofisticados, sem ter, em contrapartida uma acumulação de capital e métodos produtivos avançados que atendam a demanda existente de bens finais. Esse fenômeno característico das economias subdesenvolvidas desnuda uma das faces da dependência estrutural, denominado por Furtado de modernização dos padrões de consumo.

Compreende-se, portanto, que a distinção entre uma economia desenvolvida e uma subdesenvolvida reside no mecanismo que impulsiona a reprodução do sistema produtivo e na forma como essas economias se inserem no sistema econômico internacional. Nas economias

desenvolvidas, o processo de acumulação e transformação das estruturas produtivas é *endógeno*, isto é, sustentado por *estímulos internos*. Já nas economias subdesenvolvidas, a acumulação depende de *impulsos externos*, geralmente associados às importações - especialmente de bens tecnológicos -, os quais influenciam e condicionam diretamente a demanda interna e o aparelho produtivo. Conformando, por sua vez, um quadro de natureza assimétrica de dependência externa.

2.3 DEPENDÊNCIA (TECNOLÓGICA) NO CAPITALISMO GLOBALIZADO

O conjunto de regras, aceitas de bom ou mau grado, que chamamos de Ordem Econômica Internacional (OEI), reflete a estrutura de poder que define e impõe a divisão internacional do trabalho. Essas regras traduzem relações simétricas de interdependências e, também, relações dessimétricas de interdependência. Sua existência e aceitação explicam a operacionalidade de um sistema econômico global, no qual se integram em graus e formas diversas todas as economias nacionais. (Furtado, 1987, p. 121).

2.3.1 A nova economia internacional e a condição de dependência estrutural

Para Furtado (1992), o fenômeno da dependência existe tanto no aspecto tecnológico como no cultural. Esse fenômeno parte da uniformização das necessidades humanas impulsionada pela expansão do capitalismo. Os países onde ocorrem as inovações tecnológicas difundem valores junto com suas tecnologias e produtos, propagando não só o acesso às mercadorias, mas todo um estilo de vida criado e estabelecido nas economias desenvolvidas ou centrais.

Dadas as características da estrutura do sistema global¹⁸, Furtado (1983, p. 185), amplia a concepção inicial de modernização na periferia ao vinculá-la à necessidade de acesso à tecnologia como condição indispensável para o desenvolvimento das economias dependentes. O autor observa que, “como esse desenvolvimento envolve a adoção de novos padrões de consumo ou sua difusão, e como esses novos padrões trazem consigo um vínculo de tipo internacional (importação de *inputs*, pagamento de *royalties*, patentes, dividendos etc.)”, verifica-se um processo de crescente complexificação da estrutura do sistema global, que aprofunda os vínculos entre centro e periferia no sentido de estreitar as relações de dependência.

¹⁸ No que tange à concepção da ideia de desenvolvimento e aos limites culturais moldados pela técnica disponível.

Como indícios de um novo sistema econômico internacional, o fim da segunda guerra mundial trazia uma fisionomia diferente para a estrutura de poder global. Já nos fins dos anos 50, admitia-se a prevalência de um sistema de poder organizado sob a hegemonia dos Estados Unidos. Três fatores conformavam a estrutura básica da nova formatação da economia mundial, proporcionando-lhe coerência e estabilidade: i) em primeiro lugar estavam os fatores de ordem política, ancorados na tutela da superestrutura militar norte-americana estabelecida a partir do final da última guerra; ii) em segundo lugar, estavam os fatores decorrentes da posição da economia americana no mundo – o potencial de recursos naturais, o controle exercido pelas empresas norte americanas sobre as fontes de matérias-primas fora dos EUA, a enorme acumulação de capital já alcançada, a vantagem relativa adicional obtida durante a guerra e o crescente aumento de investimentos no avanço em tecnologias militares com benefícios indiretos de várias ordens para a economia (Furtado, 1987).

Esses dois fatores indicavam que a economia norte-americana ocupa uma posição *sui generis* no quadro da economia global. Somados aos dois fatores, tinha-se um último ponto que se tornou decisivo para consolidação da hegemonia americana. Sobre a conformação do novo sistema monetário internacional, Furtado (1987, p. 13), explica que,

Por último, estavam os fatores decorrentes da existência do sistema monetário internacional que se apoiava nas instituições de Bretton Woods. As circunstâncias particulares do pós-guerra, que fizeram dos Estados Unidos, durante cerca de um decênio, único país com uma oferta elástica no plano internacional, única fonte de bens de capital e único centro capaz de conceder financiamentos de médio e longo prazos, permitiram que as instituições de Bretton Woods se consolidassem e transformassem o dólar no instrumento de acumulação de uma liquidez internacional que tendia a crescer com o volume das transações internacionais.

Furtado (1987), analisa dois aspectos fundamentais da evolução recente da natureza das estruturas capitalistas que formam a economia internacional. O primeiro diz respeito ao avanço das técnicas de manipulação de dados e informações, revolucionando os métodos de planejamento e controle. Os computadores e a eletrônica possibilitam a manipulação de massas cada vez maiores de informações por unidade de tempo, pois “a teoria da informação e os recursos da cibernetica, apoiados no avanço da eletrônica, tornaram possível a operação de centros de decisão, cuja eficácia tende a ampliar enormemente as possibilidades de concentração do poder econômico” (Furtado, 1987, p. 17). O segundo fator refere-se à expansão multinacional das grandes corporações norte-americanas, que passaram a projetar-se em escala

global por meio de um sistema articulado de decisões. Essas decisões eram, em grande medida, centralizadas em oligopólios sediados nos Estados Unidos. Frequentemente, essa expansão esteve associada à diversificação das atividades empresariais, o que deu origem à formação dos chamados conglomerados.

Logo, a evolução histórica do processo de dependência passou por transformações, adaptando-se às mudanças estruturais do sistema econômico mundial. Nesse contexto, a expansão do centro industrial originário, antes associada à especialização geográfica e às vantagens comparativas, foi gradualmente substituída por uma lógica centrada no mercado dominado por grandes corporações transnacionais (Furtado, 1983). Essa nova configuração consolidou os países centrais como polos de controle dos fluxos financeiros globais, responsáveis por orientar a transferência de capitais, financiar estoques de bens estratégicos e intervir diretamente na formação dos preços internacionais (Furtado, 2007). Analisando o problema por outro ângulo, Furtado (1983, p. 185, grifo do autor), explica que,

[...] o desenvolvimento dos subsistemas dependentes assume em geral a forma de aumento da participação na economia internacional das atividades das grandes empresas que controlam a difusão das novas técnicas. Podendo manipular o fluxo de novas técnicas (em particular novos produtos), essas empresas estão em condições de poder participar, de forma crescente, das atividades econômicas dos subsistemas “periféricos”.

Assim, nas economias subdesenvolvidas em fase avançada de industrialização, as grandes empresas internacionais passaram a desempenhar o papel de elemento dinamizador, tornando possível o fluxo constante de novos produtos sem os quais - devido às limitações técnicas e tecnológicas - não se diversificaria o consumo de parte da população dominante. Ao passo em que tem acesso a uma constelação de produtos e processos concebidos no exterior, o desenvolvimento dependente condiciona o vínculo com as grandes empresas que engendram a necessidade desses produtos e dominam as técnicas necessárias para produzi-los.

Por outro lado, as empresas transnacionais atuam de forma incisiva no contexto das novas configurações de mercado, que combinam características da “concorrência monopolística” com estratégias típicas dos oligopólios. Essa atuação favorece a disseminação das formas mais sofisticadas de consumo próprias da civilização industrial, constituindo uma das causas centrais da crescente heterogeneidade social nos países dependentes. O rápido avanço das forças produtivas, ainda restrito a determinados setores ou regiões, aliado aos baixos

salários, viabilizados pela oferta inelástica de mão de obra não especializada, gera um excedente considerável. Nesse contexto, Furtado (2008, p. 97) argumenta que:

Realimenta-se, assim, a acumulação, em benefício de uma classe média cujos padrões de consumo se distanciam consideravelmente dos da massa da população. Constituída de profissionais, quadros superiores civis e militares e trabalhadores especializados, esses grupos emergentes ampliam o sistema de dominação social e modernizam as estruturas de poder.

Conforme discutido ao longo desta seção e defendido por Furtado (2008) no livro *Criatividade e Dependência na Civilização Industrial*, a dependência pode ser conceituada, em termos estruturais, como um conjunto de três traços fundamentais que emergem da história. Em primeiro lugar, destaca-se *i) a forma de inserção dos países periféricos na divisão internacional do trabalho, a qual resulta em um atraso relativo no desenvolvimento das forças produtivas*. Em segundo lugar, observa-se *ii) uma industrialização condicionada pela modernização exógena, que tende a acentuar a concentração de renda*. Por fim, evidencia-se *iii) a necessidade de importação de técnicas e tecnologias, o que facilita o controle das atividades econômicas por parte de empresas transnacionais* (Furtado, 2008).

Furtado (2008), argumenta que a acumulação de capital, embora seja geralmente uma condição necessária para a elevação do nível técnico e, consequentemente, para a mitigação da dependência, está longe de representar uma condição suficiente. Quando tal acumulação ocorre no âmbito de empresas integradas a grupos transnacionais, ela tende a introduzir novos elementos de rigidez, característicos da própria lógica da dependência. Da mesma forma, o controle nacional sobre a direção de tais empresas tampouco se revela suficiente para superar essa condição, uma vez que esse controle pode restringir-se exclusivamente às atividades internas da firma. Controlar uma empresa produtora de qualquer manufatura, por exemplo, não equivale a exercer influência sobre a formação do preço desse bem no mercado internacional. O autor complementa pontuando que,

O controle de empresas que dependem para sobreviver de redes comerciais e de tecnologia de outras, sobre as quais nenhuma ou quase nenhuma pressão ela pode exercer não modifica por si mesmo o quadro da dependência. (Furtado, 2008, p. 147).

Mesmo no caso de empresas voltadas exclusivamente ao mercado interno, sua autonomia pode ser severamente limitada se a tecnologia utilizada for adquirida externamente. Obter acesso a determinada tecnologia por meio de licença é fundamentalmente distinto de depender dessa licença para sobreviver, sobretudo quando não há meios de pressão ou alternativas frente ao licenciador. A assimetria é ainda mais acentuada quando o licenciador, além de deter a tecnologia, também é usuário de outras tecnologias que licencia, consolidando sua posição estratégica (Furtado, 2008).

Portanto, o mero controle de empresas que operam sob dependência tecnológica e comercial de redes externas - sobre as quais pouco ou nenhum poder de influência se exerce - não altera, por si só, a estrutura de dependência. Ao contrário, pode até reforçá-la sob novas formas.

Furtado (2008) categoriza a complexa estrutura de poder que sustenta a nova ordem econômica internacional ao identificar os principais recursos sobre os quais ela se assenta. Destacam-se, entre eles:

Figura 3: Estrutura de poder da nova Ordem Econômica Internacional (OEI)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025) a partir de Furtado (2008)

Esses elementos, quando reunidos em proporções significativas e/ou articulados de forma estratégica, constituem posições de força ocupadas por Estados e grandes conglomerados econômicos na disputa pela apropriação do excedente gerado pela economia internacional.

Tais posições de força não possuem o mesmo peso relativo, mas tendem a se articular hierarquicamente, conformando uma estrutura global de poder. A luta contra a dependência, nesse contexto, nada mais é do que o esforço dos países periféricos/subdesenvolvidos para alterar essa estrutura profundamente desigual.

2.3.2 Manutenção da hegemonia tecnológica x busca por autonomia

Os recursos de poder categorizados por Furtado não devem ser considerados em um mesmo plano de análise, uma vez que apresentam naturezas e impactos distintos. Em graus variados, muitos desses recursos já vêm sendo utilizados, há bastante tempo, por diversos países periféricos. No entanto, é apenas mais recentemente que têm sido empregados de forma articulada, com o objetivo explícito de reordenar as relações internacionais em favor das economias dependentes, buscando romper, ao menos parcialmente, com a estrutura assimétrica que caracteriza a ordem econômica global.

Todavia, há uma centralidade estratégica no controle da tecnologia, na medida em que a civilização industrial é, em grande parte, resultado da orientação da criatividade humana canalizada para a lógica da acumulação. Essa orientação favorece a reprodução de estruturas sociais dominantes, perpetuando assimetrias de poder no sistema global. Desse modo, a técnica moderna, enquanto produto da criatividade humana, constitui-se como um elemento-chave do processo de acumulação capitalista, sendo considerada um dos insumos mais nobres e disputados na consolidação da hegemonia econômica.

Sobre a conformação da estrutura de poder global e a relação desta com a nova ordem econômica internacional, Furtado argumenta que,

Dos recursos de poder referidos, o primeiro – o controle da tecnologia – constitui atualmente a trava mestra da estrutura de poder internacional. Reduzida a suas últimas consequências, a luta contra a dependência vem de um esforço os efeitos do monopólio desse recurso detido pelos países centrais. É que a tecnologia possui a virtualidade de, por uma ou outra forma, substituir-se a todos os demais recursos de poder. Não é demais lembrar que a tecnologia constitui na civilização industrial a expressão final da criatividade humana. Conforme assinalamos anteriormente, todas as demais formas de criatividade foram progressivamente postas a seu serviço. (Furtado, 2008, p. 151, grifo do autor).

Sendo assim, poucas dúvidas podem existir de que a dominação tecnológica tende a se aprofundar à medida que se adensa a rede de interesses das empresas transnacionais. Estas corporações representam, em última instância, o esforço sistemático de manter o controle da tecnologia no contexto da difusão global das atividades industriais. A cessão de tecnologia por meio de contratos de licenciamento apresenta pouco ou nenhum atrativo para empresas que

detêm a possibilidade de explorar diretamente essa tecnologia - seja por meio da constituição de filiais subsidiárias, da mobilização de recursos financeiros locais ou da ampliação de sua presença geoeconômica. Por essa razão, longe de configurar um “mercado internacional de tecnologia” dinâmico e crescente, o processo de industrialização nos países periféricos resultou em uma área bastante restrita de transferência efetiva de técnicas de ponta, limitada a transações entre grupos capazes de garantir compensações recíprocas em termos tecnológicos (Furtado, 2008).

Para Furtado (2008), então, a luta contra a dependência deve ser estratégica e progressiva, iniciando-se com a reivindicação do controle sobre os próprios recursos naturais não renováveis. Em um segundo momento, assume a forma de ocupação de posições estratégicas que possibilitem, ainda que parcialmente, o controle sobre o acesso ao mercado interno. Dessas vitórias iniciais emerge uma massa crítica de recursos financeiros, indispensável à consolidação das posições conquistadas e à expansão da capacidade de ação. A disputa no campo tecnológico apenas se torna viável quando já se alcançou o controle de segmentos importantes do mercado interno e foram acumulados os recursos necessários para sustentar investimentos em inovação e autonomia tecnológica.

Furtado defendia que a superação do atraso no processo de acumulação passava pela inserção nas relações internacionais, ou seja, pela integração e não pelo isolamento.

[...] um país periférico que reúne as condições para anular o atraso na acumulação e instalar, sob o controle interno, um parque industrial internacionalmente competitivo – nos ajuda a compreender que a luta contra a dependência está em avançar pela via das relações internacionais (e conseguir alterá-las qualitativamente) e não em recuar e isolar-se. (Furtado, 2008, p. 149).

Outro ponto de destaque na obra de Furtado refere-se à conotação ideológica do desenvolvimento como um processo essencialmente nacional, no sentido de que demanda a compreensão das especificidades históricas, institucionais e estruturais de cada país em relação ao sistema econômico mundial. Nesse contexto, o Estado ocupa o papel central como instância decisória fundamental, responsável pelo planejamento e condução do desenvolvimento nacional (Furtado, 2009).

Para que haja desenvolvimento, torna-se necessário um processo simultâneo de individualização econômica, o que implica conferir elevada importância à autonomia decisória e à formulação de uma autêntica política de desenvolvimento. Como enfatiza Furtado (2009, p.

216), “a sincronia entre os verdadeiros interesses do desenvolvimento e as decisões têm como pré-requisito a superação da economia reflexa, isto é, exige a individualização do sistema econômico”.

Consolida-se, assim, uma máxima da ideologia do desenvolvimento nacional: reduzir ao máximo as possibilidades de entorpecimento das decisões internas por influências externas, cujos interesses frequentemente se contrapõem às prioridades da economia nacional (Furtado, 2009).

Dessa forma, a discussão desenvolvida neste capítulo ofereceu os fundamentos teóricos necessários para compreender as condições estruturais do desenvolvimento e do subdesenvolvimento, ressaltando os limites impostos pela dependência tecnológica e pelos constrangimentos sistêmicos que, em linhas gerais, moldam a inserção de países periféricos ou dependentes no sistema produtivo mundial. Esse referencial constitui a base analítica para os capítulos seguintes. Isto posto, o próximo capítulo dedica-se a examinar a dinâmica específica da indústria de semicondutores, um setor intensivo em conhecimento e capital que ocupa posição central no avanço tecnológico contemporâneo. Serão abordados, em primeiro lugar, o conceito de semicondutores e as duas revoluções tecnológicas que transformaram o setor, para, em seguida, analisar o funcionamento do mercado mundial e os modelos de negócios que organizam sua estrutura produtiva e competitiva, situando a posição da China nesse cenário global.

3 A DINÂMICA DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES E A POSIÇÃO DA CHINA NO MERCADO GLOBAL

3.1 O CONCEITO DE SEMICONDUTORES E AS DUAS REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS

Mowery e Rosenberg (2005), ressaltam que os avanços na tecnologia eletrônica no pós-guerra foram revolucionárias e criaram três novas importantes indústrias na economia dos Estados Unidos: *i) computadores eletrônicos (hardware), ii) programas de computadores (software) e iii) semicondutores.*

Segundos os autores,

As inovações baseadas em eletrônicos sustentaram o crescimento de novas empresas nessas indústrias e revolucionaram as operações e tecnologias de ramos de atividades mais maduros, como as telecomunicações, os bancos e os transportes aéreo e ferroviário. A revolução eletrônica pode ser atribuída a duas inovações cruciais: o transistor e o computador. (Mowery; Rosenberg, 2005, p. 142).

Os Estados Unidos foram os pioneiros na indústria de semicondutores, cuja origem remonta a 1947, quando John Bardeen, Walter Brattain e William Shockley, da *Bell Labs*, inventaram o transistor, dispositivo semicondutor capaz de amplificar ou alternar sinais eletrônicos e energia elétrica. Os transistores surgiram como solução para as crescentes demandas dos serviços de telefonia de longa distância. Buscava-se, à época, um substituto para os repetidores e relês, cuja utilização em grande número aumentava significativamente a complexidade da manutenção da rede e, consequentemente, comprometia sua confiabilidade. O primeiro transistor de sucesso comercial foi desenvolvido em 1954 pela *Texas Instruments*. As melhorias incrementais nos processos de fabricação e purificação do silício possibilitaram o surgimento do transistor de junção, que foi rapidamente adotado pelos militares norte-americanos em sistemas de radares e aplicações em mísseis (Mowery; Rosenberg, 2005).

Em 1958, Jack Kilby, da *Texas Instruments*, e Robert Noyce, juntamente com uma equipe de pesquisadores da *Fairchild Semiconductor*, revolucionaram o setor ao desenvolverem o circuito integrado (CI), que permitiu a incorporação de múltiplos transistores em uma única peça de material semicondutor, estabelecendo a base para o design moderno dos chips semicondutores (Dosi, 2006; Mowery; Rosenberg, 2005; Ezell, 2024).

É importante salientar, que o desenvolvimento das tecnologias associadas aos semicondutores foi, em grande medida, impulsionado pelas demandas militares e pelo apoio sistemático do governo dos Estados Unidos. Inicialmente orientada por aplicações estratégicas de defesa¹⁹, a indústria dos circuitos integrados (CIs) refletia uma natureza eminentemente dual (com usos tanto militares quanto civis). Embora o mercado militar tenha sido rapidamente superado, em termos de volume, pela demanda comercial, foi justamente a demanda e os investimentos do setor militar que catalisaram o crescimento inicial da indústria. Esse impulso inicial possibilitou a redução de custos e viabilizou, posteriormente, a ampliação do uso dos CIs em larga escala no mercado civil (Mowery; Rosenberg, 2005; Majerowicz, 2019).

Tabela 1: Produção e preços de circuitos integrados nos EUA e a importância do mercado de defesa - 1962/1968

Anos	Produção total (milhões de dólares)	Preço médio por circuito integrado (dólares)	Parcela da produção para a defesa da produção total
1962	4	\$ 50,00	100%
1963	16	\$ 31,60	94%
1964	41	\$ 18,50	85%
1965	79	\$ 8,33	72%
1966	148	\$ 5,05	53%
1967	228	\$ 3,32	43%
1968	312	\$ 2,33	37%

Fonte: Mowery, Rosenberg (2005)

Os microprocessadores (*microprocessing units* - MPUs), que surgiram em 1971, representaram um avanço significativo na miniaturização dos circuitos integrados. Em termos gerais, tratam-se de circuitos integrados de grande complexidade, que concentram em um único chip todas as funções lógicas essenciais de um computador completo. O principal motor dessa evolução tecnológica reside na capacidade de integrar circuitos inteiros em um único componente. Trata-se da construção de um pequeno fragmento de material semicondutor (geralmente silício) capaz de reproduzir de forma completa o funcionamento de um circuito complexo, composto por centenas de componentes distintos (Dosi, 2006; Moreira, 2022).

Em termos de propriedade, os semicondutores possuem uma capacidade condutiva intermediária entre condutores e isolantes. De forma mais específica, apresentam a propriedade

¹⁹ O desenvolvimento das TICs possibilitou novos armamentos e a reestruturação organizacional, tática e estratégica, provocando uma Revolução dos Assuntos Militares, enquanto as indústrias e os produtos associados a essas tecnologias tornaram-se os setores mais dinâmicos da economia mundial nas últimas décadas, com acelerado crescimento e difusão da demanda por seus produtos (Majerowicz, 2019).

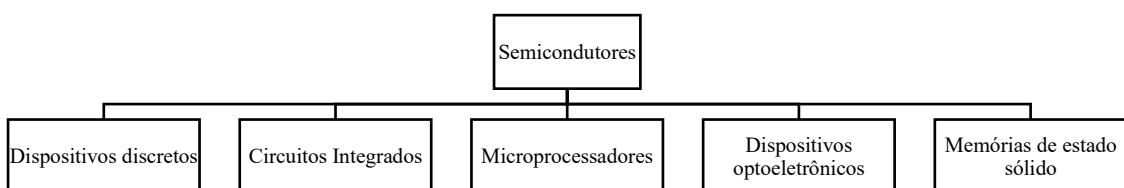
de atuar ora como condutores, ora como isolantes, dependendo das condições externas²⁰. Essa característica única permite que desempenhem diversas funções em circuitos elétricos, como modulação, retificação e amplificação de sinais elétricos, fundamentais para a lógica binária – “zero ou um” (Dosi, 2006; Mowery; Rosenberg, 2005).

De forma conceitual e usual, o setor de semicondutores é definido como o ramo da indústria eletrônica responsável pela fabricação de circuitos integrados (CI), utilizando as propriedades dos materiais semicondutores, como silício, germânio e selênio. Também é frequentemente referido como a indústria de microchips ou chips, visto que se dedica à produção de circuitos eletrônicos em uma peça plana de silício. A produção desses componentes é realizada a partir de processos físico-químicos com litografia, deposição de materiais, corrosão e outros (Dosi, 2006; Silva, 2022; Asml, 2025).

Todavia, é importante destacar que o setor industrial de semicondutores não se limita à produção de circuitos integrados (CIs). De acordo com Dosi (2006), a depender do nível de integração e da aplicação tecnológica, a indústria pode ser segmentada em cinco grandes áreas: *dispositivos discretos, circuitos integrados, microprocessadores, dispositivos optoeletrônicos e memórias de estado sólido*.

Descritos da seguinte forma:

Figura 4: Segmentação de produtos semicondutores



Fonte: Elaboração própria (2025) a partir de Dosi (2006)

²⁰ Dosi (2006), explica que a propriedade dos semicondutores de atuarem como condutores ou isolantes decorre de sua estrutura atômica peculiar. Nos semicondutores do tipo-p, há a presença de “buracos” (lacunas de elétrons) na camada de valência, enquanto nos do tipo-n, existe um excesso de elétrons livres. Para intensificar a condutividade desses materiais, introduzem-se impurezas específicas em um processo conhecido como “dopagem”, que aumenta a disponibilidade de portadores de carga (elétrons no tipo-n e lacunas no tipo-p). Dessa forma, as propriedades condutivas ou isolantes dos semicondutores podem ser moduladas por fatores externos, como a aplicação de corrente elétrica, a incidência de campos eletromagnéticos, variações de temperatura, exposição à luz ou a outras formas de radiação eletromagnética.

- a) *Dispositivos discretos*, englobam componentes como diodos, retificadores e transistores, bem como dispositivos discretos especiais, como tiristores, diodos Zener e Triacs – são fundamentais para aplicação de potência e controle simples.
- b) *Circuitos integrados*, que podem ser classificados, conforme as funções desempenhadas, em *CIs analógicos*, *CIs digitais e memórias*; ou, em termos de características tecnológicas, em bipolares e *Metal–óxido–semitrizador (MOS)*. Os CIs digitais podem ser *Read-Only Memory (ROM)*), apenas para leitura ou *Random-access Memory (RAM)*, que são memórias de armazenamento temporário (ou não) e acesso aleatório.
- c) *Microprocessadores* são considerados circuitos integrados mais complexos, capazes de empreender o processamento completo da informação, de acordo com o programa escolhido (*software*), ordenado no dispositivo.
- d) *Dispositivos optoeletrônicos* são os (*Light Emitting Diodes (LEDs) – diodos emissores de luz*) e os *Liquid Crystal Displays (LCDs) – tela de cristal líquido*). São dispositivos semicondutores que emitem luz quando uma corrente elétrica passa por eles, amplamente utilizados em iluminação e displays.
- e) *As memórias de estado sólido* correspondem a tecnologias de armazenamento de dados baseadas em semicondutores, amplamente utilizadas em computadores, smartphones e diversos dispositivos eletrônicos. Elas substituem os sistemas de armazenamento mecânico, como discos rígidos, por unidades mais rápidas, silenciosas e resistentes, utilizando chips de memória não volátil, como as memórias flash.

Na obra *Revoluçãoes Tecnológicas e Capital Financeiro*, Pérez (2004) analisa a sucessão de revoluções tecnológicas iniciadas no século XVIII com a Primeira Revolução Industrial. Segundo a autora, a cada meio século ocorre um novo ciclo composto por quatro fases principais: *bolha financeira, colapso, época de bonança e agitação política*. Esse padrão recorrente emerge de três mecanismos endógenos ao próprio capitalismo, que, ao impulsionar inovações, também cria desequilíbrios estruturais e oportunidades de reorganização produtiva. São eles:

- i) O fato das mudanças tecnológicas se agruparem em constelações de inovações radicais, formando revoluções sucessivas e distintas, que modernizam toda a estrutura produtiva.
- ii) A separação funcional entre capitalismo financeiro e capital produtivo, com cada um seguindo a acumulação por vias distintas.

iii) A enorme inércia e resistência a mudança do quadro socioinstitucional, face à esfera tecno-económica, impulsionada por pressões competitivas.

Como mostra o Quadro abaixo, o marco inicial da quinta onda das revoluções tecnológicas foi o lançamento do microprocessador pela Intel, em 1971, evento considerado o big-bang dessa nova era. A “Era da informática e das telecomunicações”, representou um salto decisivo no progresso tecnológico, caracterizado pela consolidação da computação ubíqua e pela expansão das redes digitais de telecomunicação, abrindo caminho para um novo conjunto de possibilidades econômicas e sociais. Logo, “*los chips eran poderosos, baratos y abrían innumerables posibilidades a la tecnología y a los negocios*” (Pérez, 2004, p. 25).

Quadro 3: Cinco Revoluções Tecnológicas Sucessivas (1770/2000)

Revolução tecnológica	Nome popular da época	País ou países-núcleo	Big-bang iniciador da revolução	Ano
Primeira	Revolução industrial	Inglaterra	Abertura da fiação de algodão de Arkwright em Cromford	1771
Segunda	Era do vapor e das ferrovias	Inglaterra (difundindo-se para Europa e EUA)	Teste do motor a vapor <i>Rocket</i> para a ferrovia Liverpool-Manchester	1829
Terceira	Era do aço, da eletricidade e da engenharia pesada	EUA e Alemanha superando a Inglaterra	Inauguração da aciaria Bessemer de Carnegie em Pittsburgh, Pennsylvania	1875
Quarta	Era do petróleo, do automóvel e da produção em massa	EUA e Alemanha (rivalizando no início pela liderança mundial). Difusão para Europa	Lançamento do primeiro modelo-T da fábrica da Ford em Detroit, Michigan	1908
Quinta	Era da informática e das telecomunicações	EUA (difundindo-se para Europa e Ásia)	Anúncio do microprocessador Intel em Santa Clara, Califórnia	1971

Fonte: Pérez (2004)

Os paradigmas tecnoeconômicos da era da informática e das telecomunicações representaram mudanças estruturais importantes nos modos de produzir, consumir e organizar a economia. Essa nova fase tecnológica pode ser caracterizada pelo uso intenso da informação (baseada na microeletrônica), integração descentralizada por estruturas em rede; conhecimento como capital e valor agregado intangível; segmentação dos mercados e proliferação de nichos; economias baseadas em especialização, combinadas com escala; globalização e interação entre

o global e o local; cooperação interna e externa com formação de clusters; com a predominância de contatos e ações instantâneas, facilitando a comunicação global (Pérez, 2004).

Quadro 4: Indústrias e infraestruturas da Era da Informática e Telecomunicações

Revolução tecnológica/Região	Novas Tecnologias e indústrias novas ou redefinidas	Infraestrutura novas ou redefinidas
Quinta Era da informática e das telecomunicações EUA/Europa e Ásia	<p>Novas Tecnologias e indústrias novas ou redefinidas</p> <p>A revolução da informação: Microeletrônica barata Computadores, software, telecomunicações Instrumentos de controle Desenvolvimento assistido por computadores de biotecnologia e novos materiais</p>	<p>Infraestrutura novas ou redefinidas</p> <p>Comunicações digitais globais (cabos, fibra óptica, rádio e satélite) Internet/Correio e outros serviços eletrônicos Redes elétricas de fontes múltiplas e de uso flexível Transporte físico de alta velocidade (por terra, mar e ar).</p>

Fonte: Pérez (2004)

Comumente combinados em circuitos integrados (CIs) e popularmente conhecidos como “*chips*”, os semicondutores estão presentes em praticamente todas as aplicações eletrônicas atuais (Lee; Kleinhans, 2021). Esse elemento tecnológico é um insumo essencial para cadeias produtivas de dispositivos móveis e sistemas de transmissão de dados (Jurgensen; Melo, 2020). As tecnologias de chips estão presentes também em uma ampla gama de produtos modernos, incluindo data centers, notebooks, smartphones, automóveis, máquinas de lavar, lâmpadas, infraestruturas de redes elétricas, equipamentos de transmissão de dados (antenas e suas infraestruturas), scanners de ressonância magnética e até mesmo sistemas de orientação de mísseis nucleares (Jurgensen; Melo, 2020; Thadani; Allen, 2023).

Pinto (2017) ressalta que a indústria de eletrônicos, de modo geral, é atualmente um dos setores mais dinâmicos e relevantes para a produção mundial, uma vez que fornece bens e serviços (produtos e sistemas eletrônicos) que se tornaram componentes indissociáveis de praticamente todas as atividades da sociedade industrial e pós-industrial contemporânea.

O autor defende que,

Esses produtos e sistemas eletrônicos são os suportes dos processos de comunicação, de educação, das finanças, do transporte, do entretenimento e dos sistemas governamentais. Essas características do setor proporcionam elevadas gerações de empregos e renda, capacidades de aumentar a produtividade e outros setores que utilizam computadores e tecnologia da informação (TI) e estímulos à inovação em todos os segmentos econômicos. (Pinto, 2017, p. 297).

Millard *et al.* (2012, *apud* Majerowicz, 2015) destacam que, por constituírem a base de toda a cadeia de produtos eletrônicos, os semicondutores exercem um papel estruturante ao sustentar, de forma indireta, mercados significativamente maiores do que o da própria indústria de semicondutores.

Por exemplo, em 2010, com uma produção de US\$ 298 bilhões, a indústria de semicondutores viabilizou um mercado de sistemas eletrônicos equivalente a US\$ 1,6 trilhão e um mercado de serviços (que inclui operadoras de telecomunicações, provedores de serviços de internet, jogos etc.). correspondente a US\$ 6,8 trilhões.

Sobre a importância estratégica da produção semicondutores, Rivera *et al.* (2015), pontuam que não é coincidência países não pouparem esforços para realizar o *catching up* na micro e nanoeletrônica. Pois, segundo os autores, “quando se trata de tecnologia, o ‘bonde da história’ passa diversas vezes para os que se posicionam de maneira a aproveitar as rupturas tecnológicas e de modelos de negócios que se abrem de tempos em tempos” (Rivera *et al.*, 2015, p. 346).

Gutierrez e Leal (2004, *apud* Moreira, 2022) afirmam que a indústria de semicondutores desempenha um papel estratégico no desenvolvimento tecnológico dos países, por constituir a base a partir da qual se irradiam inovações que impulsionam diversos segmentos do complexo eletrônico. Sua importância decorre do potencial para gerar vantagens competitivas duradouras e promover o avanço industrial, sendo, por isso, considerada essencial nos esforços de modernização produtiva e no processo de *catch-up* tecnológico de economias em desenvolvimento. Tornando-se um setor essencial para o crescimento/desenvolvimento, diversificação e adensamento do setor eletroeletrônico.

Dessa forma, segundo Rivera *et al.* (2015), além dos evidentes impactos positivos, a produção e o domínio tecnológico da tecnologia de semicondutores podem ser destacados em cinco pontos:

- i) Primeiro, a *microeletrônica* é considerada como o motor da inovação, cada vez mais ubíqua nos produtos consumidos pela sociedade, dotando-os de “inteligência” a partir de micro/nanoprocessadores. De modo que, os semicondutores são peças fundamentais em áreas críticas como saúde, segurança, energia e logística.

- ii) O segundo ponto observa que o setor *cria oportunidades de geração de empregos mais qualificados* numa indústria altamente intensiva em conhecimento e que cresce exponencialmente ano a ano.
- iii) O terceiro, destaca a *tendência do crescimento do consumo* de dispositivos conectados à internet, como sensores, rastreadores, transmissores e processadores, que em 1976 era de 6%, em 2010 chegou a aproximadamente 26%, com previsão de passar de 30% no longo prazo.
- iv) Como quarto ponto, os autores destacam que a *tecnologia dos semicondutores é de natureza estratégica* por estar presente em projetos de defesa, telecomunicações e energia.
- v) Por último, os *circuitos integrados (CI) respondem por uma parcela cada vez maior do custo de bens e equipamentos* em setores como equipamentos médicos, bens de capital, telecomunicações, entre outros”, impactando diretamente no valor agregado dos produtos²¹.

A tecnologia dos circuitos integrados (CIs) tem se tornado progressivamente mais complexa e sofisticada ao longo dos anos, impulsionada pela crescente demanda por dispositivos eletrônicos de alta performance e dimensões reduzidas. Nesse contexto, o desenvolvimento da eletrônica tem sido orientado por dois vetores principais de transformação: *i) a miniaturização dos componentes* e a *ii) redução dos custos de produção*, visando ampliar a acessibilidade e a eficiência dos produtos no mercado global (Deng; Deng, 2022; Moreira, 2022). Dosi (2006) corrobora com essa perspectiva e acrescenta que o progresso técnico e tecnológico da indústria de semicondutores tem sido orientado por quatro direções convergentes: a) miniaturização crescente, com o aumento do número de componentes por chip; b) elevação progressiva da velocidade de processamento; c) aprimoramento contínuo da confiabilidade dos dispositivos; e d) redução dos custos unitários de produção.

Quando à evolução tecnológica dos CI, Moreira (2022, p. 61) mostra que

O motor dessa evolução é a integração de circuitos inteiros em apenas um componente (circuito integrado); ou seja, a construção e um diminuto pedaço de material semicondutor (silício) de um componente que simula completamente o funcionamento de todo o circuito com centenas de outros

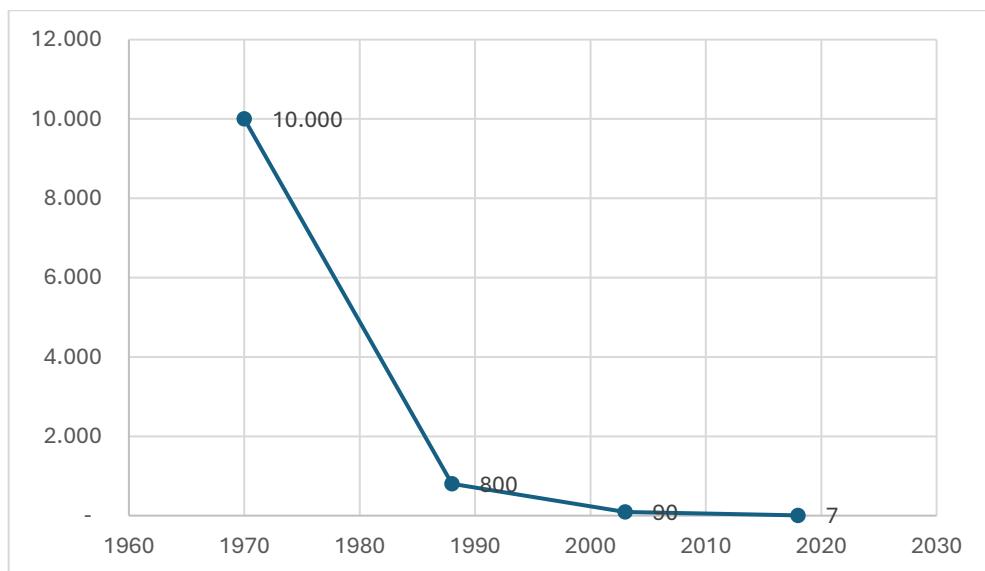
²¹ Gutierrez e Leal (2004 *apud* Moreira, 2022) ratificam que os semicondutores possuem a característica de poderem ser utilizados em bens finais dos diversos segmentos que compõem o complexo eletrônico, tais como os de produtos de informática, equipamentos de telecomunicações, bens de consumo, automação industrial e instrumentação médica.

componentes. Desde a invenção do CI, em 1958, o número de transistores por *wafer* para o *chip* lógico aumentou por um fator de cerca de 10 milhões, o que resultou em ganho de 100 mil vezes na velocidade do processador e redução de custo de mais de 45% por ano em desempenho.

Nesse sentido, a indústria de semicondutores apresentou uma dinâmica de inovação consistente e sistematicamente alinhada com as previsões da chamada “Lei de Moore”. Formulada por Gordon Moore, cofundador da Intel, a lei estabelece que o número de transistores em um chip dobraria aproximadamente a cada dois anos, resultando em ganhos exponenciais de desempenho computacional, paralelamente à redução dos custos unitários (Ezell, 2021b).

De acordo com os dados de Ezell (2021b), na década de 1970, os chips eram produzidos com transistores de aproximadamente 10.000 nanômetros, refletindo um estágio inicial da microeletrônica. Com o avanço tecnológico, esse tamanho foi progressivamente reduzido; na década de 1990, os nós atingiram 800nm; nos anos 2000, chegaram a 90nm; e, em 2020, alcançaram 7nm – com a indústria atualmente operando em escalas ainda menores, como 5nm e 3nm.

Gráfico 1: Evolução dos nós²² do processo de fabricação de semicondutores (1970 - 2020)



Fonte: Ezell (2021b)

²² Um “nó de fabricação” (ex.: 90 nm e 7 nm) é uma medida do tamanho mínimo dos componentes transistores responsáveis pelo processamento dos CI.

Assim, a projeção da “Lei de Moore” não apenas previu corretamente o ritmo de avanço tecnológico no setor, como também orientou a estratégia de desenvolvimento da indústria ao longo das últimas décadas, permanecendo como um referencial válido até os dias de hoje (Ezell, 2021b; Deng; Deng, 2022).

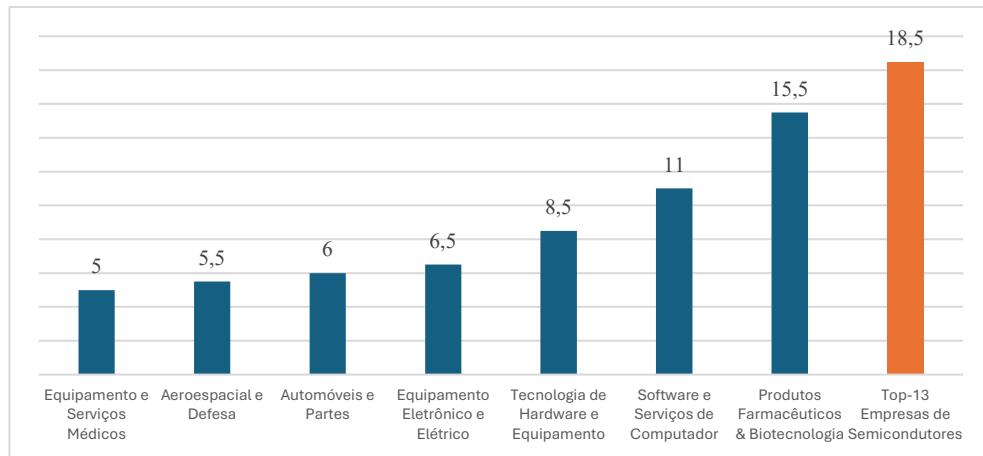
Em contrapartida, as constantes transformações no regime de conhecimento e tecnologia os semicondutores, impulsionadas pelos curtos ciclos de vida dos produtos, pela contínua miniaturização dos circuitos e pelo aumento da capacidade de processamento, têm provocado um aumento gradual e significativo nos custos de produção. À medida que os nós de fabricação se tornam mais avançados, as plantas industriais passam a demandar bens de capital altamente especializados e de altíssimo custo. Tais operações precisam recuperar rapidamente os investimentos realizados, uma vez que os ciclos tecnológicos curtos desvalorizam rapidamente os chips de gerações anteriores. Esse cenário impõe uma exigência contínua de elevados volumes de capital²³ para atualização das instalações, tornando o setor intensivo em investimento de acesso restrito a poucos atores com capacidade tecnológica e financeira de acompanhar esse ritmo (Majerowicz, 2015; Deng; Deng, 2022).

Rho, Lee e Kim (2015), complementam que uma característica fundamental da demanda na indústria de semicondutores é a possibilidade de substituição completa dos produtos de gerações anteriores por novos lançamentos, o que torna o processo de obsolescência tecnológica particularmente acelerado. Além disso, os produtos baseados em CI apresentam ciclos de vida consideravelmente mais curtos em comparação com aqueles da indústria automobilística, de máquina ou de construção de navios.

De acordo com Ezell (2021b), baseado no Painel de Avaliação do Investimento Industrial em P&D da União Europeia do ano de 2019, as 13 maiores empresas de semicondutores destinaram, em média, 18,4% de suas receitas de vendas para atividades de P&D, um percentual superior ao observado nas principais empresas do setor biofarmacêutico.

²³ Majerowicz (2015) destaca que a indústria de semicondutores caracteriza-se por ser umas das mais intensivas em capital no mundo, apresentando gastos médios em pesquisa e desenvolvimento (P&D) na ordem de 20% das receitas anuais.

Gráfico 2: Intensidade em P&D por setor produtivo – 2019 - (em %)



Fonte: Ezell (2021b)

Dessa forma, no que se refere à intensidade em pesquisa e desenvolvimento (P&D), a indústria global de semicondutores se destaca ao competir com setores tradicionalmente intensivos em inovação, como o biofarmacêutico.

Varas *et al.* (2021) discorre que, os semicondutores apresentam elevado grau de complexidade tecnológica tanto na concepção (projeto/*design*) quanto na fabricação, exigindo altos níveis de investimento em P&D e capital, competindo somente com a indústria biofarmacêutica (como mostrado acima). O processo de produção de CI é considerado um dos mais sofisticados da indústria moderna, sendo, resumidamente, estruturado em três segmentos produtivos: (*i*) *design* ou *layout* de CI, (*ii*) fabricação do circuito e do *wafer*²⁴, e (*iii*) processo de encapsulamento, teste e embalagem (*assembly, testing and packing* - ATP) (Deng; Deng, 2022).

Dessa forma, a necessidade de aprofundamento técnico, constantes inovações tecnológicas e produção em larga escala resultou na formação de uma cadeia de suprimentos global altamente especializada, na qual diferentes regiões desempenham papéis específicos de acordo com suas vantagens e capacidades tecnológicas. Lee e Kleinhans (2021, p. 5), exemplificam a complexidade por trás da cadeia de valor dos semicondutores mostrando que,

Esta divisão do trabalho criou uma série de interdependências transfronteiriças, com diferentes regiões globais se especializando em diferentes etapas de produção. Um semicondutor específico é frequentemente projetado nos Estados Unidos (EUA), fabricado em Taiwan usando produtos

²⁴ Wafer ou “bolacha” de silício é uma fatia de espessura fina de semicondutor, que após o processo de purificação ou “dopagem” do silício, o objeto fica parecido com um “wafer” (Deng; Deng, 2022).

químicos do Japão e da Alemanha e equipamentos da Holanda, e montado e embalado na China. Dentro desta complexa cadeia de valor, muitas etapas de processo e insumos são indispensáveis, mas geralmente estão sob o controle de apenas algumas empresas.

Moreira (2022), ressalta que, devido à intensidade em P&D e capital, a indústria de semicondutores é, por definição, um setor de inovação, exigindo profundo *know-how* e experiência em tecnologias complexas, o que “cria barreiras naturais à entrada nas atividades principais da cadeia de abastecimento, limitando, assim, a base de fornecedores e concentrando cada atividade em poucos países na economia global” (Moreira, 2022, p. 62).

Isto posto, observou-se que nos últimos 70 anos, a indústria de semicondutores evoluiu sobremaneira por meio de melhorias incrementais contínuas que permitiram avanços significativos em miniaturização, velocidade, eficiência energética e custo. Esse processo foi impulsionado por elevados investimentos em pesquisa e desenvolvimento e resultou na disseminação dos semicondutores em múltiplas aplicações (de comunicação e entretenimento à defesa e automação industrial).

Dentre os principais avanços, destacam-se a redução da escala dos transistores (segundo a Lei de Moore), a introdução de novas arquiteturas e designs, o uso de materiais compostos e a adoção da litografia EUV²⁵. Além disso, houve progressiva integração funcional dos chips, aumento da confiabilidade e drástica queda do custo por transistor. Esses fatores viabilizaram a democratização da computação, da conectividade e da digitalização em escala global, colocando os semicondutores no centro das transformações tecnológicas contemporâneas.

Moreira (2022), argumenta que as tecnologias dos semicondutores estão estreitamente ligadas à ascensão da nova fronteira tecnológica em curso, no qual o debate mais recente sobre as transformações na estrutura industrial da economia mundial gira em torno da chamada indústria 4.0. Hermann, Pentek e Otto (2015, *apud* Moreira, 2022) definem a quarta Revolução Industrial como um amplo movimento de diversificação das tecnologias aplicadas à produção manufatureira, normalmente associadas à combinação das seguintes tecnologias:

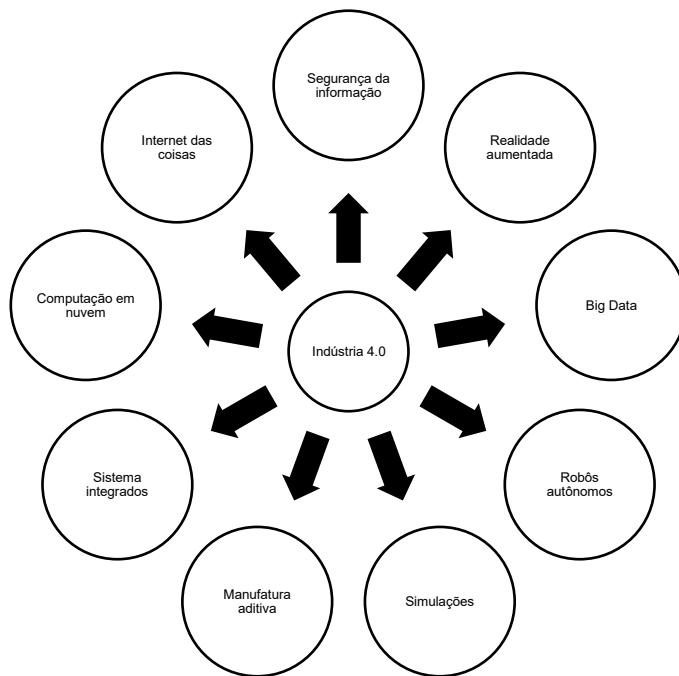
- Sistemas ciber-físicos (CPS);

²⁵ A litografia EUV (*Extreme Ultraviolet Lithography*) é uma característica avançada de fabricação de semicondutores que utiliza ultravioleta extrema para criar padrões extremamente pequenos em chips de computadores. Essa tecnologia permite a produção de chips mais potentes, rápidos e eficientes em termos de energia, impulsionando avanços em áreas como inteligência artificial, realidade aumentada e carros autônomos (Asml, 2025). Disponível em: <https://www.asml.com/en/products/euv-lithography-systems>.

- Big Data Analytics;
- Computação em nuvem;
- Internet das coisas (IoT) e internet dos serviços (IoS);
- Impressão 3D;
- Outras coisas de manufatura aditiva – IA, digitalização, colheita de energia (*energy harvesting*) e realidade aumentada.

Kusma e Chirolí (2022), completam que a indústria 4.0 tem o objetivo de transformar o sistema industrial em algo inteligente²⁶ utilizando, para isto, os nove pilares que se completam com a argumento descrito acima, esquematizados a seguir:

Figura 5: Nove pilares da Revolução 4.0



Fonte: Elaboração própria (2025) a partir de Kusma, Chirolí (2022)

Logo, no âmbito da Indústria 4.0²⁷, a política industrial contemporânea desloca seu foco da simples produção de bens finais (como notebooks, robôs ou smartphones) para a

²⁶ Alguns denominam de Indústria 4.0, outros de Indústria inteligente outros de Digitalização dos processos industriais (Nonnenberg *et al.*, 2022).

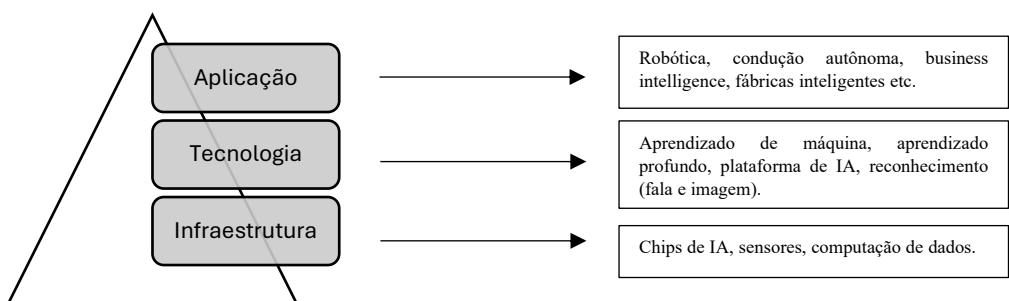
²⁷ Mais agrupado do que o modelo de Pérez (2004), a ideia da Quarta Revolução Industrial segue a seguinte ordem: a Primeira Revolução Industrial baseou-se na mecanização e nas máquinas a vapor; a segunda, no uso de energia elétrica e na produção em massa, e a terceira, na eletrônica e nas tecnologias da informação, resultando em um alto nível de automação na manufatura. Já a Indústria 4.0 eleva a automação dos processos de manufatura a um patamar superior, com sistemas autônomos inteligentes capazes de auto-organizar, gerir a própria eficiência e auto-customizar (Unido, 2018).

reestruturação dos processos produtivos, cuja sofisticação tecnológica passou a ser o principal vetor de competitividade e inovação (Nonnenberg *et al.*, 2022). Segundo os autores:

Dados se transformam no principal insumo, na medida em que praticamente todas as áreas de pesquisa passam a ser intensivas em grandes bases de dados, da engenharia à bioquímica, das ciências sociais à física. Ao mesmo tempo, o desenvolvimento de *softwares* capazes de interagir com essas bases torna-se cada vez mais relevante. (Nonnenberg *et al.*, 2022, p. 6).

Baseada fortemente por chips de IA, a nova configuração produtiva pode ser amplamente caracterizada em três camadas estratégicas. A camada de *i) infraestrutura* inclui os chips de IA principais e big data, que dão suporte aos recursos computacionais cognitivos e de detecção da camada tecnológica. O nível de *ii) aplicação* é central, fornecendo serviços como direção autônoma, robótica inteligente, segurança inteligente e assistência virtual. Já os chips de IA formam o “coração” da cadeia de *iii) tecnologia* da inteligência do produto, são centrais para o processamento de algoritmos, formando as redes neurais profundas (Deloitte, 2019).

Figura 6: Papel dos *chips* de IA nas camadas estratégicas da Indústria 4.0



Fonte: Deloitte (2019)

Desse modo, essa nova configuração industrial cria e articula fábricas inteligentes (*smart manufacturing*) dentro de um sistema produtivo e comercial substancialmente distinto, no qual os sistemas de fabricação são conectados verticalmente ao longo da cadeia produtiva e horizontalmente com outras redes de valor, permitindo sua gestão em tempo real. No centro da ascensão dessa nova fronteira tecnológica estão os semicondutores, componentes indispensáveis para a construção de fábricas autônomas, conectadas por redes 5G, integradas à inteligência artificial (IA), à internet das coisas (IoT) e a sistemas robóticos, tornando os processos produtivos significativamente mais eficientes (Moreira, 2022).

Segundo Zhang, Wang e Li (2024), na esteira das transformações impulsionadas pela Quarta Revolução Industrial, os países inseridos na cadeia produtiva de semicondutores passaram a intensificar os esforços para dominar essas tecnologias críticas, com o objetivo de construir uma indústria mais autônoma e controlável, capaz de salvaguardar a segurança científica e tecnológica em nível nacional. Sobre a importância da tecnologia de semicondutores na China, os autores acrescentam que:

O relatório do 20º Congresso Nacional do Partido Comunista da China apontou claramente que o mundo está passando por uma nova rodada de revolução científica e tecnológica e transformação industrial. O equilíbrio de poder internacional está em constante ajuste. O desenvolvimento da China demonstrou forte resiliência e também está enfrentando novas oportunidades estratégicas. É particularmente importante melhorar o sistema de segurança nacional e salvaguardar a segurança de importantes indústrias e cadeias de suprimentos. O Secretário-Geral Xi Jinping emitiu instruções importantes sobre as principais mudanças atuais, nunca vistas em um século, e as novas mudanças no ambiente nacional e internacional, enfatizando a promoção de autossuficiência e autoaperfeiçoamento de alto nível por meio de avanços em tecnologias essenciais. (Zhang; Wang; Li, 2024).

Portanto, a análise detalhada da evolução espaço-temporal da rede global de comércio de semicondutores revela-se de grande relevância prática, na medida em que contribui para uma compreensão mais consistente das novas dinâmicas geopolíticas e das transformações em curso na economia mundial, especialmente quando observadas sob a ótica do comércio internacional de alta tecnologia e das indústrias estratégicas que estruturam a fronteira tecnológica contemporânea (Zhang; Wang; Li, 2024, p. 372).

3.2 O MERCADO MUNDIAL E O MODELO DE NEGÓCIO DOS SEMICONDUTORES

As primeiras empresas dedicadas ao desenvolvimento da microeletrônica surgiram nos Estados Unidos durante a década de 1960, inicialmente para atender à demanda por sistemas de comunicação e, posteriormente, para aplicações militares e aeroespaciais²⁸. Nesse contexto,

²⁸ Embora a comercialização dos circuitos integrados tenha começado na década de 1960, as inovações que viabilizaram sua criação resultaram dos esforços e dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento promovidos pelo governo dos Estados Unidos. No contexto da Segunda Guerra Mundial, especialmente na luta contra as Forças Armadas alemãs, o governo buscava aprimorar a precisão dos sistemas de controle e monitoramento por radar para uso militar. Desde então, os Estados Unidos passaram a considerar a indústria de semicondutores — em especial o segmento de circuitos integrados — como estratégica, intervindo quando necessário e monitorando de perto sua cadeia de valor, inclusive por meio da imposição de restrições à exportação de produtos e equipamentos sensíveis.

adotava-se um modelo de produção verticalizado, conhecido como *Integrated Device Manufacturer* (IDM), no qual todas as etapas (desde o projeto até a fabricação e comercialização dos circuitos integrados) eram realizadas internamente pela própria empresa. Até então, os CIs produzidos eram predominantemente utilizados pela própria organização desenvolvedora. A partir da década de 1970, com a expansão dos produtos eletrônicos de consumo, equipamentos industriais e os primeiros computadores de grande porte, a demanda por circuitos integrados passou a crescer significativamente (Rivera *et al.*, 2015).

A década seguinte seria marcada pela popularização dos computadores pessoais, o que impulsionou o setor a uma taxa média de crescimento anual de 16%. De maneira que a adoção cada vez mais intensiva da tecnologia de semicondutores foi instigada através da difusão do consumo de bens eletrônicos como computadores, celulares e televisores (Rivera *et al.*, 2015; Deng; Deng, 2022).

De acordo com Rivera *et al.* (2015), os crescentes investimentos necessários para a fabricação de semicondutores, somados aos altos custos associados ao design dos chips, estimularam a diversificação geográfica da cadeia produtiva em busca de redução de custos com mão de obra e, sobretudo, incentivos governamentais oferecidos por países interessados em promover o desenvolvimento local da indústria. Esse processo de fragmentação da cadeia produtiva teve início com a migração da etapa de encapsulamento e testes (*Assembly & Test Services* – ATS) para países asiáticos, atraídos por vantagens comparativas em custos operacionais²⁹. Brown e Linden (2005), destacam que a etapa ATS foi a mais facilmente transferida para o exterior, uma vez que, mesmo quando realizada próxima à etapa de fabricação, mantinha-se funcionalmente separada das demais fases do processo produtivo.

Posteriormente, houve também a transferência da atividade de design para centros especializados na Ásia, ainda sob modelos verticalizados, mas com crescente presença de subsidiárias e centros cativos de empresas globais.

Silva (2022) complementa que, com a liberalização econômica dos anos 1990, a fragmentação produtiva global tornou-se cada vez mais comum. Parte da manufatura, antes concentrada em países desenvolvidos, foi progressivamente deslocada para nações em desenvolvimento com menores custos de mão de obra – como a China, por exemplo. Enquanto isso, os grandes escritórios das Empresas Transnacionais (ETNs) permaneceram nos países

Assim, o governo não objetivava somente garantir sua posição de vantagem na fronteira tecnológica, mas também manter sua supremacia militar, devido ao uso dual da tecnologia de CI (Majerowicz, 2015).

²⁹ Pois, como pontuam Brown e Linden (2005), o processo de encapsulamento e teste começou com uso relativamente alto de mão de obra menos qualificada no processo de produção – com menores custos operacionais, consequentemente.

centrais de origem, responsáveis pelas etapas de projeto e *design* dos semicondutores (atividades consideradas estratégicas dentro do sistema de produção global). Mantinham-se, portanto, no país de origem os elos da cadeia associados ao controle e ao desenvolvimento da tecnologia, de maior valor adicionado, e a fabricação dos produtos que estivessem na fronteira tecnológica (Majerowicz, 2015).

Majerowicz (2015) afirma que a estratégia de relocalização das empresas norte-americanas foi motivada pela pressão competitiva exercida pelas firmas japonesas. O objetivo principal era a redução de custos, alcançada por meio da transferência da etapa mais intensiva em mão de obra (a fase de fabricação) para economias asiáticas que ofereciam ampla disponibilidade de trabalhadores qualificados a baixo custo, além de infraestrutura adequada e condições de segurança favoráveis.

Brown e Linden (2005, p. 3) demonstram que, mesmo com os custos logísticos envolvidos, a produção *offshore* apresentava uma elevada relação custo-benefício, justificando, assim, sua adoção por diversas empresas.

Devido à sua alta relação custo-benefício, os semicondutores podiam ser fabricados com lucro nos Estados Unidos, transportados por via aérea para a Ásia para montagem e, em seguida, devolvidos aos Estados Unidos para testes finais e envio ao cliente. Esse sistema permitiu que as empresas americanas aproveitassem a mão de obra especializada, qualificada e semiespecializada dos Estados Unidos para projetos, fabricação e funções gerenciais importantes, enquanto utilizavam mão de obra não qualificada, terras e impostos mais baixos da Ásia para montagem.

Pinto (2017) acrescenta que o processo de terceirização da produção de eletrônicos, coordenado pelas empresas-líderes, permite que estas: *i) concentrem-se na inovação; ii) dispersem os riscos associados à produção de manufaturas e explorem os baixos custos (especialmente da força de trabalho) nos países em desenvolvimento; e iii) ampliem as possibilidades de obtenção de economias de escala e de escopo*. Esse processo proporcionou a redução do intervalo entre a inovação e a introdução do produto no mercado, gerando uma ampliação da variedade de produtos eletrônicos e da concorrência entre empresas líderes em diversos segmentos de mercado.

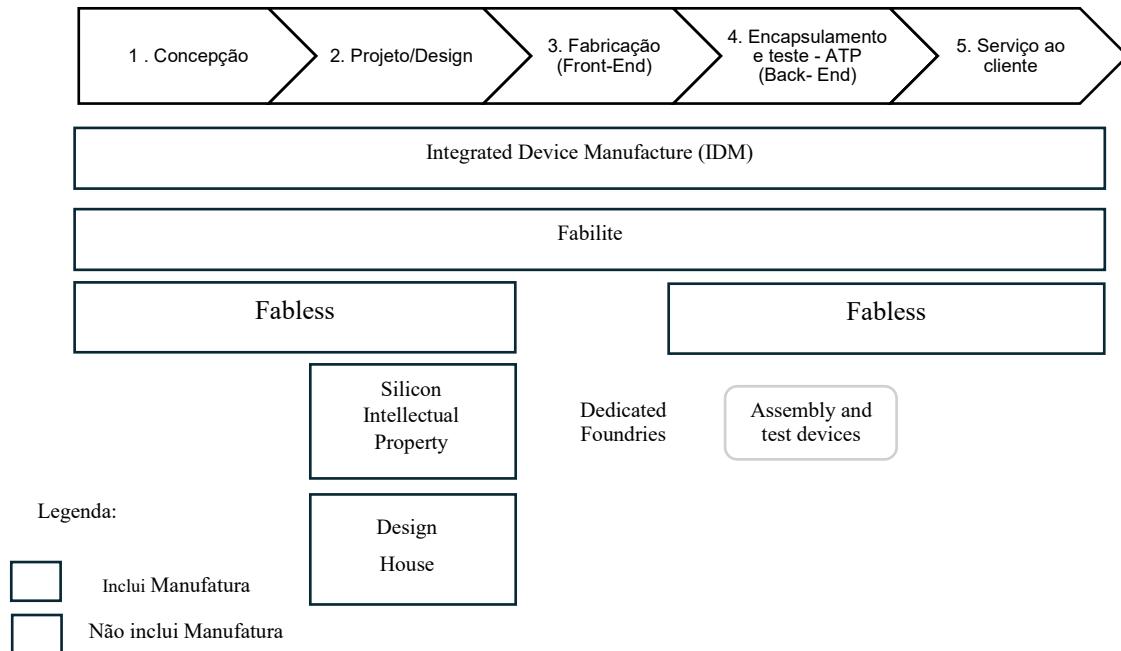
Majerowicz (2015, p. 166) descreve os impactos da transferência das plantas produtivas, sobretudo para a Ásia, no mercado de semicondutores, destacando os efeitos dessa relocalização na configuração das cadeias globais de produção e na especialização regional das etapas industriais:

O sucesso desta estratégia em termos de redução de custos tornou-se um imperativo para os demais *players* da indústria global de semicondutores, tendo sido adotada em seguida pelas empresas japonesas e europeias. Na esteira deste movimento intrafirmas de transferência das atividades de back-end para as economias asiáticas de baixos salários, surgiu um novo tipo de empresas, as prestadoras de serviços de montagem e testagem (*semiconductor assembly and test services – SATs*) ou as firmas terceirizadas de montagem e testagem (*outsourced assembly and test – OSAT*). Especializadas nestas atividades, elas passaram a comercializar sua capacidade produtiva a terceirização da etapa final da fabricação.

Segundo Majerowicz (2019, p. 4), embora a produção e o consumo das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) tenham se difundido globalmente, essa internacionalização foi conduzida por empresas transnacionais oriundas de economias desenvolvidas. Essas corporações mantiveram, em seus países de origem, os segmentos de maior valor agregado da cadeia produtiva, especialmente aqueles relacionados ao desenvolvimento tecnológico e ao controle dos sistemas produtivos. Tal estratégia não se justifica apenas pela busca de margens elevadas de rentabilidade e apropriação de rendas tecnológicas, mas também por conferir vantagens estratégicas nas esferas militar e de vigilância. Isto posto, a autora argumenta que “a globalização controlada das TIC respondeu tanto a medidas governamentais, como às estratégias das empresas transnacionais dos países desenvolvidos”.

No que se refere aos processos, etapas de produção e modelo de negócio, observa-se que a cadeia produtiva da indústria de semicondutores apresenta elevada complexidade e grau de especialização. A figura a seguir ilustra como esse setor é estruturado em diferentes segmentos, refletindo os distintos modelos de negócios adotados pelas empresas que nele atuam, sejam com foco em projeto, na manufatura ou no modelo integrado. Essa divisão funcional abrange desde a pesquisa e desenvolvimento até a fabricação e a montagem final dos componentes, evidenciando a natureza fragmentada, globalizada e tecnicamente exigente da indústria.

Figura 7: Cadeia produtiva e modelos de negócio da indústria de semicondutores



Fonte: Elaboração própria (2025) adaptado de Gutierrez e Leal (2004), Rivera *et al.* (2015), Silva (2022), Moreira (2022)

Entre os principais modelos, destacam-se os *Integrated Device Manufacturers* (IDMs), que operam de forma verticalizada desde o projeto até a comercialização final dos chips sob sua própria marca³⁰. As empresas ainda praticantes deste modelo na atualidade, são Intel (EUA) e Samsung (Coreia do Sul). Em contrapartida, surgem as empresas *fabless* (empresas sem fábrica)³¹, que se concentram no *design dos circuitos integrados*, terceirizando sua fabricação às *foundries*³² especializadas. As *foundries* são também conhecidas por executar a atividade manufatureira dos chips, dentre as principais, estão TSMC, com sede em Taiwan e a *Global Foundries*, sediada nos EUA. Essas fundições, conhecidas como *dedicated foundries*, realizam exclusivamente o processamento físico-químico dos componentes. (Gutierrez; Leal, 2004; Rivera *et al.*, 2015; Soares; Avellar, 2023).

³⁰ As empresas IDM são integradas verticalmente, comandando todas as etapas de produção (governança hierárquica). A integração busca mitigar as exposições às de mercado. Segundo Soares e Avellar (2023), esse modelo era predominante até meados da década de 1980, mas com a complexificação do setor, as etapas produtivas passaram por uma tendência de desmembramento.

³¹ As *fabless* apesar de não possuírem fábricas físicas, são detentoras da marca e do mercado junto aos clientes, também são responsáveis por realizar o projeto do produto. Realizam todas as etapas, exceto as que envolvem manufatura (*front-end* e *back-and*), que são terceirizados. As principais *fabless* no mundo são a Qualcomm (EUA), a Broadcom (EUA) e a AMD (EUA) (Gutierrez; Leal, 2004; Fillipin, 2020).

³² A etapa de fabricação realizada pelas *foundries* (*front-end*), é onde cada dispositivo (transistores, capacitores etc.) são produzidos.

A cadeia inclui ainda os encapsuladores responsáveis pela etapa final de montagem e testes (*back-end*), etapa no qual os dispositivos são interconectados envolvendo encapsulamento e testagem. As empresas *design houses*, são estruturas independentes voltadas ao desenvolvimento de projetos sob demanda. Complementando essa dinâmica, encontram-se as empresas de propriedade intelectual (*IP*), que desenvolvem e licenciam blocos funcionais específicos, sendo remuneradas por *royalties* (Gutierrez; Leal, 2004; Rivera *et al.*, 2015; Silva, 2022; Moreira, 2022).

Conforme ilustrado por Ezell (2021a) no Quadro 5, o ecossistema da indústria de semicondutores passou por um profundo processo de transformação estrutural ao longo das últimas décadas. Na década de 1950, predominavam empresas integradas verticalmente (IDMs), responsáveis por todas as etapas da cadeia produtiva - do design ao produto final. A partir dos anos 1970 e, especialmente, das décadas de 1980 e 1990, observa-se uma crescente fragmentação funcional da cadeia, com o surgimento de novos agentes especializados em atividades específicas, como ferramentas de manufatura, softwares de automação de design eletrônico (EDA), fundições (*foundries*), empresas *fabless* (focadas apenas no design), fornecedores de propriedade intelectual (*IP providers*), além de empresas voltadas à montagem, teste, encapsulamento e desenvolvimento de software. Essa especialização resultou em uma cadeia global mais dispersa, com interdependência crescente entre firmas e países, configurando uma rede complexa e interconectada que caracteriza o modelo produtivo contemporâneo do setor.

Quadro 5: Evolução funcional do ecossistema de semicondutores (décadas 1950 a 2010)

1950s	1960s	1970s	1980s	1990s	2000s	2010s
IDM	IDM	IDM	IDM	IDM	IDM	IDM
Manufacturing Tools	Manufacturing Tools EDA Tools	Manufacturing Tools EDA Tools Foundries Fabless Companies	Manufacturing Tools EDA Tools Foundries Fabless Companies IP Provider	Manufacturing Tools EDA Tools Foundries Fabless Companies IP Provider Packaging	Manufacturing Tools EDA Tools Foundries Fabless Companies IP Provider Packaging	Manufacturing Tools EDA Tools Foundries Fabless Companies IP Provider Packaging Software

Fonte: Ezell (2021a)

Quanto às grandes empresas do setor de semicondutores, a lista dos principais fabricantes de CI mostra as americanas e sul coreanas na liderança do mercado global, todas empresas com domínio completo da cadeia de fabricação. Merece destaque a empresa TSMC, que ocupa o 3º lugar e é dedicada exclusivamente ao processamento físico-químico de lâminas (*dedicated-foundries* – DF). A TSMC viabiliza o modelo *fabless* das empresas americanas Qualcomm, Broadcom, Nvidia e AMD (Brasil, 2021).

Quadro 6: Os 15 principais fabricantes de semicondutores no mundo - 1º trimestre de 2021

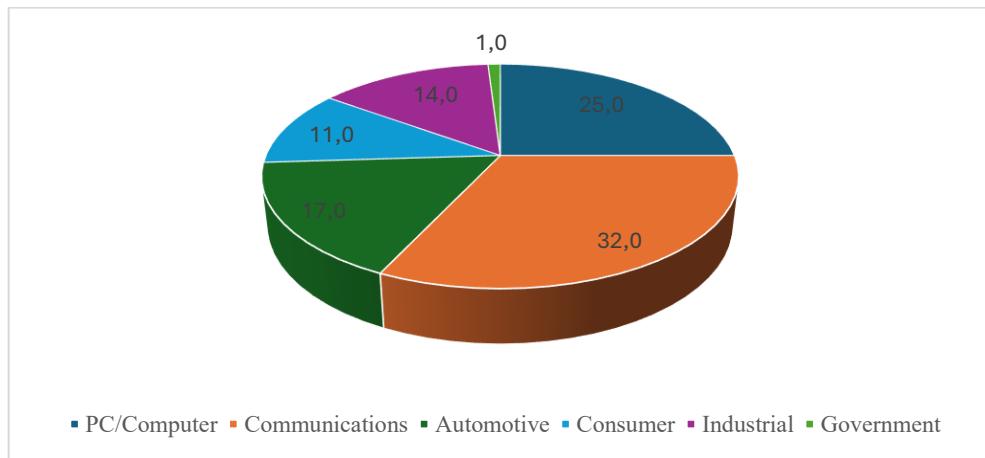
Posição (1º Trim. 2021)	Empresa	Sede
1	Intel	Estados Unidos da América
2	Samsung	Coreia do Sul
3	TSMC (1) ³³	Formosa (Taiwan)
4	SK Hynix	Coreia do Sul
5	Micron	Estados Unidos da América
6	Qualcomm (2)	Estados Unidos da América
7	Broadcom (2)	Estados Unidos da América
8	Nvidia	Estados Unidos da América
9	TI	Estados Unidos da América
10	MediaTek (2)	Formosa (Taiwan)
11	AMD (2)	Estados Unidos da América
12	Infineon	Europa
13	Apple (2)	Estados Unidos da América
14	ST	Europa
15	Kioxia	Japão

Fonte: Brasil (2021)

Já no tocante à conformação do mercado de semicondutores, os dados do relatório da SIA 2024, mostram que 74% da demanda global por semicondutores é impulsionada pelos mercados de smartphones/comunicação (32%), computadores (25%) e automóveis (17%).

³³ *Foundries* (01) e *Fabless* (02)

Gráfico 3: Mercado global de semicondutores por categoria (%) – 2023



Fonte: WSTS (2025) e SIA (2024)

Entretanto, a análise da evolução da demanda global de semicondutores entre 2020 e 2024 revela uma redistribuição entre os principais setores. O segmento de comunicações segue dominante, impulsionado pela crescente necessidade de conectividade e dispositivos móveis. Entretanto, destacam-se os avanços na demanda dos segmentos automotivos (+41,67%) e industriais (+16,67%), refletindo a eletrificação dos veículos, o desenvolvimento de novos sistemas de segurança automotivos (ADAS) e o uso intensificado de semicondutores na automação industrial e na Internet das Coisas (IoT).

Tabela 2: Demanda global por semicondutores: por categoria (2020/2023)

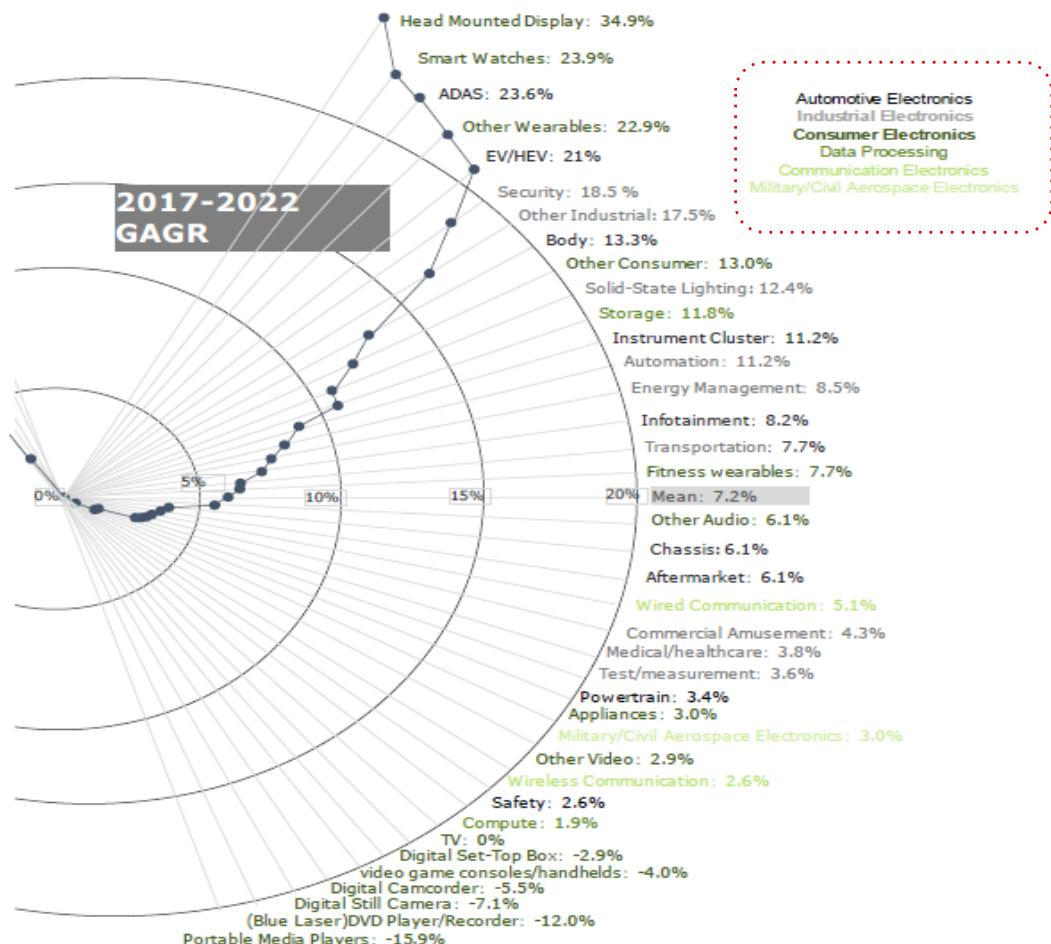
Categoria/Data	2020	2021	2023	2020/2023
	Participação (%)	Participação (%)	Participação (%)	Variação
PC/Computer	32,30	31,50	25,0	-22,60%
Communications	31,20	30,70	32,0	2,56%
Automotive	12,00	12,40	17,0	41,67%
Consumer	11,40	12,30	11,0	-3,51%
Industrial	12,00	12,00	14,0	16,67%
Government	1,00	1,00	1,0	0,00%

Fonte: WSTS (2025), SIA (2021; 2022; 2024)

Alinhada com as análises da SIA (2024), o relatório Delloite (2019), mostra que o consumo de componentes eletrônicos automotivos para segurança, infoentretenimento,

navegação e eficiência no uso de combustível vêm aumentando devido à presença cada vez maior de componentes eletrônicos aplicados em recursos avançados de segurança nos veículos.

Figura 8: Crescimento da receita de semicondutores por tipo de equipamento eletrônico (2017 - 2022)

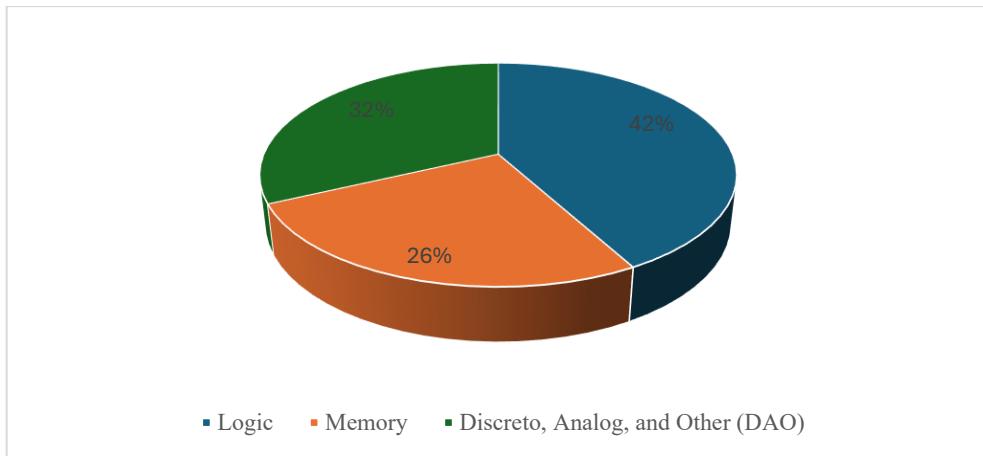


Fonte: Delloite (2019)

A indústria de semicondutores classifica mais de 30 tipos de produtos, que, de forma abrangente, podem ser agrupados em três categorias principais a) chips lógicos³⁴, responsáveis por 42% da receita do setor; b) chips de memória, que correspondem a 26% da receita; e c) dispositivos discretos, analógicos e outros (DAO), que representam os 32% restantes (Varas *et al.*, 2021).

³⁴ São os “cérebros” dos dispositivos eletrônicos, responsáveis pelo processamento das informações e conclusão de tarefas. Entre os chips lógicos estão os das unidades centrais de processamento (CPU), unidades de processamento gráfico (GPUs) e unidades de processamento neural (NPUs), projetados para aplicações mais complexas de aprendizado (Asml, 2025).

Gráfico 4: Participação das receitas industriais por categoria de semicondutores – 2019



Fonte: Varas *et al.* (2021)

Como pode ser visto no gráfico acima, os *semicondutores lógicos*, responsáveis por 42% das receitas da indústria, englobam circuitos integrados que operam em códigos binários e atuam como o “cérebro” dos dispositivos eletrônicos. Incluem microprocessadores (CPUs³⁵, GPUs³⁶, APs)³⁷, produtos lógicos de uso geral (como FPGAs)³⁸, microcontroladores (MCUs) e dispositivos de conectividade, sendo essenciais para processamento, controle e transmissão de dados em equipamentos diversos, de celulares a automóveis e sistemas industriais.

Os *semicondutores de memória*, que representam 26% das receitas da indústria, são usados para armazenar dados essenciais à execução de operações computacionais. As principais tecnologias são a memória DRAM³⁹, amplamente utilizada em computadores, servidores e dispositivos móveis, e a memória NAND⁴⁰, comum em unidades de estado sólido (SSDs) e cartões digitais, por dispensar energia contínua para retenção dos dados.

³⁵ Unidades Centrais de Processamento (CPUs).

³⁶ Unidades de Processamento Gráfico (GPUs).

³⁷ São processadores de aplicativos (APs) que processam instruções fixas armazenadas em dispositivos de memória para executar operações de computação complexas. Os aplicativos incluem processadores para telefones celulares, computadores pessoais, servidores, sistemas de IA e supercomputadores.

³⁸ Field Programmable Gate Arrays (FPGAs) são circuitos integrados que podem ser configurados pelo usuário após a fabricação, permitindo a implementação de circuitos digitais customizados. Diferentemente dos *Application-Specific Integrated Circuits* (ASICs), que são projetados para uma função específica, FPGAs são reconfiguráveis, oferecendo flexibilidade e adaptabilidade para diversas aplicações (Varas *et al.*, 2021.).

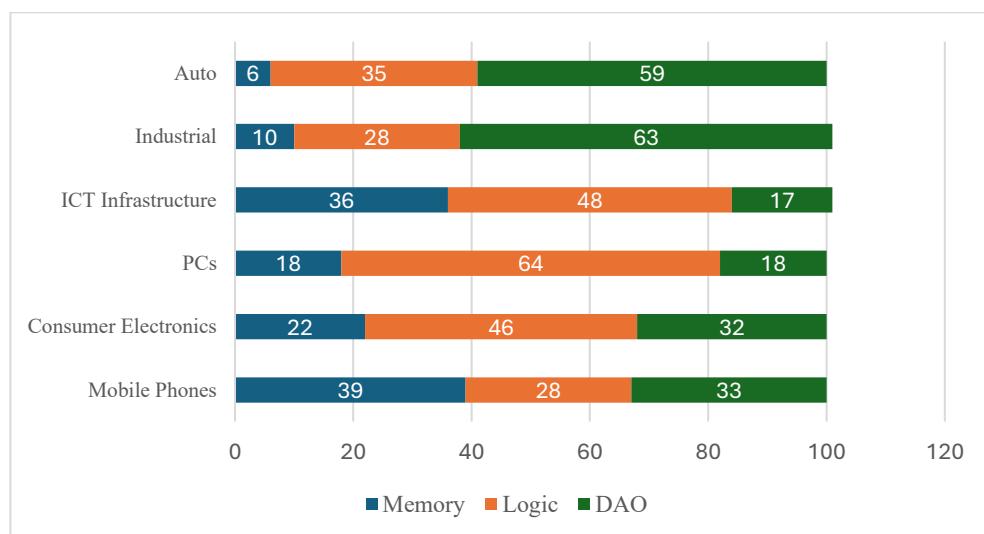
³⁹ A memória dinâmica de acesso aleatório (DRAM) é usada para armazenar os dados ou códigos de programa necessários para o funcionamento do computador.

⁴⁰ A memória NAND é o tipo mais comum de memória flash, mas ao contrário da DRAM, ela não precisa de energia para reter dados, por isso é usada para armazenamento permanente. Aplicações típicas incluem unidades de estado sólido (SSD) usados como discos rígidos de laptop ou cartões Secure Digital (SD) usados em dispositivos portáteis (Varas *et al.*, 2021).

Os *semicondutores discretos, analógicos e outros* (DAO) representam 32% das receitas da indústria e são utilizados para transmitir, receber e processar sinais contínuos, como temperatura e voltagem. Incluem produtos discretos, como diodos e transistores; componentes analógicos, como reguladores de tensão e conversores de sinais; além de sensores optoeletrônicos amplamente usados na Internet das Coisas (IoT).

Os semicondutores desempenham um papel fundamental em diversos dispositivos eletrônicos, sendo amplamente aplicados nos principais setores da economia. Cada segmento de mercado demanda, de forma complementar, componentes das três principais categorias de semicondutores: 1) *lógicos*, 2) *de memória* e 3) *dispositivos discretos, analógicos e outros* - DAO (Varas *et al.*, 2021).

Gráfico 5: Vendas globais de semicondutores por mercado de aplicação - 2019 (%)



Fonte: Varas *et al.* (2021)

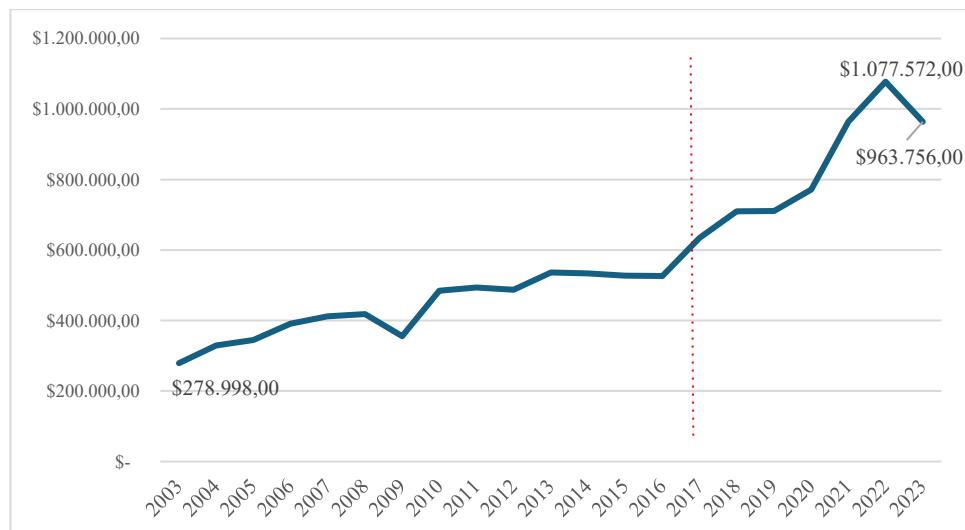
No caso dos telefones celulares, observa-se a presença significativa de semicondutores DAO, utilizados em funções de conectividade, controle de energia e sensores, além de semicondutores lógicos, responsáveis pelo processamento de dados, e de memória, voltados ao armazenamento de conteúdo digital. Estima-se que aproximadamente 65% da receita global do setor derive de componentes de uso geral, evidenciando sua relevância transversal em múltiplas aplicações tecnológicas (Varas *et al.*, 2021).

Atualmente, os semicondutores podem conter até 30 bilhões de transistores em um único chip com dimensões de apenas um centímetro quadrado, no qual os circuitos são projetados em escala nanométrica (*nm*), uma unidade equivalente a um bilionésimo de metro. Os chips lógicos

legados ou “convencionais” referem-se àqueles fabricados com processos tecnológicos de 28 nm ou maiores, comuns em automóveis, dispositivos médicos, eletrodomésticos e produtos aeroespaciais (Ezell, 2024). As mais avançadas instalações de fabricação já produzem semicondutores em tecnologias de 5 nm e 3 nm. Os chips de última geração possuem transistores até 10.000 vezes mais finos que um fio de cabelo humano, operando em escalas menores do que o próprio tamanho do coronavírus (Ezell, 2021a).

Segundo dados da Organização Mundial do Comércio (WTO, 2025), entre 2003 e 2023, as exportações mundiais de circuitos integrados e componentes eletrônicos apresentaram um crescimento significativo. Em 2003, o valor exportado por esse segmento totalizava aproximadamente US\$ 278,9 bilhões. Ao longo de duas décadas, observou-se uma trajetória de crescimento contínuo, com destaque para o período pós-2017, quando os valores ultrapassaram de forma consistente os US\$ 600 bilhões, impulsionados pelo aumento da demanda por equipamentos eletroeletrônicos, intensificação da digitalização global e pelo avanço de tecnologias como inteligência artificial, internet das coisas (IoT) e automação industrial.

Gráfico 6: Exportações mundiais de Circuitos Integrados e Componentes Eletrônicos - anual (milhões US\$)



Fonte: WTO (2025)

Em 2022, o setor atingiu seu maior pico histórico, com exportações globais somando cerca de US\$ 1,07 trilhão. Em 2023, contudo, houve uma leve retração para US\$ 965,8 bilhões,

representando uma redução de cerca de 10% em relação ao ano anterior. Ainda assim, o crescimento acumulado no período é de 245,93%.

Essa queda pontual pode estar relacionada a uma combinação de fatores conjunturais, como o arrefecimento da demanda global por eletrônicos após o período de forte expansão durante a pandemia de COVID-19, a persistência de gargalos na cadeia de suprimentos e as tensões geopolíticas envolvendo grandes potências tecnológicas, que afetaram o comércio de semicondutores. Apesar disso, os dados demonstram o destaque crescente desse setor no comércio internacional.

Tabela 3: Exportações mundiais de mercadorias por grupo de produtos - anual (milhões US\$)

Merchandise Exports By Product Group – Annual (Million US dollar)					
Ranking	Product/Sector	2003	2022	2023	Var. % ⁴¹
1	MACHPH - Pharmaceuticals	\$ 204.983,00	\$ 909.199,00	\$ 906.182,00	342,08%
2	MI - Fuels and mining products	\$ 968.340,00	\$ 5.163.256,00	\$ 4.260.681,00	340,00%
3	Fuels	\$ 764.264,00	\$ 4.101.197,00	\$ 3.285.356,00	329,87%
4	Food	\$ 549.601,00	\$ 2.011.302,00	\$ 2.027.991,00	268,99%
5	MACH - Chemicals	\$ 800.741,00	\$ 3.056.227,00	\$ 2.812.819,00	251,28%
6	MAMTOTIC - Integrated circuits and electronic components	\$ 278.998,00	\$ 1.077.572,00	\$ 963.756,00	245,43%
7	AG - Agricultural products	\$ 681.678,00	\$ 2.324.495,00	\$ 2.299.727,00	237,36%
8	TO - Total merchandise	\$ 7.588.373,00	\$ 24.904.277,00	\$ 23.885.972,00	214,77%
9	MAIS - Iron and steel	\$ 182.083,00	\$ 621.783,00	\$ 540.861,00	197,04%
10	MA - Manufactures	\$ 5.501.386,00	\$ 15.735.473,00	\$ 15.545.444,00	182,57%
11	MAMT - Machinery and transport equipment	\$ 2.940.480,00	\$ 7.685.470,00	\$ 7.975.910,00	171,25%
12	MAMTOTT - Telecommunications equipment	\$ 308.409,00	\$ 794.011,00	\$ 791.640,00	156,69%
13	MAMTAU - Automotive products	\$ 730.014,00	\$ 1.562.642,00	\$ 1.869.123,00	156,04%
14	MAMTTE - Transport equipment	\$ 1.030.753,00	\$ 2.231.078,00	\$ 2.591.101,00	151,38%
15	MAMTOF - Office and telecom equipment	\$ 957.176,00	\$ 2.565.921,00	\$ 2.400.060,00	150,74%
16	MACL - Clothing	\$ 233.281,00	\$ 577.722,00	\$ 548.046,00	134,93%
17	MATE - Textiles	\$ 173.066,00	\$ 352.584,00	\$ 324.084,00	87,26%
18	MAMTOTEP - Electronic data processing and office equipment	\$ 369.768,00	\$ 694.338,00	\$ 644.664,00	74,34%

Fonte: WTO (2025)

Em 2023, os circuitos integrados e componentes eletrônicos figuraram como o sexto grupo de produtos que mais cresceu em exportações nas últimas duas décadas, ficando atrás

⁴¹ A variação foi calculada com base nos dados de exportações entre os anos de 2003 e 2023, utilizando a série histórica mais recente disponível na base de dados da Organização Mundial do Comércio (WTO). Disponível em: <https://stats.wto.org>.

apenas de segmentos como farmacêuticos, combustíveis e produtos de mineração, alimentos e produtos químicos.

A Tabela abaixo mostra a análise do faturamento da indústria global de semicondutores entre 1986 e 2024, que revela uma transformação significativa na geografia da produção e do mercado, refletindo alterações estruturais na divisão internacional do trabalho, na capacidade tecnológica e na estratégia industrial dos países.

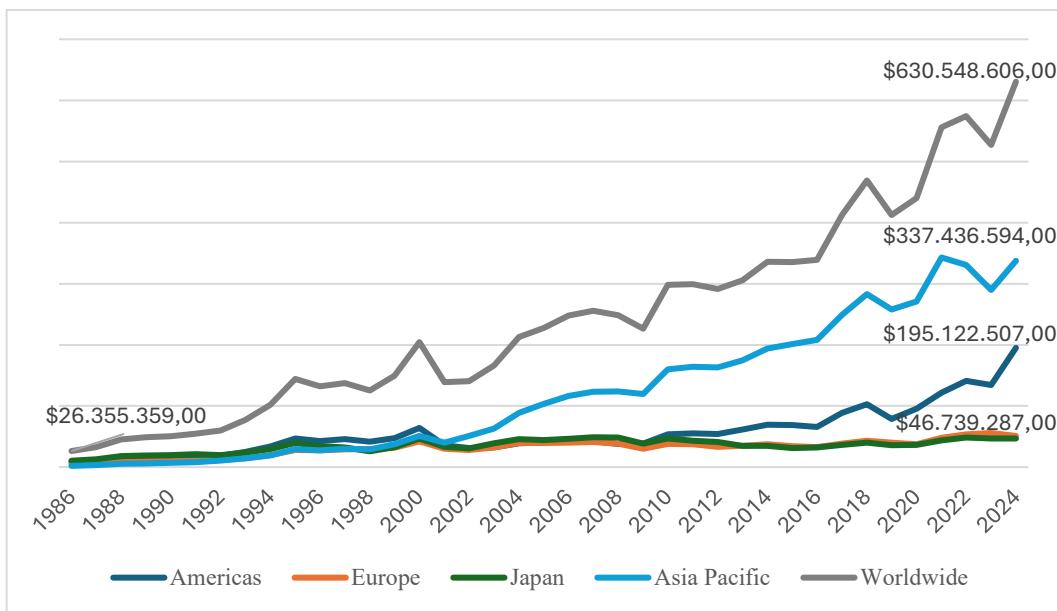
Tabela 4: Faturamento do mercado de semicondutores por localidade (1986/2024)

Faturamento por Localidade - 1986/2024*					
Local	1986	Participação	2024	Participação	Var. % Faturamento
Japan	\$ 10.450.725,00	39,65%	\$ 46.739.287,00	7,41%	347,23%
Europe	\$ 5.343.763,00	20,28%	\$ 51.250.218,00	8,13%	859,07%
Americas	\$ 8.508.557,00	32,28%	\$195.122.507,00	30,94%	2.193,25%
Asia Pacific	\$ 2.052.314,00	7,79%	\$337.436.594,00	53,51%	16.341,76%
Worldwide	\$ 26.355.359,00	100,00%	\$630.548.606,00	100,00%	2.292,49%

Fonte: WSTS (2025)

Entre 1986 e 2024, o faturamento da indústria global de semicondutores passou por uma transformação profunda, revelando não apenas o crescimento exponencial do setor, mas também uma significativa reconfiguração geográfica da produção e do poder tecnológico. Em termos globais, o mercado cresceu mais de vinte vezes, com um aumento de 2.292,49%, saltando de US\$ 26,35 bilhões em 1986 para US\$ 630,55 bilhões 2024 (WSTS, 2025). No entanto, mais do que o crescimento absoluto, o que chama atenção é a mudança na distribuição regional do faturamento, que expõe um deslocamento do centro dinâmico da indústria em direção à Ásia.

Gráfico 7: Evolução do faturamento mundial do mercado de semicondutores (1986/2024)



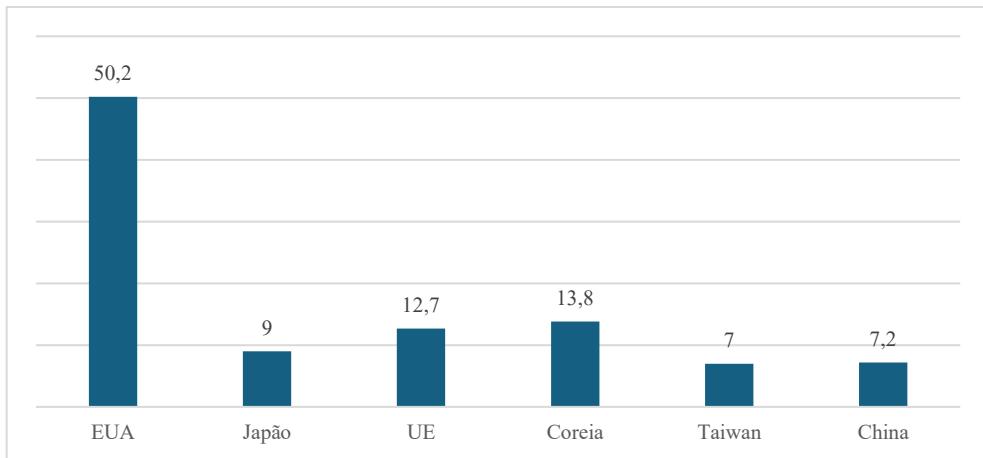
Fonte: WSTS (2025)

A região da Ásia-Pacífico é, sem dúvida, o novo epicentro global da indústria de semicondutores. Em 1986, essa região respondia por apenas US\$ 2,05 bilhões (7,79% do total global), mas em 2024 atingiu US\$ 337,4 bilhões, o equivalente a 53,51% do faturamento mundial (um crescimento de 16.341,76%). Esse avanço pode ser atribuído à ascensão de países como China, Coreia do Sul e Taiwan, que adotaram políticas industriais robustas, com forte apoio estatal, investimentos em P&D e estratégias de formação de conglomerados e aprendizado tecnológico.

Em 2023, as empresas de semicondutores com sedes nos Estados Unidos detinham a metade da quota das vendas globais (50,2%)⁴², seguidas por empresas sul-coreanas com 13,8%, empresas europeias com 12,7%, Japão com 9%, China (7,2%) e Taiwan (7%) com participações semelhantes (SIA, 2024).

⁴² De acordo com a SIA (2024), as empresas de semicondutores dos EUA, grande parte sediadas em Hong Kong tem a maior fatia de mercado do mundial.

Gráfico 8: Participação no mercado global de semicondutores – 2023



Fonte: SIA (2024)

Por outra ótica, a demanda global por semicondutores pode ser analisada a partir de três critérios distintos, que refletem diferentes perspectivas do mercado da indústria eletrônica:

- i) localização da sede de fabricantes de dispositivos eletrônicos;
- ii) local onde o dispositivo é fabricado/montado;
- iii) localização dos usuários finais que compram os dispositivos eletrônicos.

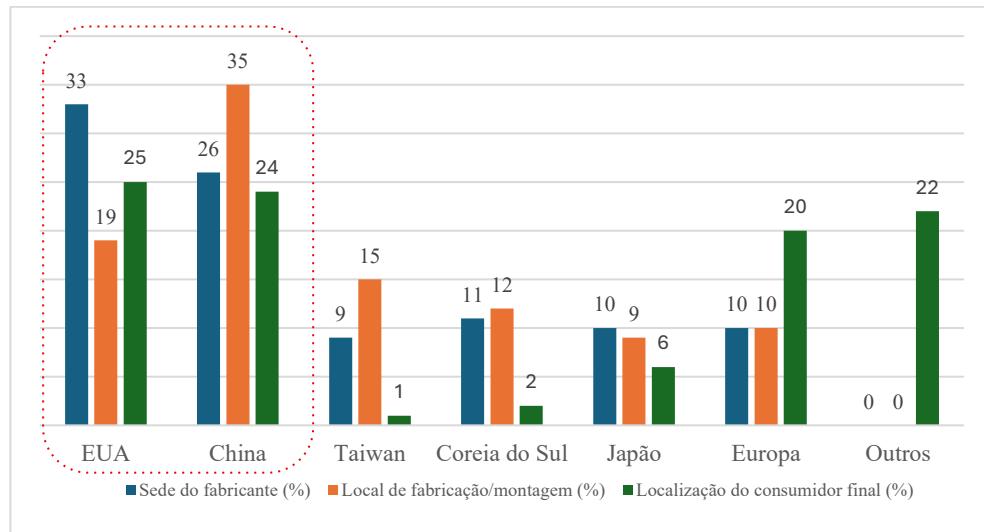
O primeiro critério considera a localização da sede do fabricante de dispositivos eletrônicos, ou seja, das empresas que projetam os produtos e decidem quais chips utilizar. Nessa abordagem, como pode ser visto no gráfico abaixo, os Estados Unidos lideram com 33% da demanda, seguidos por China (26%) e Coreia do Sul (11%).

O segundo critério observa o local onde o dispositivo é efetivamente fabricado ou montado, muitas vezes por empresas terceirizadas. Essa ótica destaca a China, que concentra 35% das atividades de montagem, seguida por Taiwan (15%) e Coreia do Sul (12%). Os EUA aparecem com apenas 19% nesse critério, evidenciando o deslocamento da produção para a Ásia.

Por fim, o terceiro critério considera a localização do usuário final que adquire os dispositivos eletrônicos. Aqui, a distribuição da demanda é mais equilibrada: os Estados Unidos

representam 25% do consumo, a China 24%, e Europa e "Outros" somam, respectivamente, 20% e 22%.

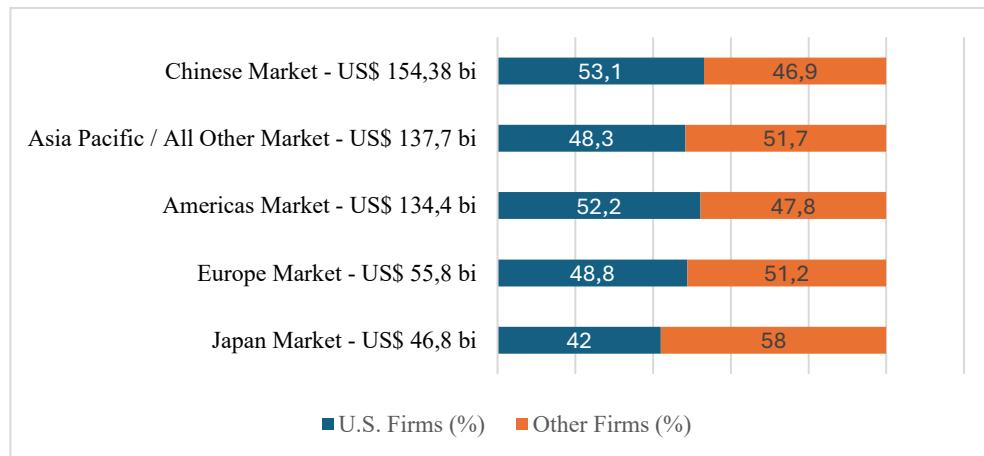
Gráfico 9: Visões alternativas da origem geográfica da demanda por semicondutores (em %)



Fonte: Varas *et al.* (2021)

As empresas de semicondutores sediadas nos Estados Unidos mantiveram a liderança de mercado em todas as principais regiões globais. Os dados revelam que, mesmo em mercados altamente competitivos e estratégicos como China (US\$ 154,3 bilhões) e Ásia-Pacífico (US\$ 137,7 bilhões), as firmas norte-americanas lideram com 53,1% e 48,3% de participação, respectivamente.

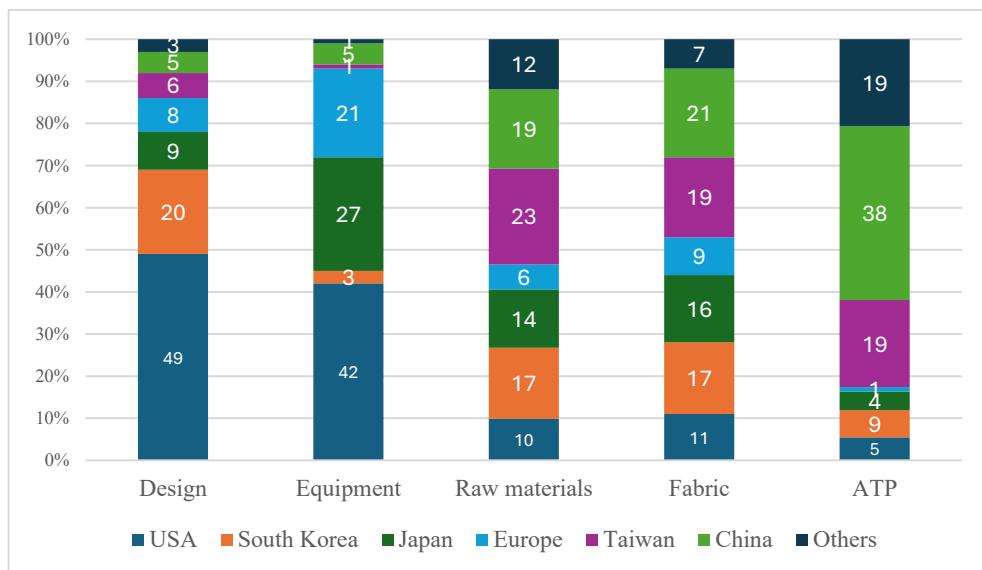
Gráfico 10: Participação das empresas americanas nos mercados regionais (2023)



Fonte: SIA (2024)

A disputa pela liderança do faturamento do mercado envolve principalmente os Estados Unidos, os países da União Europeia, o Japão, a Coreia do Sul, Taiwan e a China. Os EUA se destacam nas atividades mais intensivas em pesquisa e desenvolvimento (P&D), liderando segmentos como automação de design eletrônico (EDA)⁴³, propriedade intelectual, design de chips (49%) e equipamentos avançados de fabricação (42%). No mercado global, empresas americanas de design, como AMD, Apple e Qualcomm, estão na vanguarda, enquanto Intel e Micron mantêm uma posição competitiva na fabricação de semicondutores (Ezell, 2024; Allianz Trade, 2025).

Gráfico 11: Distribuição regional do valor gerado para cada segmento da cadeia produtiva de semicondutores (2021)



Fonte: Allianz Trade (2025)

O mercado global de *Electronic Design Automation* (EDA) totalizou mais de US\$ 8 bilhões em faturamento em 2021. As empresas norte-americanas lideram amplamente esse setor, capturando quase metade do mercado global, o qual inclui não apenas EDA, mas também Propriedade Intelectual (IP) e receitas provenientes de serviços de design. Os Estados Unidos se destacam nesse processo por concentrarem empresas fornecedoras exclusivas de software com capacidades abrangentes para projetar chips de ponta (Thadani; Allen, 2023; Allianz Trade, 2025).

⁴³ A automação de design eletrônico (EDA), é um conjunto de software, hardware e serviços essenciais para projetar chips e dispositivos semicondutores: Disponível em: https://www.cadence.com/en_US/home/explore/what-is-electronic-design-automation.html.

Dentre as principais fornecedoras mundiais de EDA, destacam-se as empresas norte-americanas *Cadence Design Systems*, *Synopsys* e *Mentor Graphics* (subsidiária da alemã Siemens), que juntas detinham cerca de 70% do mercado de EDA em 2021. Essas empresas oferecem soluções completas que cobrem desde o design de circuitos integrados até simulações e validações avançadas (Thadani; Allen, 2023).

Conforme mostra a tabela abaixo, a liderança estadunidense é reforçada pela presença de outras empresas relevantes como ANSYS, Altair, PDF Solutions, CEVA Inc. e Keysight Technologies. No entanto, o mercado também conta com a presença de firmas asiáticas, como Zuken (Japão) e as chinesas Empyrean, Primarius Technologies e Semitronix, que têm buscado expandir sua participação neste setor estratégico. A australiana Altium Limited, com sede também nos Estados Unidos, é outro exemplo de player com presença internacional significativa.

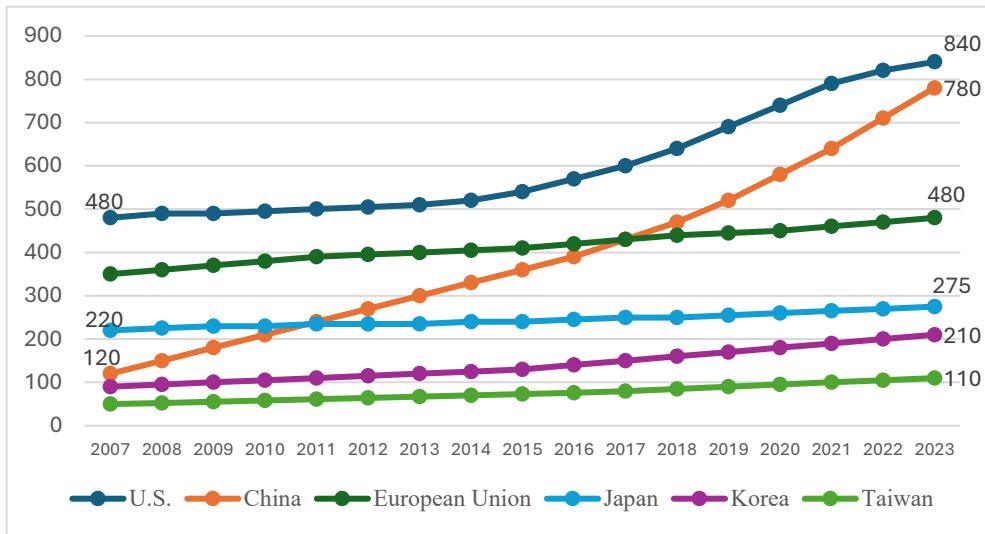
Quadro 7: Principais empresas de fornecimento de EDA - Eletronic Design Automation (2021)

Select Firms	Company Headquarters
Altium Limited	United States; Australia
Altair	United States
ANSYS	United States
Arteris	United States
Cadence Design Systems Inc.	United States
Keysight Technologies Inc.	United States
PDF Solutions	United States
Synopsys Inc.	United States
CEVA Inc.	United States
Shrodinger Inc.	United States
Mentor Graphics (subsidiary of Siemens EDA)	United States
Zuken	Japan
Empyrean	China
Primarius Technologies	China
Semitronix	China

Fonte: Thadani, Allen (2023)

Os investimentos públicos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) desempenham papel estratégico no fortalecimento das estruturas tecnológicas nacionais e na ampliação da capacidade de liderança em tecnologias de ponta. Esses aportes possibilitam o estreitamento dos vínculos entre pesquisadores e a indústria, acelerando a transição de inovações científicas para aplicações comerciais ou de defesa. As pesquisas básicas e aplicadas conduzidas por agências federais em áreas relacionadas aos semicondutores constituem a base para a inovação tecnológica e para a consolidação da liderança em setores considerados críticos, como o de semicondutores (SIA, 2025).

Gráfico 12: Despesas anuais com P&D por localização da empresa - 2007-2023 (em bilhões)



SIA (2025)

Majerowicz (2019, p. 5) argumenta que há uma relação orgânica entre o Estado e o desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), uma vez que, assim como ocorre em outras indústrias tecnologicamente inovadoras e de fronteira, o setor de TIC é estruturalmente dependente de ecossistemas de inovação liderados pelo Estado. Essa dependência manifesta-se tanto no apoio financeiro governamental necessário para viabilizar o desenvolvimento tecnológico quanto no suporte estatal para a introdução e consolidação comercial de novos produtos tecnológicos no mercado. Contudo, “essa afirmação não implica que todo novo produto, inovação incremental e descoberta seja contingente ou dependente do Estado, embora ela seja particularmente verdade para a emergência de tecnologias de uso geral como circuitos integrados e redes de computadores”.

O Gráfico 12 ilustra a evolução dos investimentos anuais em pesquisa e desenvolvimento (P&D), de 2007 a 2023, com base na localização da sede das empresas. Nesse período, Estados Unidos e China se destacaram como os principais investidores globais. Os Estados Unidos iniciaram o período com aproximadamente US\$ 480 bilhões e ultrapassaram a marca de US\$ 840 bilhões em 2023. A China, por sua vez, apresentou uma trajetória ainda mais acelerada de crescimento, saltando de cerca de US\$ 120 bilhões em 2007 para aproximadamente US\$ 780 bilhões em 2023. A União Europeia registrou um crescimento mais modesto e estável ao longo do período, enquanto Japão, Coreia do Sul e Taiwan também

apresentaram uma evolução constante, porém em níveis significativamente inferiores aos dos líderes EUA e China.

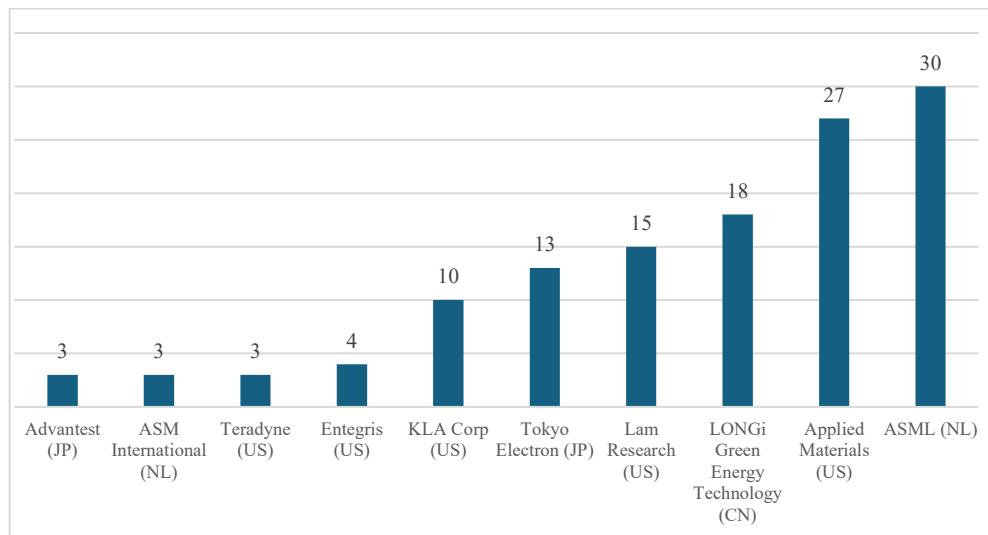
Nos Estados Unidos, o avanço da liderança tecnológica no setor de semicondutores é impulsionado por pesquisas básicas e aplicadas promovidas por agências federais como a *National Science Foundation (NSF)*, o *National Institute of Standards and Technology (NIST)* e o *Department of Energy (DOE)*, que estabelecem as bases para a inovação em tecnologias críticas. Além disso, iniciativas como o *National Semiconductor Technology Council (NSTC)*, o *National Advanced Packaging Manufacturing Program (NAPMP)* e o *Semiconductor Manufacturing and Advanced Research with Twins USA (SMART USA)* são consideradas fundamentais para fortalecer a articulação entre o setor produtivo, os centros de pesquisa e as prioridades estratégicas do Estado (SIA, 2025).

O Leste Asiático lidera a fabricação de *wafers*, setor que demanda investimentos substanciais em capital, acesso a infraestrutura altamente desenvolvida e força de trabalho qualificada. Na mesma região, durante as décadas de 1980 e 1990, o Japão dominou a indústria global de semicondutores, alcançando uma participação de 52% no mercado mundial. Atualmente, como mostra o Gráfico 11, o Japão tem uma participação importante no fornecimento de maquinários essenciais de alta precisão usados em processos avançados de fabricação. Nesse mesmo segmento, as empresas americanas e japonesas geram mais valor do que a Europa (42% e 27%, respectivamente). Entretanto, é importante salientar, que as empresas europeias se destacam em equipamentos para a fabricação de semicondutores, com algumas empresas liderando o fornecimento de ferramentas críticas para litografia, gravação e deposição.

Ao contrário dos EUA e do Japão, a Europa não tem um conjunto tão grande de empresas de tecnologia líderes em suas atividades. Porém existem algumas, como a empresa holandesa ASML, que produz dispositivos de litografia de alta precisão, e a ASM, que atua na área de deposição. Essas empresas estão entre as 10 maiores no segmento de equipamentos, classificadas em 1º e 9º lugar, respectivamente, com base na receita de 2023. Por outro lado, o ecossistema industrial europeu também apresenta uma forte interconexão entre os setores automotivos e de semicondutores⁴⁴ (Allianz Trade, 2025).

⁴⁴ Essa estreita relação com o setor automotivo contribuiu significativamente para o desenvolvimento de uma expertise tecnológica avançada na Europa (especialmente na Alemanha, cuja indústria automobilística possui um peso expressivo na economia global). Esse ecossistema favoreceu a especialização em chips automotivos e em uma gama de tecnologias correlatas, como os sistemas avançados de assistência ao condutor (ADAS), sensores de alta precisão, soluções ópticas e semicondutores voltados para aplicações energéticas (Allianz Trade, 2025).

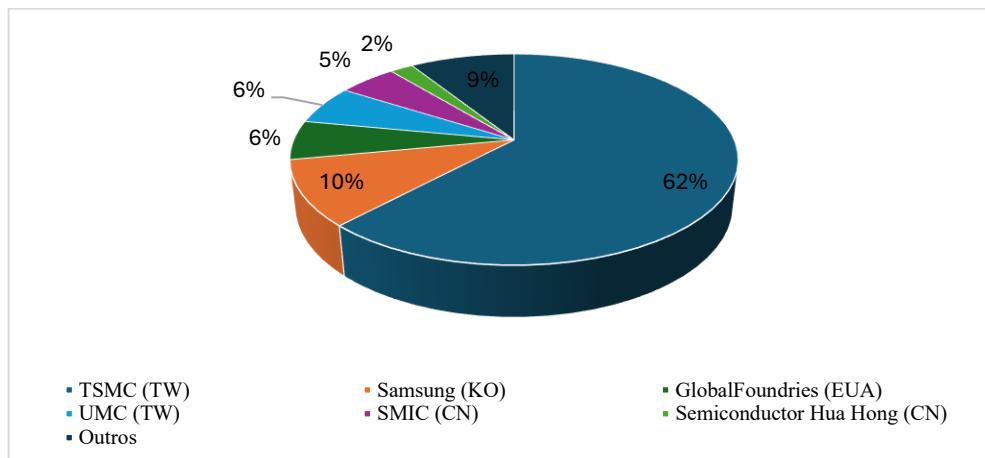
Gráfico 13: As 10 maiores empresas de equipamentos semicondutores por receita (US\$ bilhões - 2023)



Fonte: Allianz Trade (2025)

A Coreia do Sul se destaca com a *Samsung Electronics Co*, que detém 15,9% do mercado de fundição. No entanto, a Taiwan *Semiconductor Manufacturing Company* (TSMC) se consolidou como a maior fabricante global de semicondutores do mundo, representando 15% do PIB de Taiwan e responsável por cerca de 60% da produção mundial de chips semicondutores (Jurgensen; Melo, 2020; Ezell, 2024). Além do processo de fabricação, Taiwan também se especializou na produção de materiais que são utilizados como insumos para a produção de *wafers* semiacabados, que são enviados para plantas de teste e montagem, geralmente localizados em países asiáticos vizinhos, esse ponto permite que as empresas taiwanesas tenham domínio sobre o funcionamento da fase de fabricação mundial, como mostra a figura abaixo. Embora haja um forte peso da Coreia do Sul (10%) e, em menor grau, da China (7%) no fornecimento desses materiais críticos ((Jurgensen; Melo, 2020; Ezell, 2024; Allianz Trade, 2025).

Gráfico 14: Participação de mercado das *foundries* por repartição de receita (por empresa e país de origem) – 2023



Fonte: Allianz Trade (2025)

Conforme observado Triolo (2021), no que se refere à capacidade de *foundry*, ou seja, a fabricação de projetos desenvolvidos por empresas *fabless*, a China conta apenas com duas companhias de relevância global: a SMIC e a Hua Hong. Em 2019, essas empresas detinham, respectivamente, cerca de 5% e 2% do mercado mundial de fundição, enquanto líderes como TSMC (54%), Samsung (20%), GlobalFoundries (9%) e UMC (8%) concentravam participações significativamente maiores⁴⁵. O autor destaca ainda que não há fabricantes chineses de dispositivos integrados (*IDMs*), uma vez que a maior parte das empresas já migrou ou está em processo de transição para o modelo de fundição. Apesar disso, sob o impulso do *Outline* e do Fundo Nacional de Circuitos Integrados, o setor manufatureiro chinês vem apresentando, desde 2014, uma taxa média composta de crescimento próxima a 25%.

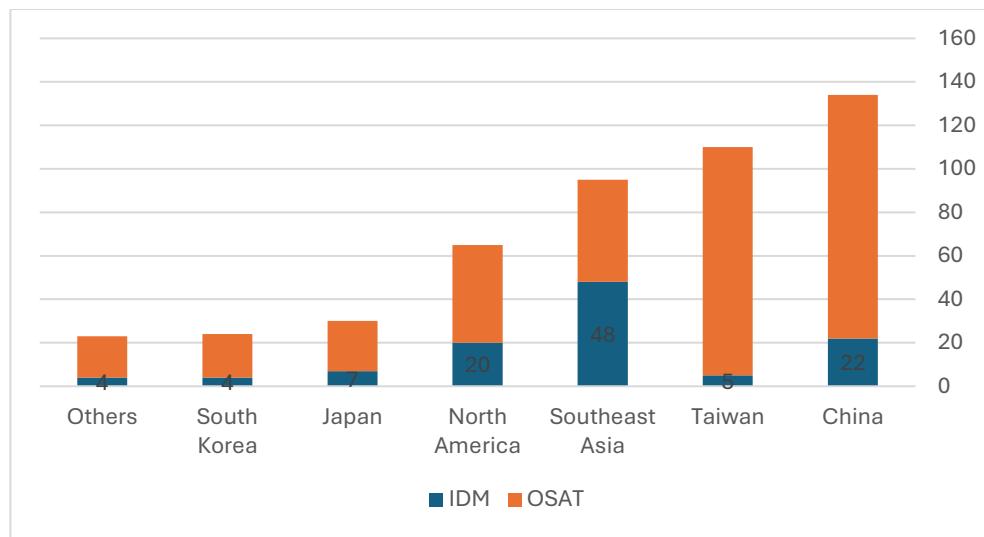
A fase de montagem, testes e embalagem está localizada principalmente no Sudeste Asiático, com países como Malásia, Vietnã e Filipinas se especializando no processamento de semicondutores de *back-end* (Allianz Trade, 2025).

A China lidera mundialmente as atividades de ATP, sendo responsável por aproximadamente 38% da produção global nesse segmento. Embora tenha se inserido na cadeia global de semicondutores a partir dos anos 2000, o país obteve êxito notável nessa etapa devido aos expressivos fluxos de investimento direto estrangeiro (IED) que recebeu no período, incluindo aportes provenientes de sua vizinha Taiwan (Majerowicz, 2015).

⁴⁵ O que pode ser visto no gráfico acima que ilustra a participação de mercado das principais *foundries* mundiais.

Em 2021, a China concentrava 27% das 484 instalações globais de ATP, totalizando 134 unidades. Já em agosto de 2023, as empresas chinesas respondiam por 38% do mercado global de ATP, sendo que os cinco maiores *players* de OSAT⁴⁶ (JCET, HT-Tech, TF, LCSP e Chippacking) eram todos chineses (Ezeel, 2024).

Gráfico 15: Número de instalações de ATP por país/região – 2021

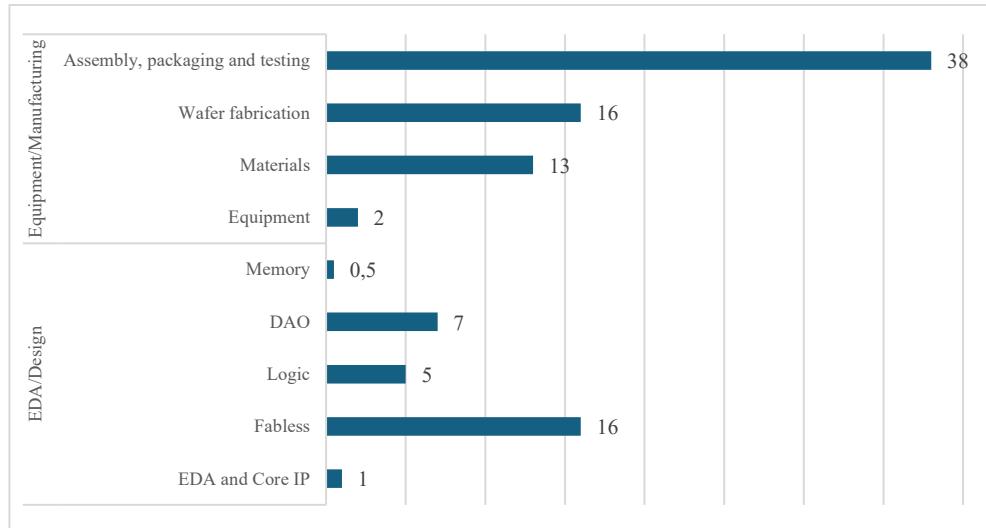


Fonte: Ezel (2024)

Embora a China detenha apenas 7,2% do mercado global de vendas de chips (gráfico 8), esse número tende a crescendo rapidamente, fazendo progressos significativos graças aos investimentos e estratégias do Estado e um mercado interno em expansão. As empresas *fabless* chinesas e líderes em IDM avançaram significativamente em processadores móveis de nível intermediário e bandas base, CPUs embarcadas, processadores de rede, sensores e desenvolvimento de dispositivos de energia (SIA, 2021).

⁴⁶ As OSATs são empresas especializadas em montagem e teste de chips, atuando como terceirizadas para as IDMs – que controlam todo o ciclo de produção de semicondutores – e as empresas "fabless" – que projetam chips mas não fabricam (Oliveira, 2023).

Gráfico 16: Participação da China na cadeia de suprimentos de semicondutores por segmento principal – 2020



Fonte: SIA (2021)

As empresas chinesas já detinham 16% do mercado global de semicondutores *fabless*⁴⁷ (em 2020), ocupando a terceira colocação depois de EUA e Taiwan. A China também está fechando as lacunas no design de chips de IA, devido em parte à demanda crescente do mercado de nuvem em hiperescala e dispositivos inteligentes de consumo, soma-se às menores barreiras de entrada no segmento de design. As empresas *fabless* agora estão produzindo designs de chips de 7/5nm para tudo, desde IA até comunicações 5G (SIA, 2021).

Como pode ser visto no Gráfico 17, a indústria de design de chips da China aumentou rapidamente de tamanho desde 2015, impulsionada por fatores como a ampla disponibilidade de capital (do governo e do setor privado), apoio governamental, desejo de localizar a indústria, crescimento da demanda e aquisição de empresas estrangeiras (Ezeel, 2024).

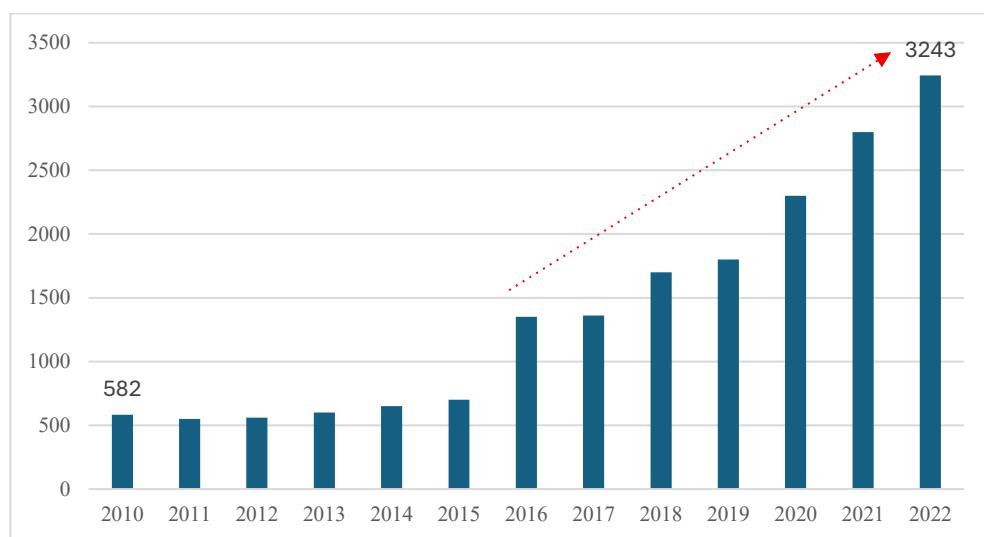
Ezeel (2024, p. 14, grifo nosso), pondera que

De fato, de 2010 a 2022, o número de empresas de design de semicondutores na China aumentou quase seis vezes, de 582 para 3.243. As vendas totais da indústria chinesa de design de CI atingiram 557,4 bilhões de yuans (US\$ 76,7 bilhões) em 2023. Ainda assim, as empresas de design chinesas foram responsáveis por apenas 8% da receita global de design em 2022, sem nenhuma empresa chinesa entre as 25 maiores empresas de design globais.

⁴⁷ Indicando um esforço de avanço no campo do design sem fabricação própria.

Logo, é importante observar que etapas intensivas em tecnologia e conhecimento, como design de chips (EDA, lógicos e IP), a China ainda detém uma participação marginal, geralmente abaixo de 7%, com destaque para menos de 1% em ferramentas EDA e design de memória, segmentos considerados estratégicos (Gráfico 16). Além disso, a baixa presença no segmento de equipamentos (2%) pode ser um gargalo para a autonomia industrial chinesa, uma vez que os equipamentos de litografia e fabricação de *wafers* são altamente concentrados em países como EUA, Japão e Holanda⁴⁸.

Gráfico 17: Número de empresas de design de semicondutores na China



Fonte: Ezeel (2024)

A China também é um importante fabricante de wafers *front-end*, com fundições e IDMs estrangeiros instalando fábricas para garantir a proximidade com as cadeias de suprimentos dos clientes, aproximadamente 23% da capacidade global instalada está localizada na China, da qual 30% é de propriedade de empresas multinacionais, principalmente de outros países do Leste Asiático. Contudo, quase 95% da capacidade instalada de fabricação de semicondutores na China está concentrada em tecnologias com *nós* de processo iguais ou superiores a 28 nm⁴⁹.

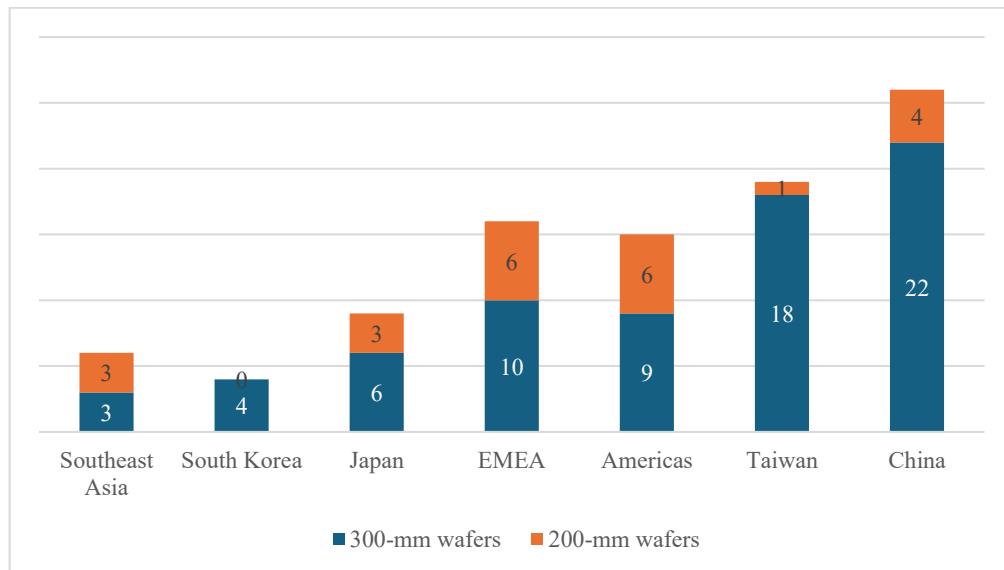
A China deverá liderar a expansão da capacidade global de semicondutores nos próximos anos. Projeções indicam que, em 2024, o país adicionará mais capacidade de

⁴⁸ Os dados comparados podem ser observados no Gráfico 11.

⁴⁹ Os chips lógicos “avançados” ou de ponta são geralmente considerados como sendo de menos de 14 nm, enquanto chips “lagacy” (frequentemente chamados de “nós maduros”) referem-se àqueles fabricados usando processos tecnológicos de 28 nm ou mais. Os chips legados são especialmente comuns em automóveis, dispositivos médicos, eletrodomésticos, energia, infraestrutura e produtos aeroespaciais.

fabricação de chips do que o restante do mundo combinado, com um acréscimo de aproximadamente 1 milhão de wafers por mês em relação a 2023. A participação da China na produção global de nós maduros deve crescer de 31% em 2023 para 39% até 2027 (Ezell, 2024).

Gráfico 18: Novas fábricas e grandes expansões previstas para entrar em operação - 2022/2026



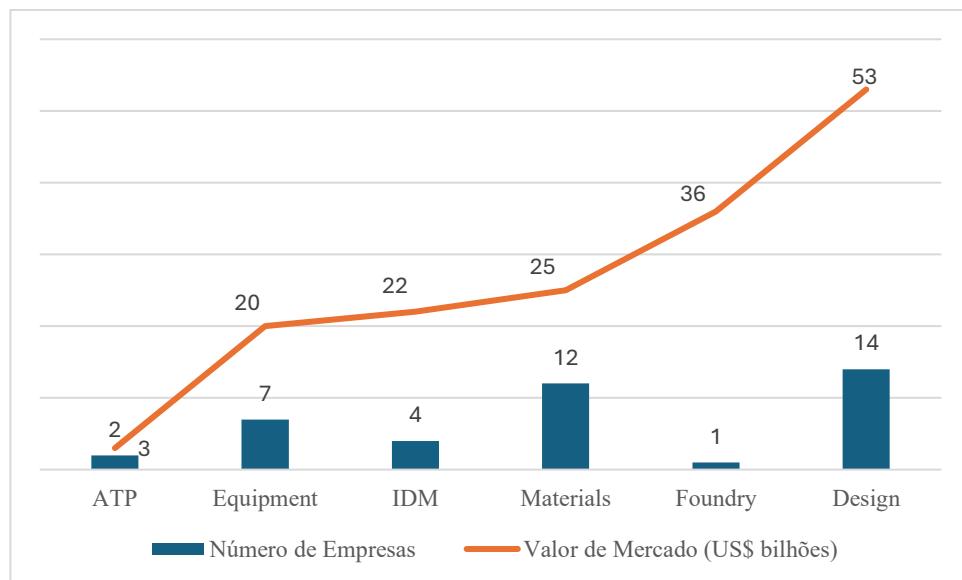
Fonte: Ezeel (2024)

Box 1: EMEA significa Europa, Oriente Médio e África (em inglês: *Europe, the Middle East and Africa*). É uma região geográfica usada frequentemente em contextos corporativos e de negócios para se referir a essa área combinada.

Atualmente, a China já responde por 27% da capacidade mundial de produção de chips com tecnologias entre 20 e 45 nanômetros, e por 30% da capacidade referente a tecnologias entre 50 e 180 nanômetros. Além disso, entre 2022 e 2026, o país deve liderar a construção de novas fábricas ou ampliações de grande porte, com a previsão de inauguração de 26 novas instalações (à frente de Taiwan, com 19 unidades no mesmo período). No primeiro trimestre de 2024, a produção de circuitos integrados na China registrou um aumento de 40%, totalizando 98,1 bilhões de unidades, impulsionada principalmente pelo crescimento na fabricação de chips legados (Ezell, 2024).

Como pode ser visto no Gráfico 19, quarenta empresas de semicondutores na cadeia de suprimentos têm ações negociadas publicamente no novo STAR Board da China, no estilo Nasdaq. Essas empresas, juntas, levantaram um total de US\$ 25,6 bilhões durante seus IOPs⁵⁰.

Gráfico 19: 40 empresas de semicondutores listadas no mercado STAR Board e sua capitalização de mercado por segmento (maio 2021)



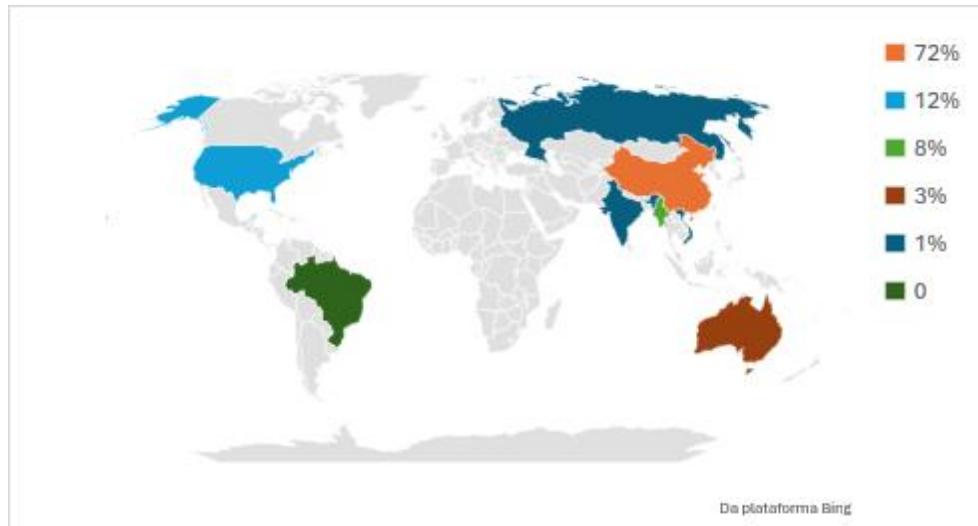
Fonte: SIA (2021)

Como estratégia de convergência para impulsionar o desenvolvimento da cadeia de semicondutores, o país tem intensificado seus esforços em todos os segmentos da indústria, tanto no design quanto na fabricação e nos materiais. Um reflexo desse movimento foi a aceleração expressiva nos investimentos: em 2020, mais de 22.800 novas empresas de semicondutores foram registradas na China (crescimento de 195% em relação a 2019).

Quanto à fabricação, reserva de matérias primas e insumos estratégicos, a China exerce um papel estratégico e dominante no fornecimento global de recursos minerais essenciais para a indústria de semicondutores, sobretudo no que tange aos elementos de terras raras (*Rare Earth Elements – REEs*).

⁵⁰ Sigla para *Initial Public Offering* (IPO), pode ser traduzido como oferta pública inicial. Trata-se de um procedimento por meio do qual uma empresa passa a ter suas ações negociadas na bolsa de valores. Esse processo também é conhecido como abertura de capital.

Figura 9: Produção de terras raras por localização



Fonte: Allianz Trade (2025)

A China, segundo dados do relatório da Allianz Trade (2025), foi responsável por 72% da produção global de REEs e detém cerca de 48% das reservas conhecidas no mundo, consolidando um importante elo da cadeia de suprimentos desses insumos críticos. Esse domínio vai além da extração, a China também lidera os processos de refino e separação de terras raras, etapas altamente especializadas e concentradas em seu território.

Tabela 5: Produção e reservas de terras raras por localização

País/Região	Reserva (%)	Produção (%)
	China	72%
USA	2%	12%
Burma	1%	8%
Australia	6%	3%
Vietnam	1%	1%
Brazil	23%	1%
Russia	1%	1%
India	4%	1%
Rest of world	11%	3%

Fonte: Allianz Trade (2025)

Entre os elementos estratégicos estão o neodímio, disprósio e térbio, fundamentais na fabricação de ímãs permanentes utilizados em equipamentos de litografia, motores e sensores

de alta precisão. Além disso, metais críticos como o gálio (98% da produção mundial), o germânio (cerca de 60%), o silício de grau eletrônico (85%) e o índio (70%) são amplamente utilizados na produção de chips, painéis solares, LEDs, transistores e dispositivos optoeletrônicos (Allianz Trade, 2025).

A análise apresentada neste capítulo evidenciou o caráter estratégico da indústria de semicondutores e destacou a inserção da China em um mercado marcado por forte concentração tecnológica, barreiras estruturais e crescente disputa geopolítica. Essa discussão permite avançar, no capítulo seguinte, para a compreensão histórica do esforço chinês de construção de capacidades produtivas e tecnológicas, examinando como o Estado desempenhou papel central na condução das reformas econômicas, na formulação de políticas industriais e na implementação de programas como o *Made in China 2025*. Ao resgatar a trajetória da industrialização tardia e os mecanismos de *catch-up* adotados, busca-se compreender como a experiência histórica chinesa moldou as estratégias recentes de planejamento estatal e de fortalecimento da indústria de semicondutores.

4 CHINA EM PERSPECTIVA HISTÓRICA: DA INDUSTRIALIZAÇÃO TARDIA ÀS POLÍTICAS PARA A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES

Depois da segunda guerra mundial um punhado de países não pertencentes ao Atlântico Norte – o “resto” – se alçou à condição de concorrentes de classe mundial em uma vasta gama de indústrias de média tecnologia. As receitas nacionais alcançaram níveis sem precedentes e a renda *per capita* dobrou em questão de décadas. (Amsden, 2009, p. 27).

Amsden (2009), denomina de “resto” os países retardatários que ingressaram no processo de industrialização no período pós-Segunda Guerra Mundial. Trata-se de economias que, embora não fizessem parte do eixo tradicional de industrialização -formado pelos Estados Unidos e países da Europa Ocidental -, lograram ascender por meio de trajetórias únicas e específicas de industrialização, algumas alcançando maior êxito do que outras. Esse conjunto denominado “resto” inclui países da Ásia, como China, Índia, Indonésia, Coreia do Sul, Malásia, Taiwan e Tailândia; da América Latina, como Argentina, Brasil, Chile e México; e, no Oriente Médio, a Turquia.

Entre 1965 e 1995, observou-se uma importante transformação na distribuição da produção manufatureira mundial, impulsionada pelo avanço dos países de industrialização tardia, os quais Amsden (2009), denomina de “resto”. Em 1965, esse grupo representava apenas 4,9% da produção manufatureira global, proporção significativamente inferior à sua participação populacional (47,5%) e ao PIB mundial (7%). Três décadas depois, essa discrepância foi reduzida: em 1995, a participação do “resto” na manufatura mundial saltou para 17,4%, dobrando sua participação no PIB mundial.

Tabela 6: Participação do "resto" na população mundial, no PIB mundial e na produção manufatureira mundial (1965 - 1995)

	Participação	1965 (%)	1995 (%)
Com a China	População	47,5	49,5
	PIB	7,0	14,1
	PIB em manufaturas	4,9	17,4
Sem a China	População	33,1	35,7
	PIB	6,3	11,6
	PIB em manufaturas	4,3	12,9

Fonte: Amsden (2009)

Todavia, o ponto central desse processo reside no fato de que, pela primeira vez na história, um conjunto de países considerados “atrasados” - entre os quais se destaca a China - alcançou a industrialização com base em tecnologias inicialmente importadas, sem dispor de inovações endógenas. Conforme observa Amsden (2009, p. 29), “eles avançaram em indústrias que exigem elevado grau de capacidades tecnológicas sem terem inicialmente nenhuma capacidade tecnológica própria”.

No século XX, a industrialização tardia, especialmente na Ásia, passou a ser marcada pela ausência de tecnologias pioneiras, inclusive entre as empresas líderes. Diferentemente dos países que se industrializaram precocemente, com base em inovações disruptivas e produtos originais, os países de industrialização tardia não possuíam, em sua fase inicial, ativos tecnológicos próprios. Para esses países, a industrialização tornou-se, essencialmente, um processo de aprendizado e assimilação tecnológica - isto é, um desenvolvimento baseado na capacidade de "aprender" para poder competir (Amsden, 1992). Essa trajetória fundamenta-se na adaptação de tecnologias já existentes, importadas ou copiadas, e na construção progressiva de capacitações industriais, frequentemente mediadas pela ação do Estado e pela disciplina imposta aos setores produtivos.

A industrialização tardia, portanto, configurou-se como um caso singular de aprendizado puro, caracterizado por uma completa dependência inicial do conhecimento técnico proveniente do exterior. Tal mecanismo revela um traço estrutural *sine qua non* da dependência, conforme discutido por Furtado no capítulo anterior; evidenciando a centralidade do acesso ao progresso técnico por meio das transferências tecnológicas originárias da inserção subordinada no comércio internacional⁵¹.

Essa lógica ajuda a entender o caso chinês nas últimas décadas. A China, apesar de avanços impressionantes em diversas áreas, seguiu inicialmente esse modelo de industrialização por aprendizado. A ausência de tecnologias de ponta próprias foi compensada por estratégias ativas de aquisição tecnológica, tanto via investimento estrangeiro direto como por meio de acordos de transferência de tecnologia, *joint ventures* e, mais recentemente, fusões e aquisições internacionais. Assim como observado por Amsden (1992; 2009), seguindo o modelo de alguns países da Ásia, o desenvolvimento industrial chinês foi conduzido por um Estado estrategicamente ativo, que estabeleceu metas de desempenho, impôs exigências de

⁵¹ Como descrito por Celso Furtado nos processos de desenvolvimento autônomo e dependente - Figuras 1 e 2 (p. 28).

conteúdo local e direcionou o crédito e os subsídios à construção de capacidades industriais internas.

4.1 O ESFORÇO DE CATCH-UP CHINÊS: O PAPEL DO ESTADO E TRÊS DÉCADAS DE REFORMAS ESTRUTURAIS

4.1.1 A China e a “mão visível do Estado”

É inegável que, em um intervalo relativamente curto de tempo, a China passou de uma economia majoritariamente agrária e tecnologicamente “atrasada” para uma superpotência econômica, militar e tecnológica. Esse salto qualitativo foi resultado de três décadas de crescimento acelerado, conduzido por um modelo de desenvolvimento orientado pelo Estado⁵², com forte ênfase em planejamento estratégico e políticas industriais robustas. Ao ingressar na segunda década do século XXI, a China consolidou-se como a segunda maior economia do mundo⁵³, além de ocupar posições de liderança como maior exportador global, principal nação manufatureira, maior detentora de reservas internacionais e titular do maior superávit em conta corrente do planeta (Paraná; Lopes, 2022).

Segundo Medeiros (2022), a China foi capaz de retirar centenas de milhões de pessoas da pobreza e consolidar uma ampla classe média com crescente capacidade de consumo. Paralelamente, o país alcançou a fronteira tecnológica em diversos setores estratégicos. Atualmente, seu investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) é o segundo maior do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. O autor coloca que:

Esta extraordinária evolução ocorreu num contexto de profundas mudanças nas instituições econômicas e sociais herdadas da Revolução de 1949, baseadas na propriedade estatal de todos os meios de produção, no planejamento central compulsório e no igualitarismo social. Sob a

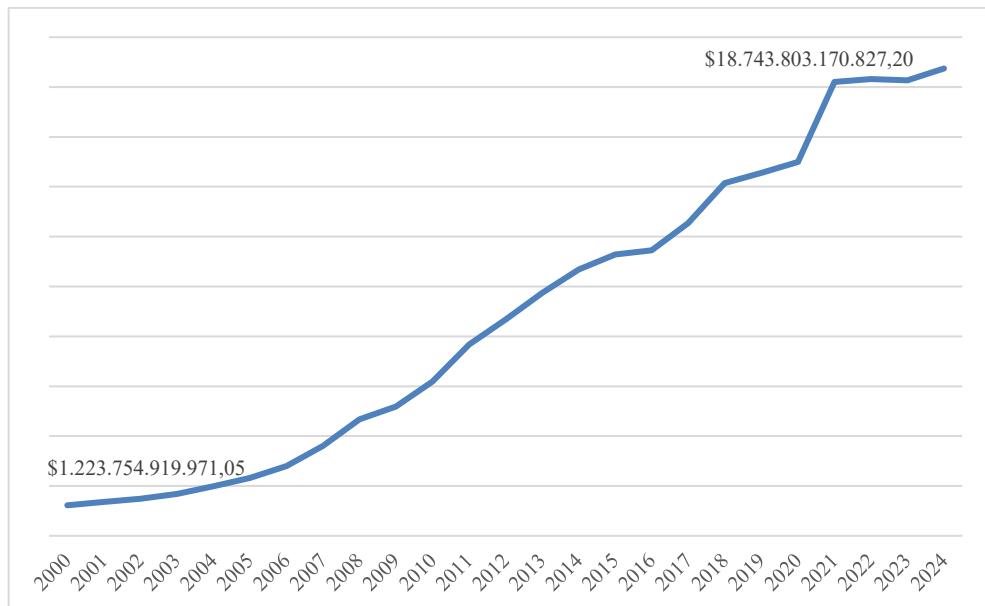
⁵² Nonnenberg (2022) destaca que existem diferenças importantes nas formas de aplicação e nos impactos das políticas entre países com economias descentralizadas (ainda que com significativa presença estatal) e um país como a China, onde, apesar da expressiva atuação de empresas privadas, o papel do Estado permanece muito mais forte e determinante no direcionamento do desenvolvimento.

⁵³ Masieiro e Coelho (2014), ratificam o argumento acrescentando que o século XXI está sendo marcado por grandes modificações na geografia econômica internacional, motivadas, em grande parte, pelo ressurgimento da China cuja trajetória econômica recente propiciou resultados que permitem considerá-la uma das grandes potências político-econômicas da atualidade. Com taxas de crescimento econômico e de exportações e importações elevadas, bem como de receptividade de investimentos, a China, de uma economia pouco expressiva nos anos 1990, já havia se tornado, no fim da primeira década dos anos 2000, o segundo maior PIB do mundo, a principal origem internacional de produtos (exportações) e o segundo destino mundial de Investimento Direto Estrangeiro (IDE).

coordenação de Planos Quinquenais, o desenvolvimento econômico se deu sob uma estrutura empresarial formada por grandes empresas estatais e bancos públicos, que assumiram um papel central na condução da acumulação de capital, e um grande setor privado, nacional e internacional. (Medeiros, 2022, p. 32).

Como ilustração do crescimento Chinês, entre 2000 e 2024, o Produto Interno Bruto (PIB) do país apresentou uma trajetória de crescimento notável, passando de aproximadamente US\$ 1,22 trilhão em 2000 para US\$ 18,74 trilhões em 2024 (um crescimento nominal de mais de 15 vezes em apenas 24 anos). Esse processo consolida a ascensão da China como a segunda maior economia do mundo em termos nominais e a primeira em Paridade de Poder de Compra (PPC).

Gráfico 20: PIB da China - 2000/2024 (US\$)



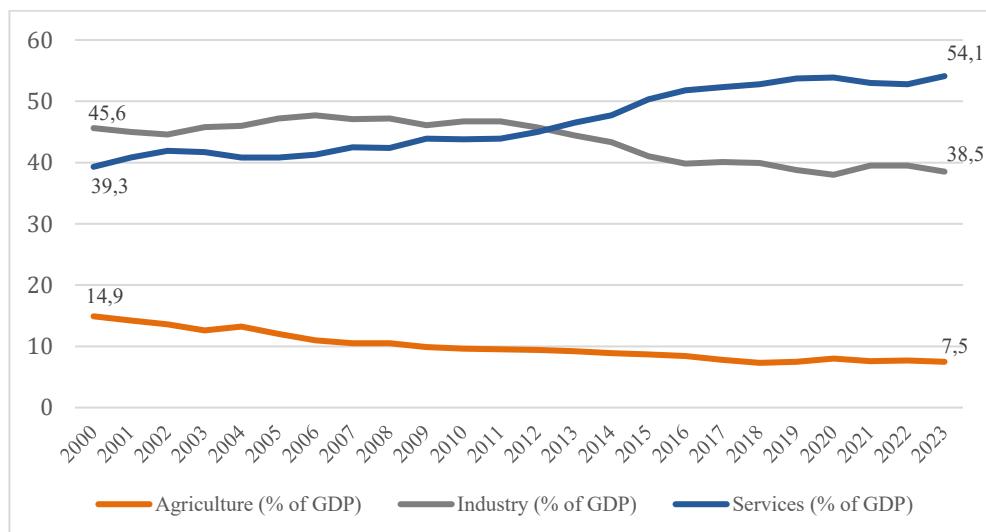
Fonte: World Bank (2025)

Azevedo (2022, p. 107) amplia a análise no tempo e acrescenta que a China passou por reformas importantes no papel do Estado, proporcionando uma impressionante performance sob o comando do Partido Comunista Chinês (PCCh). “Entre 1952 e 2018, o PIB do país cresceu 174 vezes, com uma taxa média anual de 8,1%, com seu valor agregado industrial se multiplicando por 970, com um crescimento médio anual de 11%. O PIB per capita cresceu 70 vezes nesses 66 anos”.

O robusto desempenho econômico da China, sustentado por políticas industriais e de estímulo à inovação tecnológica nos últimos anos, tem se articulado a um processo de

reestruturação da base produtiva. Conforme indicam os dados apresentados no gráfico a seguir, observa-se uma tendência de leve declínio na participação da indústria no Produto Interno Bruto (PIB); contudo, o setor industrial ainda mantém relevância substancial, respondendo por 38,5% do PIB em 2023⁵⁴. Paralelamente, o setor agrícola registrou uma redução expressiva em sua participação no PIB, passando de 14,9% em 2000 para 7,5%⁵⁵ em 2023. Esse movimento evidencia o processo de transição estrutural da economia chinesa, caracterizado pela gradual perda de peso das atividades primárias em favor da indústria e, sobretudo, dos serviços.

Gráfico 21: Composição do PIB por setor (%) - China (2000/2023)



Fonte: ADB (2023)

A economia chinesa apresentou, entre 2000 e 2007, um ciclo de crescimento acelerado, com taxas superiores a 10% ao ano, alcançando o pico de 14,15% em 2007. Esse período corresponde ao auge do processo de industrialização intensiva, integração nas cadeias mundiais e forte investimento em infraestrutura e exportações.

Contudo, a partir de 2010, observa-se um processo de desaceleração gradual, com as taxas de crescimento se estabilizando entre 6% e 7%, e posteriormente recuando ainda mais, especialmente após 2019. Em 2020, sob o impacto da pandemia, o crescimento caiu para 2,34%, recuperando-se parcialmente em 2021, mas mantendo-se abaixo da média histórica nos anos

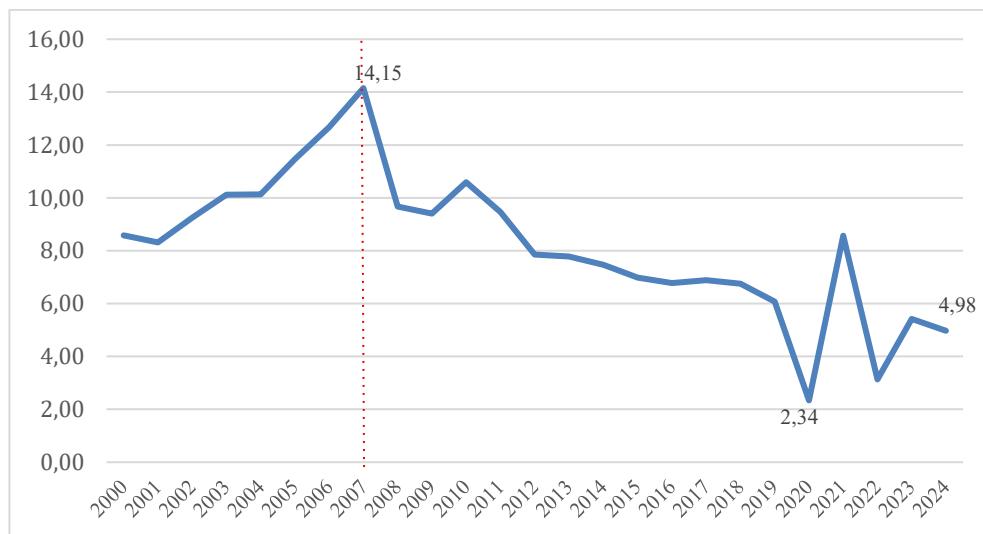
⁵⁴ Moreira (2022) salienta que é preciso considerar que a realidade da economia mundial é uma tendência de queda da participação da indústria como proporção do PIB.

⁵⁵ Uma redução de 49,66%, entre os anos 2000 e 2023, em termos de proporção do PIB chinês.

seguintes, com previsão de 4,98%⁵⁶ em 2024. Todavia, essa trajetória não representa apenas um ciclo econômico, mas sim uma transição estratégica do modelo de desenvolvimento chinês.

A desaceleração não é somente um sinal de arrefecimento do crescimento, mas de mudança de direção: de um modelo extensivo baseado em exportações e mão de obra barata para um modelo intensivo em tecnologia, inovação e consumo interno. Esse processo ocorre em paralelo à formulação e execução de políticas industriais robustas, como o *Made in China 2025* (China, 2015) e o 14º Plano Quinquenal, que buscam superar a armadilha da renda média por meio da modernização da base produtiva e da soberania tecnológica (Moreira, 2022).

Gráfico 22: Taxa de crescimento do PIB, a preços constantes (%) - China (2000/2024)



Fonte: World Bank (2025)

Como pode ser visto no Gráfico 23, a partir de dados do IMF (2024)⁵⁷, nas últimas quatro décadas, a participação da China no PIB mundial (medido por Paridade de Poder de Compra) cresceu de forma expressiva, passando de 2,06% em 1980 para 20,41% em 2024, superando Estados Unidos e União Europeia⁵⁸. Esse avanço reflete o rápido crescimento econômico chinês, impulsionado por industrialização, políticas de inovação e forte investimento estatal. Em contraste, os EUA e a UE apresentaram queda relativa em sua

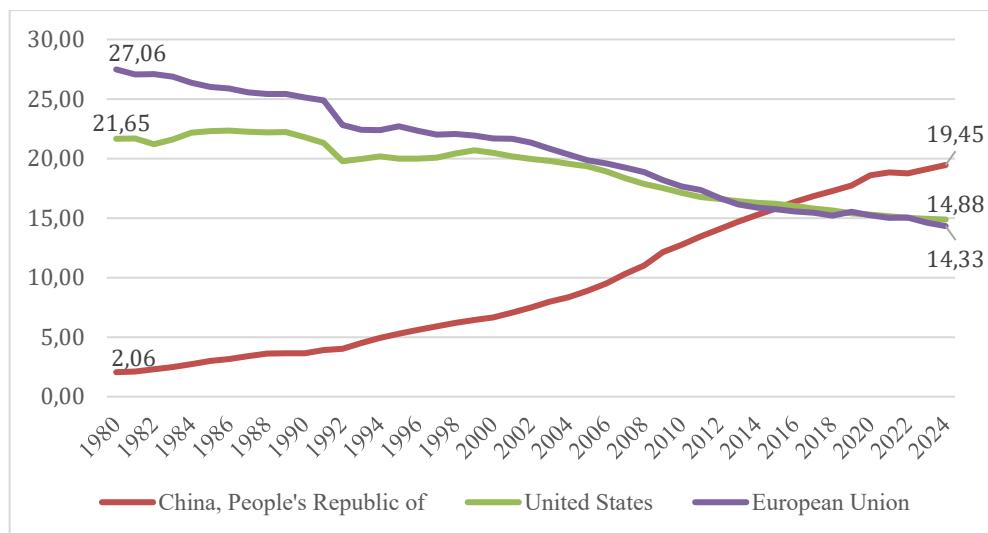
⁵⁶ A manutenção de taxas próximas a 5% ainda representa um crescimento elevado em termos comparativos internacionais, considerando o tamanho da economia chinesa e a maturidade de sua estrutura produtiva.

⁵⁷ Disponível em: <https://www.imf.org/external/datamapper/PPPSH@WEO/CHN/USA/EU?year=2024>.

⁵⁸ Sob a ótica do PIB nominal - distinta da abordagem baseada na Paridade do Poder de Compra (PPP) -, os Estados Unidos responderam por aproximadamente 24,9% da economia global em 2022, seguidos pela China (17,5%) e pela União Europeia (16,2%). Esses percentuais referem-se à participação de cada região no PIB mundial, estimado em US\$ 102,2 trilhões naquele ano, conforme dados do Fundo Monetário Internacional (IMF, 2023).

participação (de 21,65% para 14,88% e de 27,06% para 14,33%, respectivamente). O cenário mostra uma transição no centro de gravidade da economia mundial, com a China emergindo como potência econômica dominante em termos de produção global.

Gráfico 23: Evolução na participação do PIB mundial - China, EUA e União Europeia (em PPP) - 1980/2024



Fonte: IMF (2024)

Em 2015, a China consolidou-se como a principal “fábrica do mundo”, respondendo por uma fatia significativa da produção global em diversos setores industriais: 28% dos automóveis, 41% dos navios, mais de 80% dos computadores, mais de 90% dos telefones celulares, 60% dos televisores coloridos, mais de 50% dos refrigeradores, 80% dos aparelhos de ar-condicionado, 24% da energia e metade do aço produzido mundialmente (European Chamber, 2017).

Tabela 7: Participação da China na produção mundial (produtos selecionados) – 2015

Produto	Participação da China (%)
Automóveis	28
Navios	41
Computadores	>80
Telefones celulares	>90
Aparelhos de TV coloridos	60
Refrigeradores	>50
Aparelhos de ar-condicionado	80
Energia mundial	24
Aço	50

Fonte: European Chamber (2017)

Nogueira (2022, p. 127) argumenta que, por trás dos resultados positivos do vertiginoso crescimento chinês, encontra-se um projeto autônomo de desenvolvimento nacional, conduzido pelo Partido Comunista Chinês, “que levou ao surgimento de um Estado planejador, regulador, provedor, investidor, empreendedor e vigilante”. Segundo a autora, historicamente, o desenvolvimento sob a égide do capitalismo jamais prescindiu dessas funções estatais em contextos de rápida ascensão econômica e transformação estrutural. A autora aprofunda sua análise ao resgatar o contexto histórico que deu origem ao nacionalismo e à forma-Estado chinesa, elementos centrais na trajetória de desenvolvimento do país. Segundo Nogueira (2021, p. 7),

Essa forma-Estado poderosa emergiu na China nos anos 1980 encrustada em uma revolução socialista (1949) e amalgamada em um nacionalismo que fora fermentado por cem anos durante o período de humilhação e de esfacelamento do tecido social que caracterizou o choque com o imperialismo (da primeira Guerra do Ópio, em 1839 até a revolução). Isso significa que quando falamos em Estado na China, falamos na verdade do Partido Comunista Chinês. E que quando falamos em desenvolvimento, falamos de uma visão da modernização com um sentido ontológico de civilização frente a um sistema internacional percebido como uma ameaça permanente.

Souza (2018), aponta que Deng Xiaoping, líder da República Popular da China, para alcançar seu autoproclamado objetivo de modernização socialista, lançou mão de um modelo de capitalismo monopolista de Estado combinado - em interação, por mais paradoxal que pareça - com a dinâmica da globalização neoliberal. Assim, o processo chinês de desenvolvimento articula elementos estatais robustos com estratégias voltadas à inserção ativa no mercado global. Nesse sentido, o autor argumenta que,

Essa combinação curiosa, com Deng, seria constituída por um tipo de Estado desenvolvimentista e, ao mesmo tempo, pela liberalização para o setor privado, para o mercado e para a integração à economia mundial. De forma inteligente, a liderança do PCC, com as reformas, aproveitou e usou a globalização neoliberal para, paradoxalmente, alcançar os objetivos nacional-desenvolvimentista do Estado chinês. (Souza, 2018, p. 60).

Isto posto, a trajetória chinesa de crescimento econômico foi marcada por uma combinação singular de políticas econômicas desenvolvimentistas e intervencionistas, nas quais o Estado assumiu papel central no direcionamento das forças de mercado. Essa atuação estatal se deu por meio de estratégias voltadas ao controle das variáveis macroeconômicas - especialmente câmbio e fluxos financeiros - e à regulação das instituições que moldam a

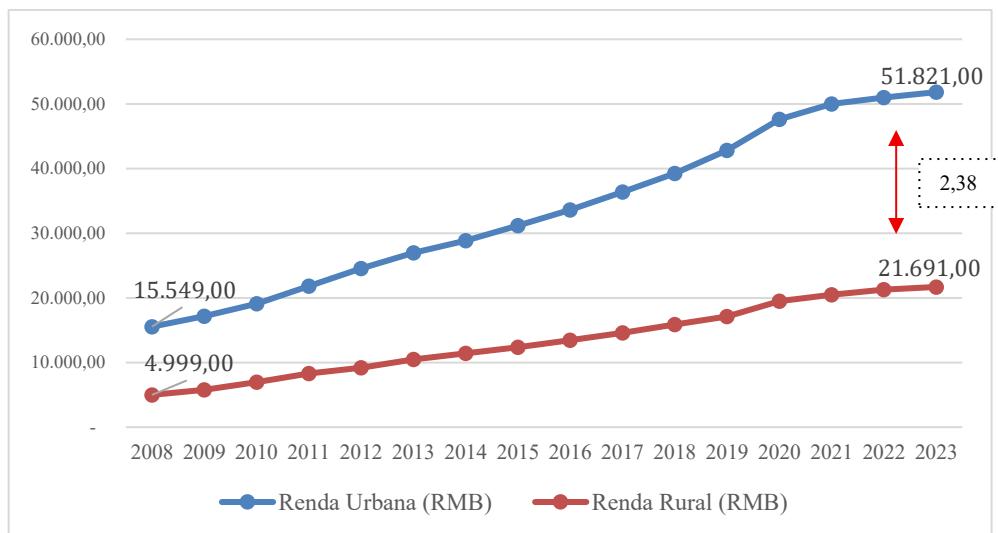
estrutura produtiva nacional. O resultado foi a construção de um caminho virtuoso de desenvolvimento, orientado por um planejamento de longo prazo e por metas estratégicas definidas pelo Partido Comunista Chinês.

Weber (2023) argumenta que o Estado chinês utiliza o mercado como instrumento para alcançar seus objetivos mais amplos de desenvolvimento nacional. Nesse sentido, preserva um grau significativo de soberania econômica, o que lhe permite proteger a economia doméstica das pressões do mercado global. Essa estratégia garante ao Estado a capacidade de isolar e resguardar setores considerados estratégicos (aqueles mais essenciais para a estabilidade interna e o crescimento de longo prazo) mesmo enquanto o país se integra gradualmente à economia capitalista global.

Nesse contexto, as ideias-força associadas ao chamado “caminho do desenvolvimento para uma ascensão pacífica” revelam uma estratégia cuidadosamente arquitetada: a utilização de instrumentos de mercado como meio para a absorção de tecnologias, conhecimentos produtivos e capacidades administrativas típicas das economias ocidentais. Essa apropriação, no entanto, não se deu de forma passiva ou subordinada, mas foi conduzida com vistas à criação de condições materiais e institucionais que favorecessem o fortalecimento da soberania econômica nacional (Cunha, 2007).

Dessa maneira, a complexidade da dinâmica de desenvolvimento chinês reside na capacidade de incorporar, de forma lenta, gradual e controlada, mecanismos típicos do mercado liberal capitalista, adaptando-os às prerrogativas de controle e coordenação estatal.

Por outro lado, embora a China tenha sido uma das economias que mais cresceram nas últimas três décadas (com expressivo aumento da renda per capita e significativa redução da pobreza), o período também foi marcado por um agravamento das desigualdades sociais na primeira década dos anos 2000, com níveis de desigualdade que ultrapassaram grande parte da Europa e se assemelharam aos dos EUA (Dollar, 2007; Piketty; Yang; Zucman, 2019). A desigualdade de renda se intensificou, impulsionada sobretudo pela disparidade entre áreas urbanas e rurais, assim como pela crescente distância entre os profissionais urbanos altamente qualificados e a classe trabalhadora urbana.

Gráfico 24: Evolução da renda urbana e rural na China (2008/2023) – (em RMB)⁵⁹

Fonte: UNDP (2024a)

A desigualdade de renda entre as áreas urbanas e rurais da China evidencia as disparidades estruturais associadas ao processo de desenvolvimento do país. Os dados mostram que, embora tenha havido um crescimento significativo da renda disponível per capita tanto em áreas urbanas quanto rurais, a diferença absoluta entre elas ainda é considerável (UNDP, 2024a).

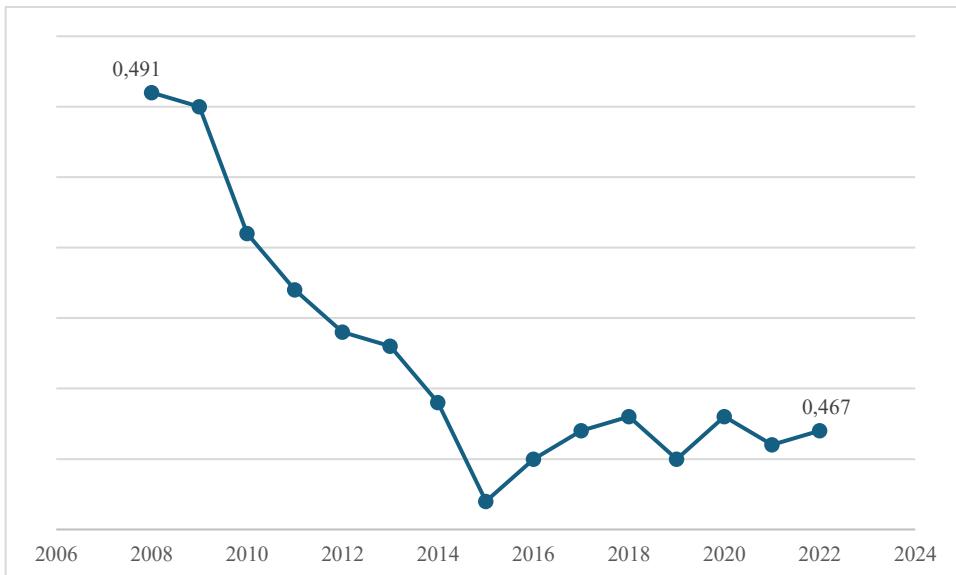
Em 2023, a renda urbana per capita atingiu 51.821 RMB, enquanto a renda rural foi de 21.691 RMB, ou seja, os residentes urbanos recebem, em média, mais do que o dobro da renda de seus pares rurais. No entanto, observa-se uma tendência de redução relativa dessa desigualdade ao longo do tempo: a relação urbano-rural, que era de 3,11 em 2008, caiu para 2,38 em 2023⁶⁰.

Segundo o relatório da Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial (UNDP, 2024a), o coeficiente de Gini para a renda da China atingiu pico em 2008, caindo continuamente até 2015. Em 2022, o valor se elevou para 0,467, superior à média de 0,35 das economias da Ásia-Pacífico.

⁵⁹ RMB ou renminbi é a moeda oficial da República Popular da China.

⁶⁰ Essa relação representa quantas vezes a renda urbana é maior do que a rural na China.

Gráfico 25: Coeficiente de Gini para a renda disponível - China (2006/2022)



Fonte: UNDP (2024a)

A comparação entre China, Estados Unidos e União Europeia, com base nos indicadores de Coeficiente de Gini, PIB per capita e IDH, revela importantes contrastes entre nível de desenvolvimento econômico e padrão de desigualdade social. Em 2022, a China registrou um IDH de 0,786, classificando-se como um país de alto desenvolvimento humano, mas ainda abaixo dos níveis observados nos Estados Unidos (0,938) e na União Europeia (0,895).

Quanto à desigualdade de renda, os Estados Unidos apresentam o maior Coeficiente de Gini entre os três, com 0,494, indicando elevada concentração de renda e baixa efetividade das políticas redistributivas. A China aparece logo em seguida, com Gini de 0,467, reflexo de disparidades persistentes entre áreas urbanas e rurais, regiões desenvolvidas e menos desenvolvidas, além do rápido enriquecimento de uma parte da sociedade.

Segundo Piketty, Yang e Zucman (2019), o nível de desigualdade na China era inferior ao da Europa no final da década de 1970, situando-se próximo ao padrão dos países nórdicos, tradicionalmente reconhecidos por sua maior equidade social. A tabela a seguir confirma essa avaliação, ao mostrar que, atualmente, a União Europeia apresenta o menor índice de desigualdade entre as regiões analisadas, com um coeficiente de Gini de 0,296.

Em síntese, tanto a China quanto os Estados Unidos apresentam elevados níveis de desigualdade⁶¹, com coeficientes de Gini próximos (0,467 e 0,494, respectivamente), o que

⁶¹ Segundo classificação adotada por instituições internacionais, como o Banco Mundial, o Coeficiente de Gini abaixo de 0,30 indica baixa desigualdade; entre 0,30 e 0,40, é considerada moderada; e acima de 0,40, caracteriza-se como alta desigualdade, podendo ser considerada muito alta quando supera 0,50. Essa métrica é utilizada como

indica que, apesar de contextos econômicos e institucionais distintos, ambos enfrentam desafios na distribuição de renda.

Tabela 8: Coeficiente de Gini, PIB Per capita e IDH - China, Estados Unidos e União Europeia (2022)

Região/País	Coeficiente de Gini	PIB Per capita	IDH
China	0,467	\$ 12.970,61	0,786
Estados Unidos	0,494	\$ 77.860,91	0,938
União Europeia	0,296	\$ 37.962,83	0,895

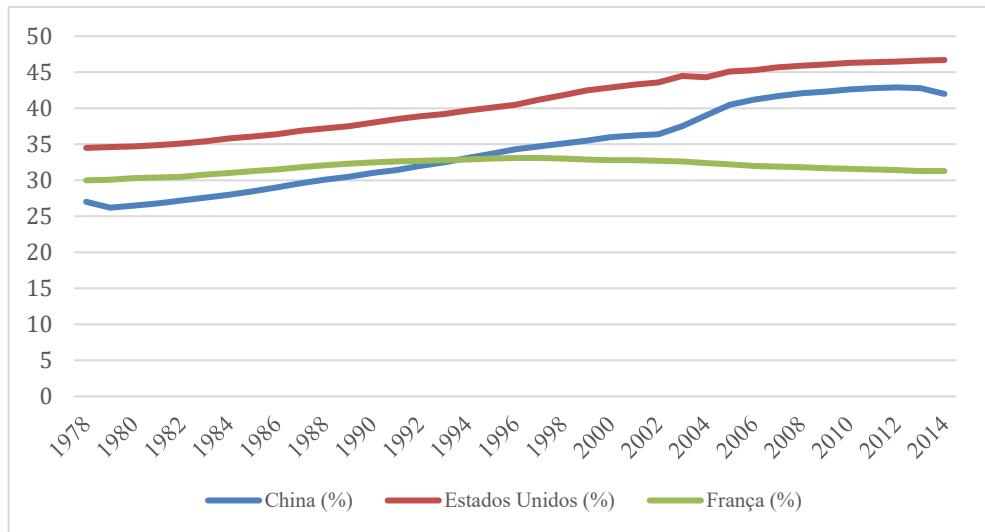
Fontes: NBS (2022), U.S. Census Bureau (2022), EuroStat (2022), World Bank (2022b), UNDP (2024b)

Como pode ser visto no Gráfico 26, o aumento mais expressivo da desigualdade de renda e riqueza na China ocorreu entre as décadas de 1980 e meados dos anos 2000. Nesse período, a parcela da renda nacional apropriada pelos 10% mais ricos da população passou de 27% em 1978 para 41% em 2015, enquanto a fatia dos 50% mais pobres - cerca de 536 milhões de adultos - caiu de 27% para apenas 15%. A desigualdade patrimonial, contudo, revela-se ainda mais acentuada: os 10% mais ricos concentravam aproximadamente 67% da riqueza total do país, frente aos 41% da renda. De forma ainda mais extrema, os 0,001% mais ricos detinham 5,8% de toda a riqueza nacional - proporção equivalente à dos 50% mais pobres da população⁶² (Piketty; Yang; Zucman, 2019).

parâmetro para comparações internacionais da concentração de renda e eficácia das políticas redistributivas (World Bank, 2022a).

⁶² Em 2015, os 50% mais pobres ganhavam cerca de 15% da renda total na China, contra 12% nos EUA e 22% na França. No entanto, a participação dos 10% mais ricos na riqueza da China (67% em 2015) estava se aproximando da dos EUA (72%) e era muito maior do que em um país como a França (50%) (Piketty; Yang; Zucman, 2019).

Gráfico 26: Participação dos 10% mais ricos na renda: China, EUA e França (%) – 1978/2014



Fonte: Piketty, Yang, Zucman (2019)

Em termos de PIB per capita, os Estados Unidos registram o valor mais elevado entre as três regiões/países, atingindo aproximadamente US\$ 77.860,91, o que reflete uma economia altamente produtiva e com elevado rendimento médio por habitante. A União Europeia ocupa uma posição intermediária, com um PIB per capita de US\$ 37.962,83. Já a China, embora tenha experimentado um crescimento acelerado e avanços consistentes na melhoria das condições de vida da população ao longo das últimas décadas, ainda apresenta um valor abaixo da média das outras regiões, cerca de US\$ 12.970,61⁶³, permanecendo classificada como uma economia de renda média-alta segundo os critérios do World Bank (2025)⁶⁴.

⁶³ Comparando proporcionalmente, a renda per capita chinesa (US\$ 12.970,61) corresponde a cerca de 16,6% da renda per capita dos Estados Unidos (US\$ 77.860,91) e aproximadamente 34,2% da média da União Europeia (US\$ 37.962,83).

⁶⁴ O Banco Mundial classifica as economias globais em quatro grupos com base na Renda Nacional Bruta (RNB) per capita, calculada pelo método Atlas, em dólares americanos. Essa categorização é atualizada anualmente, com base nos dados disponíveis até 1º de julho de cada ano. Para o ano fiscal de 2026 (com base na RNB de 2025), os critérios são os seguintes: países de baixa renda são aqueles com RNB per capita igual ou inferior a US\$ 1.135; renda média-baixa, entre US\$ 1.136 e US\$ 4.495; renda média-alta, de US\$ 4.496 a US\$ 13.935; e alta renda, para valores iguais ou superiores a US\$ 13.936. Essa classificação é amplamente utilizada como referência para políticas de desenvolvimento e para a elegibilidade a financiamentos e programas multilaterais (World Bank, 2025).

4.1.2 Trinta anos de reformas estruturais na China

No final da década de 1970 e início dos anos 1980, a China iniciou um conjunto de *reformas voltadas prioritariamente ao meio rural*, reconhecendo o papel estratégico da agricultura e das populações camponesas no processo de transformação estrutural do país. A atenção à questão agrária constituiu-se como um projeto decisivo para o rompimento da heterogeneidade estrutural herdada do passado, abrindo caminho para uma trajetória sustentada de desenvolvimento econômico e social.

Essa estratégia de reforma no campo desdobrou-se em três frentes principais, sendo a primeira marcada pela implementação, em 1978, do Sistema de Responsabilidade Familiar. Este novo arranjo institucional descentralizou o uso da terra, promovendo contratos de longo prazo - inicialmente de 30 anos - que concediam a pequenos núcleos familiares a posse e responsabilidade produtiva sobre lotes médios de 0,73 hectare. A terra, contudo, permaneceu sob propriedade coletiva, gerida pelos governos locais, o que garantiu certa estabilidade institucional sem desmobilizar a estrutura agrária socialista.

Com o passar das décadas, mesmo diante do crescimento demográfico e da crescente penetração do agronegócio no meio rural, esse modelo de uso da terra permaneceu em funcionamento. A descentralização fundiária chinesa, longe de significar uma desestruturação do setor, demonstrou elevada eficiência produtiva. Conforme destaca Nogueira (2021, p. 8), “o caso chinês, portanto, desafia o discurso da modernização conservadora de que somente a agricultura em larga escala é eficiente”. A segunda reforma rural ocorreu por meio da intervenção do Estado nos preços agrícolas - criando um termo de troca favorável aos produtos agrícolas. No modelo chinês havia um programa massivo de compras públicas dos produtos agrícolas nacionais, esse projeto assegura que todos os grãos produzidos seriam comprados pelo governo, dando impulso ao crescimento da renda camponesa. Fator que ajudou a diminuir o *gap urbano-rural* ao passo que incentivava a produtividade agrícola e reduziu a insegurança alimentar (Nogueira, 2022).

A terceira frente estratégica de reforma rural chinesa consistiu na promoção da industrialização via empresas coletivas organizadas no âmbito de vilas e municípios – *Town-Village-Enterprises* - as chamadas TVEs. O florescimento das TVEs foi viabilizado por um ambiente institucional favorável, sustentado pelo acesso a financiamento por meio de bancos comerciais públicos e cooperativas de crédito rural, além de mecanismos informais de

redistribuição local. Essa base financeira descentralizada foi essencial para fomentar o surgimento de pequenas e médias indústrias no campo, muitas das quais absorveram mão de obra excedente da agricultura, gerando empregos não agrícolas e diversificando as fontes de renda nas áreas rurais.

Além disso, o crescimento do mercado interno, protegido da concorrência internacional durante os primeiros estágios das reformas, criou demanda para os produtos das TVEs, que inicialmente atendiam às necessidades de consumo das famílias camponesas. Com o tempo, no entanto, muitas dessas unidades passaram a integrar as cadeias produtivas de exportação, fornecendo insumos e produtos intermediários para a indústria chinesa voltada ao mercado externo.

Quanto ao sucesso das reformas no campo, Nogueira (2021, p. 9), explica que

Em resumo, o sucesso da trajetória desenvolvimentista da China, em contraste com grandes países como a Índia, Brasil ou África do Sul do ponto de vista do tratamento da questão agrária, é marcante ao ter eliminado a possibilidade de uma massa de população rural sem-terra ou miserável no campo. A distribuição igualitária e universal da terra entre a população rural tornou-se a principal forma de proteção social e substituiu o antigo sistema de comunas agrícolas vigente durante o maoísmo.

Dessa forma, a industrialização rural criou uma malha de produção industrial intensiva em mão de obra distribuída em todo o país, absorvendo trabalhadores agrícolas excedentes e endogenizando os impulsos dinâmicos da industrialização.

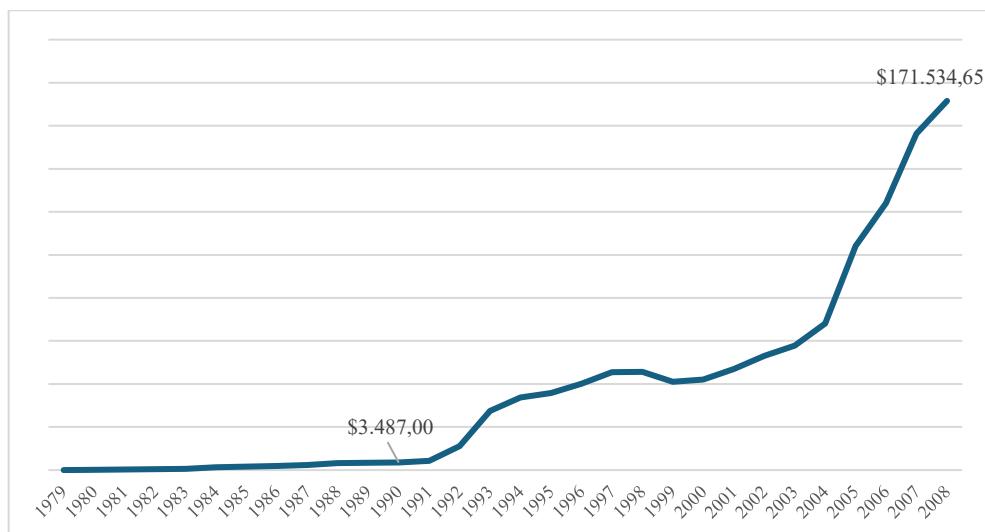
Observa-se também que, nesse período inicial de abertura e reformas, a pauta exportadora chinesa era majoritariamente composta por manufaturas simples e produtos primários, com destaque para bens resultantes da transformação de recursos naturais. Em 1985, essas categorias representavam aproximadamente 49% do total das exportações do país, revelando uma estrutura produtiva ainda fortemente ancorada em segmentos de baixo valor agregado (Bekerman *et al.*, 2013).

A partir dos anos 1990, a China se transformou no principal receptor de *Investimento Estrangeiro Direto* (IED) entre os países em desenvolvimento. O país priorizou a absorção de capitais na forma de investimentos diretos e tecnologia, além de ampliar a geração de divisas por meio do comércio internacional. De maneira que o governo chinês procurou manejar de forma pragmática a gestão de fluxo financeiros, fazendo uso de incentivos fiscais para a atração de IED, ao passo que criava restrições para o seu direcionamento interno (Cunha, 2007). Pois,

com o IED concentrado em áreas estratégicas, as empresas eram obrigadas a se associarem a empresas locais, transferindo-lhes tecnologia (Rodrik, 2006).

Os dados do Banco Mundial mostram que a entrada de Investimento Estrangeiro Direto (IED) na China apresentou crescimento acelerado ao longo da década de 1990. No início da década, o IED totalizou aproximadamente US\$ 3,5 bilhões, e nos anos seguintes houve um salto expressivo, refletindo o avanço das reformas econômicas e a intensificação da abertura ao capital externo. Esse movimento consolidou a China como um dos principais destinos globais de investimento produtivo, com trajetória ascendente contínua até atingir US\$ 171,5 bilhões em 2008, evidenciando a eficácia da estratégia de integração gradual à economia internacional (World Bank, 2025).

Gráfico 27: Investimento Estrangeiro Direto (IED) na China - 1979/2008- entradas líquidas (US\$ corrente/em milhões)



Fonte: World Bank (2024)

Segundo Nogueira (2021), o Estado chinês empenthou-se sistematicamente em disciplinar o capital externo, dentre as obrigações impostas ao IED nas décadas de 1990 e 2000, estavam: formação de *joint-venture*⁶⁵ com empresa estatal chinesa, acordos de transferências tecnológicas, regras de conteúdo local, definição geográfica da localização das fábricas e quotas para exportação e geração de empregos.

⁶⁵ A partir dos anos 1990, a China assumiu uma estratégia de aquisição de tecnologia importada bem definida: o país permite que as empresas estrangeiras tenham acesso ao mercado nacional em troca de transferências de tecnologia, pelo intermédio da produção conjunta (parcerias) ou *joint ventures*. Essa estratégia foi facilitada pela fraca aplicação de leis de proteção intelectual, estimulando a rápida disseminação de novas tecnologias, através da cópia, por exemplo. Fez-se uso também da engenharia reversa, imitando os produtos sem medo repressão ou penalidade (Rodrik, 2006).

Arrighi (2008), complementa que ao contrário do que se acredita, a característica que mais atraiu os capitais estrangeiros para a China não foi apenas sua imensa reserva de mão de obra barata, a particularidade mais atraente consistiu na elevada qualidade dessa reserva em termos de saúde, educação e capacidade de autogerenciamento, combinada à expansão rápida das condições de oferta e demanda para a mobilização produtiva dessa reserva dentro do território chinês⁶⁶. O autor exemplifica a estratégia bem-sucedida da entrada de IED na China ao mostrar acordos audaciosos entre empresas de tecnologia e concorrentes rivais do ramo automobilístico,

O governo chinês também acolheu bem o investimento estrangeiro direto, porém, mais uma vez, apenas se o considerasse algo que servisse ao interesse nacional. Assim, no início da década de 1990, informou sem muita cerimônia à Toshiba e a outras grandes empresas japonesas que, a menos que levassem consigo os fabricantes de peças, não precisavam nem se incomodar em mudar para o país. Mais recentemente, as empresas automobilísticas chinesas conseguiram a proeza de realizar joint ventures simultâneas com empresas estrangeiras rivais, como, por exemplo a Guangzhou Automotive com a Honda e a Toyota, algo que esta última sempre se recusou a fazer. Esse acordo permitiu ao parceiro chinês aprender as melhores práticas de ambos os concorrentes e ser o único, na rede tripartite, a ter acesso aos outros dois. (Arrighi, 2008, p. 361).

Entretanto, o capital externo foi apenas uma das vertentes da dinâmica de acumulação acelerada da China durante a década de 1990. Um segundo ponto estratégico foi, e continua sendo até hoje, a alocação de empresas estatais em posições-chave da acumulação do capital. A partir de 1997, uma fração importante das empresas estatais e coletivas foi privatizada, processo que abriu espaço para o surgimento de uma burguesia nacional vinculada às estruturas do Partido. Por outro lado, ao passo que foram reduzidas em número e escopo – reduzindo o volume de obrigações de seguridade social que vinham do maoísmo -, as empresas estatais passaram a se concentrar nos setores-chave que afetam tanto a taxa quanto a direção do investimento, como por exemplo: siderurgia, petroquímica, energia ferrovia, telecomunicações e sistema bancário (Nogueira, 2021).

As desregulamentações e as privatizações chinesas foram mais seletivas e avançaram em ritmo mais lento do que nos países que seguiram a receita neoliberal. A principal reforma não foi a privatização em si, e sim a exposição das empresas estatais à concorrência de umas

⁶⁶ Arrighi (2008), salienta que essa combinação importante não foi criada pelo capital estrangeiro, mas sim por um processo de desenvolvimento baseado em tradições nativas chinesas, como a tradição revolucionária que deu origem à República Popular da China.

com as outras, com grandes empresas estrangeiras e, acima de tudo, com uma cesta de empresas privadas e semiprivadas e comunitárias recém-criadas. Consequentemente, houve uma redução da participação das estatais no emprego e na produção em relação ao período 1949-1979. Todavia, o papel do governo não diminuiu sua influência e direcionamento ao desenvolvimento nacional. Pelo contrário, o governo investiu quantias enormes no desenvolvimento de novos setores, na criação de Zonas de Processamento de Exportações (ZPEs), na expansão e na modernização da educação superior e em grandes projetos de infraestrutura (Arrighi, 2008).

Os anos 2000 são marcados pela predominância do “Estado investidor” em todo seu potencial. Nesse período a taxa média dos investimentos manteve-se acima de 40% do PIB em toda década, num modelo claro de crescimento liderado pelo investimento *-investment-led growth*. O Estado continuou tendo papel fundamental enquanto formador de capital e investidor em infraestrutura, “garantindo a elevação da capacidade produtiva da economia e o desenvolvimento alargado nacionalmente via construção de ferrovias, portos, oleodutos, linhas de telecomunicações, geração e transmissão de energia, escolas, hospitais e saneamento básico” (Nogueira, 2022, p. 135). Segundo Nogueira (2022), o início do século XXI marca uma fase chinesa de canteiro de obras, com diversos empreendimentos e investimentos em todo o país. O Estado investidor, portanto, se materializou tanto na forma keynesiana – dado o efeito multiplicador desse tipo de gasto público sobre a renda, o emprego e as transações comerciais – quanto na forma schumpeteriana, preparando-se para a próxima revolução tecnológica.

A partir da primeira década dos anos 2000, o Estado chinês iniciou um processo de transformação estrutural ancorado na promoção de inovações tecnológicas. Essa reorientação estratégica deu ênfase à inovação endógena, estimulando mudanças tecnológicas lideradas por empresas nacionais. O direcionamento do investimento público e institucional passou a privilegiar a pesquisa e desenvolvimento (P&D) no âmbito empresarial, promovendo a acumulação de conhecimento, a aprendizagem organizacional e o fortalecimento das capacidades inovativas das firmas chinesas. Nesse contexto, observa-se uma inflexão no motor do crescimento econômico: o foco tradicional baseado na privatização, nas exportações e no investimento estrangeiro direto (IED) é progressivamente substituído por uma ênfase na inovação e na consolidação das exportações de bens de maior valor agregado (Nogueira, 2022; Rho; Lee; Kim, 2015).

Nesse contexto, o objeto do Partido Comunista Chinês não era simplesmente fazer *cath-up* e equiparar-se à performance dos países centrais, mas assumir a vanguarda em setores nos quais a liderança tecnológica ainda é indefinida e que fazem parte das atuais transformações da

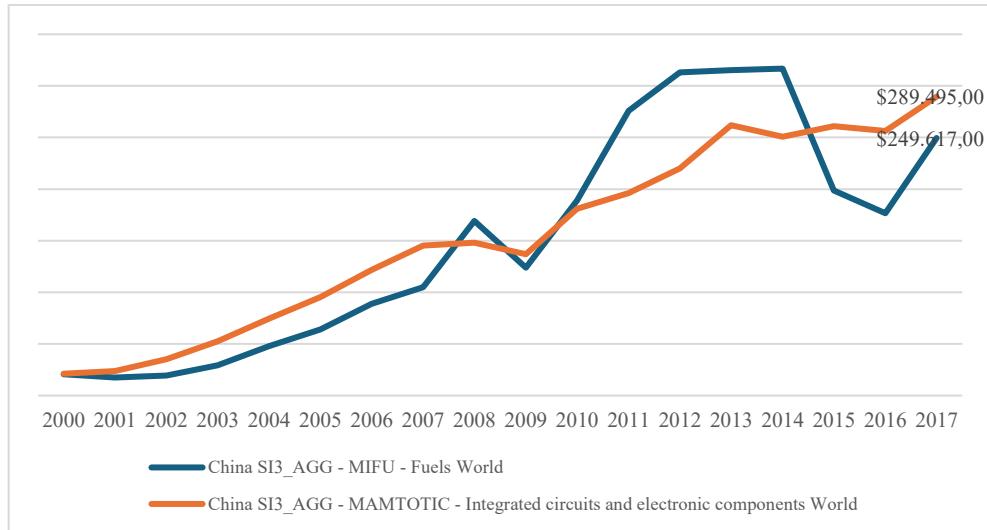
revolução tecnológica em curso. Nogueira (2022, p.139), ressalta a liderança chinesa em várias tecnologias modernas, dizendo que

A China caminhou rápido para figurar entre os líderes em segmentos como trens de alta velocidade, 5G, energias renováveis, carros elétricos, geração e transmissão de energia elétrica de alta-ultra voltagem, inteligência artificial e tantos outros. Essa liderança (ou melhor dizendo, disputa pela liderança com outros países centrais) só foi possível graças ao surgimento de um “Estado empreendedor”, nos termos da professora Mariana Mazzucato. Isso significa dizer um investimento massivo do Estado para que as inovações radicais aconteçam.

Em 2001, a China ingressa na OMC e se integra a cadeia produtiva da indústria da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC). Essa integração trouxe um aumento acelerado de importações de circuitos integrados, influenciada especialmente pela expansão da demanda doméstica e pelas exportações processadas das transnacionais estrangeiras na China. Em 2014, os semicondutores passaram, em termos nominais, o valor das importações de combustíveis, tornando-se o produto mais importado (Deng; Deng, 2022).

Ratificando a argumentação anterior, os dados da Organização Mundial do Comércio mostram que as importações chinesas, considerando todos os parceiros comerciais, revela um movimento particularmente expressivo no setor de circuitos integrados e componentes eletrônicos a partir dos anos 2000. Enquanto as importações de combustíveis também apresentaram forte expansão até meados da década de 2010, com notável pico em 2013, foi a curva das importações de semicondutores que ganhou destaque pela sua constância e aceleração gradual ao longo dos anos.

Gráfico 28: China - Importações de mercadorias por grupo de produtos (anual – em milhões de dólares)



Fonte: WTO (2025)

Entre os anos 2014 e 2015, as importações de circuitos integrados ultrapassaram, em valor absoluto, as de combustíveis, alcançando a marca de aproximadamente 300 bilhões de dólares em 2017, segundo dados da Organização Mundial do Comércio (WTO, 2025)⁶⁷.

Deng e Deng (2022), apontam as estratégias de captação de tecnologias e *know-how* utilizadas pela China como forma de contornar essa dependência essa externa:

Em vista da alta disponibilidade de reservas internacionais, em meados de 2010, o governo central passou a financiar as aquisições e fusões entre empresas de semicondutores domésticas e estrangeiras, visando promover o aprendizado tecnológico das empresas nacionais, através da aquisição de tecnologias, *know-how*, capital humano qualificado e de propriedade intelectual além de oferecer aporte financeiro para realização de investimentos em larga escala das empresas domésticas. (Deng; Deng, 2022, p. 11).

A partir de 2016, o modelo de desenvolvimento chinês passou a direcionar de forma mais incisiva seus esforços para a chamada “Estratégia de Desenvolvimento Puxado por Inovação” (*Innovation-Driven Development Strategy – IDDS*). Essa diretriz consolidou-se por meio de uma nova onda de políticas industriais e científicas, com foco em tecnologias de fronteira. A China passou a priorizar setores estratégicos vinculados à tríade telecomunicações, processamento massivo de dados e inteligência artificial, com aplicações que abrangem desde

⁶⁷ Em 2023, o valor das importações de circuitos integrados e componentes eletrônicos realizadas pela China passou dos US\$ 376 bilhões de dólares, segundo a WTO (2025).

a Indústria 4.0 até cidades inteligentes e veículos militares autônomos. A IDDS configura-se, portanto, como uma estratégia de longo prazo - com metas projetadas até 2050 - composta por uma série de planos setoriais específicos, entre os quais se destacam o “*Made in China 2025*”, o “*Military-Civilian Fusion Plan*” e o “*Artificial Intelligence Development Plan*”, entre outros.

Nogueira (2022, p. 140), descreve a Estratégia Puxada pelas Inovações como,

Na essência, uma ampla gama de instrumentos de financiamento de longo prazo, incluindo fundos governamentais de orientação industrial, vantagens fiscais para P&D, mudanças regulatórias e proteção do mercado doméstico.

Esse novo direcionamento, ancorado em políticas estratégicas voltadas à inovação, é resultado da percepção das lideranças chinesas de que uma nova rodada de revoluções tecnológicas globais está em curso, com mudanças importantes nas esferas produtiva, de transporte e militar. De modo que, o direcionamento ou não das nações rumo às mudanças implica a oportunidade de ultrapassar, bem como no perigo de ficar para trás na corrida tecnológica mundial (Nogueira, 2022).

De acordo com Deng e Deng (2022), a prioridade atribuída à indústria de semicondutores foi reafirmada com o lançamento do plano “*Made in China 2025*” (MIC), em 2015. Voltado ao fortalecimento das tecnologias-chave da informação e comunicação (TIC), o plano estabeleceu metas ambiciosas para o avanço qualitativo das indústrias de alta tecnologia. Nesse contexto, o governo central estipulou um volume de investimentos da ordem de 1 trilhão de RMB - o equivalente a aproximadamente 161 bilhões de dólares - até 2025, destacando o setor de semicondutores como foco estratégico central dessa política industrial.

4.2 “MADE IN CHINA 2025”

Segundo Moreira (2022, p. 29-30), do ponto de vista de proposta de política industrial e de inovação, o plano MIC 2025 possivelmente foi aquele que mais chamou atenção da comunidade internacional. Considerado o primeiro passo para transformar a China em uma potência industrial global, o MIC baseou-se no modelo alemão *Industry 4.0*. No entanto, umas das principais diferenças entre os dois planos reside nos objetivos e nos respectivos estágios de desenvolvimento industrial de cada país. Assim, “o *Industry 4.0* da Alemanha é um plano para

evoluir da Indústria 3.0 para a Indústria 4.0, enquanto o MIC 2025 da China é um plano para desenvolver-se da Indústria 1.0 ou da Indústria 2.0 para a Indústria 4.0”.

Conforme observam Arbix *et al.* (2018), o programa busca combater problemas domésticos, como a ineficiência das empresas industriais e a perda de competitividade decorrente da elevação dos salários e da valorização da moeda, ao mesmo tempo em que procura alinhar a China às transformações globais ligadas à digitalização e automação da manufatura. Nesse sentido, na esteira do MLP 2006-2020⁶⁸, o governo chinês ampliou suas iniciativas em direção à manufatura avançada com o plano *Made in China 2025* (MIC 2025), lançado em 2015. “O plano procura responder aos desafios domésticos e preparar a China para as novas indústrias que se desenvolvem no plano internacional” (Arbix *et al.*, 2018, p. 150).

Por outro lado, em 2015, enquanto números apresentados na tabela 14⁶⁹ sejam inegavelmente impressionantes, a análise realizada pelo próprio Conselho de Estado da China observa que a indústria manufatureira chinesa ainda enfrentava, à época, desafios significativos. Em diversos setores, a produção permanecia concentrada em bens de baixo valor agregado, com elevado consumo de energia e forte impacto ambiental, fatores que alimentavam um crescente descontentamento social. Para enfrentar essas questões, a China busca modernizar sua base industrial e ampliar sua presença em segmentos de mercado tecnologicamente mais avançados. Trata-se de uma meta legítima e estratégica para uma economia de renda média-alta⁷⁰ que aspira atingir o patamar de nação de alta renda, trajetória semelhante à vivida pela Europa no início e meados do século XX, e replicada, com suas especificidades, pelo Japão e pela Coreia do Sul nas últimas cinco décadas (China, 2015; European Chamber, 2017).

O estudo desenvolvido em 2018 pelo Instituto de Estudos para o Desenvolvimento Industrial (IEDI), acrescenta que o objetivo traçado pelo *Made in China 2025* depende de um esforço grande de complementação às políticas industriais, pois para

Alcançar esse, bem sabe os chineses, depende da capacidade de desenvolver produtos inovadores, de criar marcas internacionalmente conhecidas e de construir instalações modernas de produção. Além de canalizar enormes recursos financeiros para apoiar a modernização tecnológica de suas empresas industriais, tanto estatais como privadas, a China introduziu um conjunto de medidas e políticas complementares à política industrial, que inclui, entre outras: medidas fiscais e tributárias, reorganização institucional, política de

⁶⁸ Programa de Médio e Longo Prazo para o Desenvolvimento da C&T 2006-2020 (Mlp, 2006-2020), que tem um horizonte de quinze anos e abrange três Planos Quinquenais.

⁶⁹ Tabela que mostra a significativa participação da China na produção mundial.

⁷⁰ Como visto na seção 3.1.1 desse trabalho.

propriedade intelectual e política de recursos humanos. O MIC 2025 é, assim, a parte mais visível do grande esforço chinês em permanecer galgando as fases do desenvolvimento em um mundo em transformação. (IEDI, 2018, p. 2).

Sendo assim, o plano *Made in China 2025* almeja a substituição da dependência chinesa de importações de tecnologia estrangeira por inovações endógenas, por meio da criação e fortalecimento de empresas nacionais capazes de competir tanto no mercado interno quanto no cenário internacional. Nesse sentido, há uma ênfase estratégica no fortalecimento da capacidade produtiva doméstica, com o objetivo de ampliar a produção não apenas de componentes essenciais, mas também de bens finais. O investimento concentra-se, de forma deliberada, em inovação tecnológica e manufatura inteligente - áreas nas quais a replicação tecnológica por engenharia reversa torna-se significativamente mais difícil (ISDP, 2018).

No cenário internacional, o plano passou a priorizar a digitalização e a automação como eixos centrais de transformação, antecipando mudanças profundas na manufatura, a exemplo do que foi proposto na Alemanha com a plataforma *Industrie 4.0*. Segundo Arbix *et al.* (2018), para alcançar tais propósitos, foram estabelecidas cinco diretrizes fundamentais:

1. Promover a inovação, motor do desenvolvimento.
2. Melhorar a qualidade dos produtos e serviços disponíveis no mercado.
3. Tornar a economia mais sustentável.
4. Otimizar a estrutura industrial.
5. Incentivar a formação e a qualificação dos recursos humanos e a retenção de talentos.

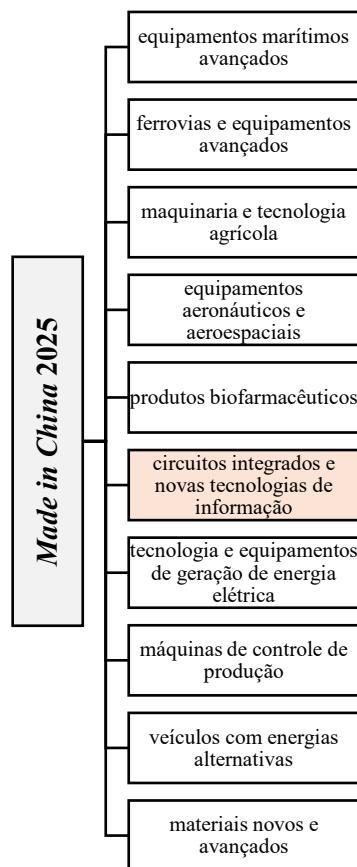
Abrangendo o período de 2016 a 2025 e com metas intermediárias para 2020 e 2025, a iniciativa MIC constitui a primeira de três etapas rumo ao objetivo de posicionar a China entre as principais potências industriais globais até 2049, ano do centenário da fundação da República Popular da China. O plano busca enfrentar o fato de que, apesar de seu grande porte, a indústria manufatureira chinesa apresenta limitações estruturais, como a escassez de empresas e produtos próprios com competitividade internacional, além de elevada dependência de tecnologias essenciais e equipamentos de capital fornecidos por empresas estrangeiras (European Chamber, 2017).

Reconhece-se também que, diante do avanço da digitalização na produção, persistem desafios como métodos tradicionais ineficientes e deficiências na manufatura de ponta. Nesse sentido, a estratégia propõe melhorar a qualidade da base industrial, fortalecendo a capacidade de inovação e de produção de bens de maior valor agregado (European Chamber, 2017).

Entre as ações estratégicas definidas, foram destacados dez segmentos considerados prioritários para sustentar o reposicionamento da economia chinesa no cenário global. Esses setores abrangem tanto tecnologias de caráter transversal, como as de informação e comunicação, quanto áreas essenciais ao desenvolvimento social, incluindo transporte, energia, saúde e agricultura (Arbix *et al.*, 2018).

Dos setores definidos como prioritários no MIC 2025, os de média e alta intensidade tecnológica correspondem a mais de 40% do valor agregado industrial chinês. Os setores estratégicos no plano incluem equipamentos marítimos avançados e embarcações de alta tecnologia; ferrovias e equipamentos avançados; maquinaria e tecnologia agrícola; equipamentos aeronáuticos e aeroespaciais; produtos biofarmacêuticos e equipamentos médicos de ponta; circuitos integrados e novas tecnologias de informação; tecnologia e equipamentos de geração de energia elétrica; máquinas de controle de produção de alta gama e robótica; veículos com energias alternativas e; materiais novos e avançados (IEDI, 2018; ISDP, 2018). Como mostra a figura a seguir:

Figura 10: Setores estratégicos do *Made in China 2025*



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

No setor de circuitos integrados e tecnologias da informação, o governo chinês estabeleceu metas ambiciosas para a elevação da autossuficiência tecnológica, especialmente no que se refere ao consumo de semicondutores. A estratégia busca aumentar significativamente a participação da indústria doméstica na demanda interna, para aproximadamente 10% em 2015. O objetivo é elevar gradualmente esse percentual para 40% até 2020 e atingir 70% até 2025⁷¹, reduzindo a vulnerabilidade externa e fortalecendo a capacidade nacional de produzir insumos críticos para setores estratégicos da economia (Deng; Deng, 2022; China, 2015).

De acordo com Janjeva, Baek e Sellars (2024), ao fortalecer sua indústria de semicondutores, a China busca consolidar uma posição de liderança tecnológica, diversificar setores de crescimento, gerar empregos qualificados e ampliar receitas. No contexto de uma desaceleração macroeconômica iminente, essa estratégia visa também preservar a legitimidade e o legado de liderança do Partido Comunista Chinês, além de atender a objetivos geoestratégicos de longo prazo. A conquista da autossuficiência reduziria a dependência em relação a Taiwan no setor, alterando seu valor estratégico para o Ocidente, mas, ao mesmo tempo, poderia intensificar as ambições militares de países aliados como Rússia, Irã e Coreia do Norte.

Por sua vez, ao analisar os dez eixos estratégicos do plano, observa-se que a busca por maior autonomia na indústria de semicondutores representa um eixo estratégico fundamental dentro do plano *Made in China 2025*. Essa prioridade reflete a compreensão de que o domínio sobre componentes essenciais, como chips e circuitos integrados, é condição indispensável para o avanço sustentável dos demais setores tecnológicos. De maneira que o plano de governo destaca a necessidade de fortalecer capacidades em áreas-chave como computação de alto desempenho, inteligência artificial, comunicações de próxima geração e manufatura inteligente - todas profundamente dependentes de uma cadeia de suprimentos robusta e autônoma de semicondutores. Assim, o investimento nesse setor não é isolado, mas se entrelaça diretamente com os demais objetivos do plano, funcionando como base tecnológica para transformar a China em uma potência industrial de alta complexidade e valor agregado (China, 2015).

As metas do MIC 2025 revelam um esforço abrangente para transformar a base industrial chinesa e posicioná-la em patamares mais elevados de competitividade global. No campo da *inovação*, o plano prevê um aumento significativo da participação dos gastos em

⁷¹ De acordo com o “Projeto de fortalecimento da base industrial da coluna 3” (*Made in China*, 2025). Disponível em: https://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm.

P&D na receita operacional, passando de 0,88% em 2013 para 1,68% em 2025, acompanhado do crescimento no número de patentes de invenção, que deve evoluir de 0,36 para 1,1 por CNY 100 milhões de receita. No quesito *qualidade*, há a meta de elevação do Índice de Competitividade da Qualidade de 83,1 para 86,5, além de incrementos no valor agregado industrial, com projeção de crescimento de 4% em 2025, e ganhos de produtividade.

Tabela 9: Política Industrial para o Progresso Tecnológico: Principais metas do *Made in China 2025*

Categoria	2013	2015	2020	2025
Inovação				
Participação dos gastos em P&D na receita operacional (%)	0,88	0,95	1,26	1,68
Patentes de invenção por CNY 100 milhões receitas totais	0,36	0,44	0,7	1,1
Qualidade				
Índice de Competitividade da Qualidade	83,1	83,5	84,5	86,5
Crescimento do valor acrescentado industrial (%)	-	-	2	4
Crescimento da produtividade (% média anual)	-	-	7,5	6,5
Digitalização da Indústria				
Internet de banda larga (penetração %)	37	50	70	82
Utilização de ferramentas de design digital em P&D (penetração %)	52	58	72	84
Utilização de máquinas de controle numérico em principais processos de produção (penetração %)	27	33	50	64
Proteção ambiental				
Diminuição da intensidade energética industrial (% em relação a 2015)	-	-	-18	-34
Redução da intensidade de emissão de CO2 (% em relação a 2015)	-	-	-22	-40
Redução da intensidade do uso de água (% em relação a 2015)	-		-23	-41
Reaproveitamento de resíduos sólidos industriais (% do total de resíduos)	62	65	73	79

Fonte: European Chamber (2017)

A *digitalização da indústria* aparece como um dos pilares centrais, com a penetração da internet de banda larga aumentando de 37% para 82%, o uso de ferramentas de design digital em P&D subindo de 52% para 84% e a utilização de máquinas de controle numérico em processos produtivos saltando de 27% para 64%. No eixo *ambiental*, as metas indicam reduções expressivas na intensidade energética (-34%), nas emissões de CO₂ (-40%) e no consumo de água (-41%) em relação a 2015, além do avanço na taxa de reaproveitamento de resíduos sólidos industriais, com meta de chegar a 79% em 2025.

4.3 POLÍTICAS INDUSTRIAS E ESTRATÉGIAS NACIONAIS NO SETOR DE SEMICONDUTORES DA CHINA

Deng e Deng (2022) destacam que, diferentemente dos casos bem-sucedidos de *catch-up* da Coreia do Sul e de Taiwan, cujas trajetórias na indústria de semicondutores foram favorecidas por conjunturas geopolíticas específicas e apoio externo, a inserção da China ocorreu de forma relativamente tardia e de maneira mais autônoma, sem o mesmo grau de suporte estratégico internacional.

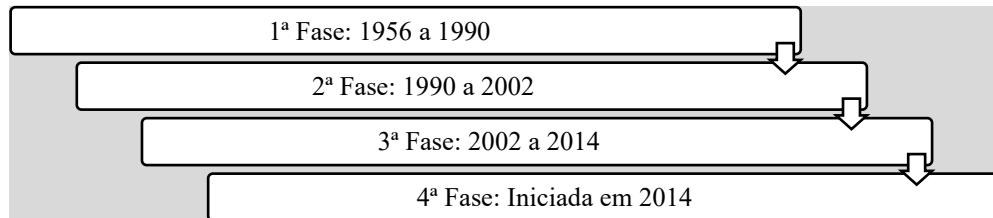
Segundo Lee e Kleinhans (2021), as políticas chinesas para o setor de semicondutores estão inseridas em uma estratégia mais ampla de desenvolvimento científico e tecnológico, formulada a partir de diversas diretrizes emitidas pelas autoridades do governo central. Essa estrutura, por sua vez, se apoia em princípios-chave que orientam as ações do país, são elas:

- *A importância estratégica da tecnologia da informação (TI) e da digitalização:* reconhecendo que essas áreas se tornaram fundamentais para as economias nacionais e, portanto, para o poder nacional, sobretudo em um cenário internacional competitivo;
- *Integração entre economia real e tecnologia:* dando ênfase a necessidade de conectar profundamente a economia real (física) e a indústria de transformação com as tecnologias de informação, visando alcançar uma liderança tecnológica abrangente;
- *Superação do atraso tecnológico:* consciência de que a China está atrás dos líderes globais em tecnologias essenciais, o que representa uma vulnerabilidade nacional. Para reduzir essa lacuna, busca-se as capacidades tecnológicas internas;
- *Abertura e cooperação internacional:* entendimento de que fechar a lacuna tecnológica exige manter e ampliar o grau de abertura internacional da economia, promovendo conexões estratégicas com líderes tecnológicos estrangeiros.

Diante desse panorama, o esforço da China para desenvolver sua indústria de semicondutores remonta à década de 1960, tendo como marco inicial a criação, em 1965, do primeiro circuito integrado (CI) produzido por uma empresa estatal. A partir desse ponto, a trajetória de desenvolvimento do setor pode ser compreendida em quatro grandes fases

distintas, marcadas por diferentes estratégias institucionais e políticas industriais (Rho; Lee; Kim, 2015; VerWey, 2019; Moreira, 2022).

Figura 11: Fases dos programas para o desenvolvimento do setor de semicondutores – China (1956/2014)⁴



Fonte: Elaborado pelo autor (2025) a partir de Rho, Lee e Kim (2015), VerWey (2019), Moreira (2022)

A *primeira fase, entre 1956 e 1990*, foi caracterizada por um modelo de organização industrial inspirado na experiência soviética, com ênfase na autossuficiência, na inovação local (*indigenous*) e no forte planejamento estatal. Nesse contexto, a tecnologia de semicondutores foi considerada estratégica, sendo incluída entre as chamadas "quatro tecnologias nacionais de emergência", recebendo prioridade no esforço de modernização industrial conduzido pelo governo⁷². O governo investiu na formação de recursos humanos, estabelecendo parcerias com a União Soviética até a ruptura diplomática. Durante a Revolução Cultural, houve um retrocesso técnico, apesar da criação de diversas fábricas e projetos como o 878Fab. Essa fase foi marcada pelo isolamento tecnológico e pela produção limitada a transistores de baixa complexidade (Rho; Lee; Kim, 2015; Moreira, 2022).

Moreira (2022, p. 73) explica que:

Na década de 1960, as pesquisas eram realizadas principalmente por meio de instituições públicas, e a indústria de semicondutores ficou limitada a produzir transistores para rádios. Depois disso, dois centros de projetos de P&D para o setor de semicondutores tiveram destaque: 1968, houve o projeto 878Fab; e em 1970, o Shanhai 19Fab, criado em 1970.

VerWey (2019) destaca os entraves ao desenvolvimento da indústria de semicondutores durante o período da Revolução Cultural, que interrompeu de forma significativa os avanços anteriormente conquistados pelo setor no país. Segundo sua avaliação, naquele contexto, as atividades industriais estavam organizadas de maneira fragmentada: a pesquisa e desenvolvimento (P&D) eram realizadas em laboratórios estatais, enquanto a produção era

⁷² O governo chinês selecionou computador, semicondutor, automação e tecnologia elétrica sem fio como as quatro tecnologias nacionais de emergência para serem desenvolvidas na China (Moreira, 2022).

executada em fábricas igualmente estatais, geralmente sem qualquer integração física ou funcional entre essas unidades. Essa dissociação dificultou substancialmente a transferência de tecnologia dos centros de pesquisa para as plantas fabris. Ademais, entre as cerca de quarenta fábricas envolvidas na produção de semicondutores na década de 1970, a maioria concentrava-se na fabricação de componentes básicos, como diodos e transistores simples, em vez de circuitos integrados (CIs), o que limitava o progresso tecnológico do setor.

Como pode ser visto na tabela abaixo, Rho, Lee e Kim (2015) endossam a argumentação anterior ao mostrar a lacuna entre o desenvolvimento de circuitos integrados (CIs) na China e nos Estados Unidos, principalmente após o ano de 1972. A tabela evidencia o descompasso temporal entre os dois países no domínio das sucessivas gerações de CIs, desde os SSI (*Small Scale Integration*)⁷³ até os ULSI (*Ultra-Large Scale Integration*). Conforme os dados compilados, observa-se que a China iniciou sua trajetória no setor com um atraso de sete anos em relação aos EUA na adoção dos SSI (1958 nos EUA versus 1965 na China). Esse atraso se manteve, e até se agravou, nas tecnologias subsequentes, chegando a 13 anos na geração ULSI.

Quadro 8: Desenvolvimento de CI - China e Estados Unidos - 1958/1999

Desenvolvimento de CI - China e Estado Unidos (1958 - 1999)					
	SSI	MSI	LSI	VLSI	ULSI
US	1958	1964	1966	1976	1986
China	1965	1972	1972	1986	1999
Lagged year	7	8	6	10	13

Fonte: Rho, Lee e Kim (2015)

Com a abertura promovida pelas reformas econômicas iniciadas em 1978, o governo central chinês iniciou um processo de descentralização da política industrial, incluindo o setor de semicondutores. A responsabilidade pela produção passou progressivamente para os

⁷³ Os primeiros circuitos integrados desenvolvidos foram os *Small-Scale Integration Circuits* (SSI), que continham apenas algumas dezenas de transistores. Esses dispositivos desempenharam um papel fundamental no desenvolvimento dos primeiros computadores. Em seguida, surgiram os *Medium-Scale Integration Circuits* (MSI), que já incorporavam centenas de transistores em um único chip, ampliando significativamente as capacidades de processamento. A evolução tecnológica continuou com os *Large-Scale Integration Circuits* (LSI), que passaram a conter milhares de transistores. Foi durante a década de 1970 que a produção dos chips MSI atingiu seu auge, ao passo que os LSI marcaram o início de uma nova era na miniaturização de componentes eletrônicos. Na sequência, foram introduzidos os *Very Large-Scale Integration Circuits* (VLSI), com centenas de milhares de transistores integrados em um único chip. Essa geração permitiu, pela primeira vez, a construção de unidades centrais de processamento (CPU) em um único circuito integrado, dando origem ao conceito de microprocessador. Em 1994, já se produziam microprocessadores com mais de 3 milhões de transistores. A etapa posterior é representada pelos *Ultra Large-Scale Integration Circuits* (ULSI), caracterizados pela integração de milhões a dezenas de milhões de transistores, consolidando a base tecnológica para os dispositivos computacionais avançados utilizados atualmente (Pawale, 2021).

governos locais, que, em um primeiro momento, recorreram à importação de equipamentos obsoletos e de baixa produtividade. A partir dos anos 1980, além das iniciativas voltadas ao desenvolvimento de setores de alta tecnologia de forma ampla, o governo central passou a adotar medidas específicas para impulsionar a indústria nacional de semicondutores, destacando-se, nesse sentido, o lançamento de políticas como o “Plano 531” (1986), o “Projeto 531” (1990) e o “Projeto 909” (1995) (Deng; Deng, 2022).

Ainda no início da década de 1980, no âmbito do 6º Plano Quinquenal (1981–1985), o Conselho de Estado estabeleceu um grupo voltado ao desenvolvimento de circuitos integrados de grande escala e computadores, com o objetivo de modernizar a indústria doméstica. Em 1985, como parte desses esforços, fábricas estatais adquiriram 24 linhas de produção de semicondutores usadas, ao custo total de 1,3 bilhão de renminbi (RMB). No entanto, entre as 47 empresas que atuavam no setor à época, apenas a Fábrica nº 742 de Wuxi conseguiu atingir as metas de produção estabelecidas. Diante dos resultados limitados, as autoridades industriais redirecionaram sua estratégia, concentrando os esforços de *catch-up* tecnológico em um número mais restrito de empresas estatais. Apesar de avanços pontuais, a indústria chinesa de semicondutores permaneceu distante dos padrões tecnológicos estabelecidos pelos países líderes do setor (VerWey, 2019; Rho; Lee; Kim, 2015; Moreira, 2022).

O *segundo período, de 1990 a 2002*, a estratégia mudou para aproximação com empresas estrangeiras, visando superar o atraso tecnológico por meio de *joint ventures* e acordos de transferência de tecnologia⁷⁴. Ezell (2021b), denominou esse novo caminho de “modelo híbrido” de desenvolvimento industrial em semicondutores, no qual algumas grandes empresas eram dotadas com os fundos disponíveis para que pudessem buscar parcerias com empresas estrangeiras em um esforço de acelerar o progresso do setor.

No contexto do 8º Plano Quinquenal (1991–1995), o governo chinês selecionou a estatal Huajing, oriunda da histórica Fábrica nº 742 de Wuxi, para liderar um projeto estratégico de modernização industrial: o Projeto 908. A iniciativa previa a implantação de linhas de produção com tecnologia de 6 polegadas e capacidade de fabricação de circuitos integrados com nós tecnológicos entre 0,8 e 1 micrômetro, contando com um investimento total estimado em 2,5 bilhões de RMB (Moreira, 2022).

Ezell (2021b), complementa que:

O Projeto 908 (parte do Oitavo Plano Quinquenal da China, de 1991 a 1995), buscava transformar a empresa Huajing em uma IDM líder global ao “dotá-la

⁷⁴ Articulada com o período de aumento do volume de entradas de IED vistas na seção 3.1.2.

com 2 bilhões de RMB [US\$ 300 milhões na época, cerca de US\$ 0,5 bilhão em valores atuais] e negociar um relacionamento de joint venture (JV) com a Lucent Technologies para facilitar a transferência de tecnologia. (Ezell, 2021b, p. 17).

No entanto, o projeto enfrentou sérios entraves desde seu início, incluindo uma longa demora de oito anos para obter aprovação de financiamento por parte do governo central, além de frequentes disputas internas sobre a definição dos produtos a serem fabricados. As obras de construção só foram iniciadas em 1995, com a produção efetiva começando apenas em janeiro de 1998. Apesar dos esforços, o Projeto 908 é amplamente considerado um fracasso, já que, naquele momento, as linhas de 6 polegadas estavam tecnologicamente defasadas e não ofereciam mais competitividade frente aos padrões internacionais vigentes.

Apesar das falhas e limitações do Projeto 908, é relevante considerar que o período também foi marcado pela emergência de novos atores inovadores e por esforços significativos para consolidar um sistema nacional de inovação voltado à indústria de semicondutores. Nesse contexto, durante a vigência do 9º Plano Quinquenal (1996–2000), o governo chinês lançou o Projeto 909, cujo objetivo central era promover o desenvolvimento de chips domésticos por meio de uma empresa tecnicamente competitiva em nível internacional, utilizando propriedade intelectual e engenheiros chineses (Lee; Kim, 2015; VerWey, 2019; Rho; Ezell, 2021b; Moreira, 2022).

Sobre o Projeto 909, Moreira (2022, p. 80), salienta que:

O projeto planejava construir uma linha de produção de 8 polegadas que produzia principalmente Drams. Aprendendo com o fracasso do Projeto 908, as figuras políticas do governo chinês lideraram ativamente a construção de empresas de manufatura de CIs, criando uma parceria com a NEC (Japão), com o objetivo de entrar em produção no prazo estabelecido – evitando-se os atrasos do Projeto 908 – e trazer chips de memória de acesso aleatório dinâmico (DRAM) para o mercado. No processo do acordo de joint venture, estabeleceram-se claramente as condições para as transferências de tecnologia, o que resultou em transferências de tecnologia detalhadas nas operações da linha de produção da NEC.

A empresa Huahong foi escolhida como campeã nacional e estabeleceu uma *joint venture* com a japonesa NEC, que ficou conhecida como Huahong NEC (HHNEC). A parceria previa que a NEC administraria a fábrica por cinco anos, antes de transferir sua gestão para a parte chinesa. O layout da planta foi replicado a partir de uma unidade existente da NEC, e a equipe chinesa era composta majoritariamente por engenheiros japoneses, foi estabelecido também acordos claros e condições de transferência tecnológica (Lee; Kim, 2015; Moreira,

2022). Essa configuração permitiu que a produção fosse iniciada em 1999, com o cumprimento dos prazos previstos, evitando os atrasos do projeto anterior. Em um curto período, as taxas de rendimento da produção aumentaram expressivamente, refletindo o sucesso técnico inicial da iniciativa (Lee; Kim, 2015).

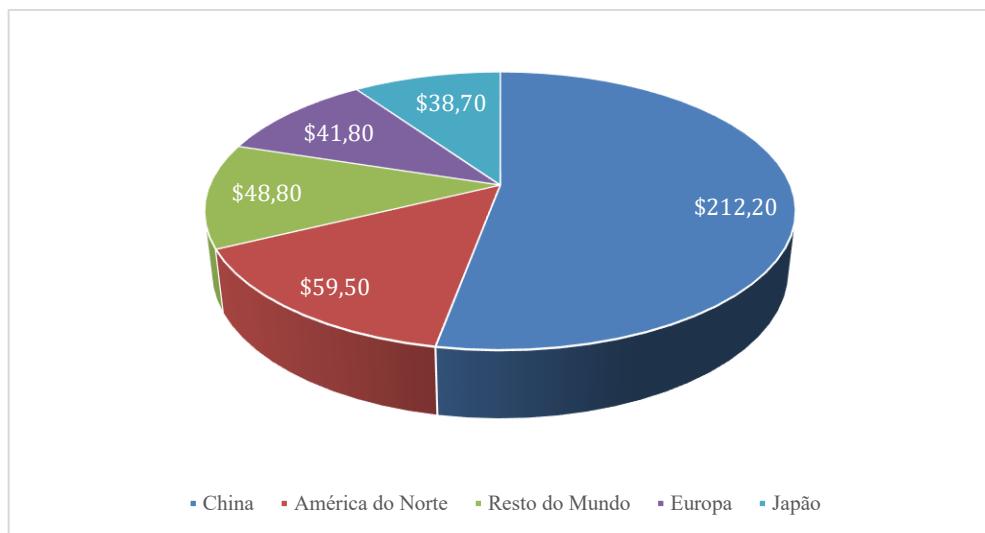
Entretanto, esse sucesso teve um custo: a dependência tecnológica se manteve. Apesar da intenção do governo chinês de formar capacidades endógenas, a transferência de conhecimento permaneceu limitada, já que a NEC manteve o controle sobre as tecnologias/técnicas centrais. Mesmo após a entrega formal da fábrica em 2002, engenheiros japoneses continuaram operando linhas de produção até 2003 (Moreira, 2022). Isso revelou uma assimetria estrutural no aprendizado tecnológico, onde o *know-how* essencial não foi plenamente internalizado pela equipe chinesa. Moreira (2022, p. 81, grifo nosso) acrescenta que:

[...] um especialista da indústria chinesa próximo à empresa em 2002, ao comparar desfavoravelmente os engenheiros chineses na HHNEC com a habilidade tecnológica dos engenheiros de fabricação de CIs de Taiwan, [falou que] “os taiwaneses podem construir wafers; nós não podemos. Não temos tecnologia de processo. Nossos engenheiros – em Huahong – podem lidar com um processo único, mas não têm capacidade de integração”. Como resultado desse limite de domínio da tecnologia, em 2003, identificou-se que a tecnologia da HHNEC estava mais atrasada que seu marketing corporativo afirmava – apenas se podia executar um processo de 0,35 mícron, e não de 0,25 mícron. Além disso, os clientes teriam de ir ao Japão para se reunir com os funcionários japoneses da NEC, a fim de verificar se a HHNEC poderia realmente fabricar o chip. Em outras palavras, apesar de a fábrica ser equipada com tecnologia mais antiga, os japoneses estavam relutantes em entregar o controle dessa tecnologia madura para seus parceiros de joint venture chineses, até mesmo seis anos após a conclusão do acordo de parceria. Outra limitação é que a HHNEC dependia profundamente das compras governamentais chinesas, na forma de vários tipos de cartões inteligentes, para manter-se no mercado.

Apesar do colapso dos Projetos 908 e 909, as aspirações da China para o desenvolvimento de sua indústria de semicondutores permaneceram firmes. Isso se deve, em grande parte, ao expressivo aumento da participação do país no consumo global desses componentes, que saltou de apenas 2% em 1995 para mais de 50% em 2019⁷⁵ (VerWey, 2019; Ezell, 2021b).

⁷⁵ A China é considerada a maior consumidora global de semicondutores, totalizando, em 2019, um volume de US\$ 212,2 bilhões, o que representa mais da metade do consumo mundial do setor naquele ano. Esse montante

Gráfico 29: Consumo global de semicondutores - por região (US\$ bilhões) – 2019



Fonte: Ezell (2021b)

Moreira (2022) explica que a ascensão da China como uma das principais fontes de demanda por semicondutores está diretamente associada ao fortalecimento de suas empresas nacionais nos segmentos de smartphones, computadores pessoais e eletrônicos de consumo. Companhias como Huawei, Lenovo, Xiaomi e Oppo/Vivo desempenham um papel central nesse processo, não apenas abastecendo amplamente o mercado interno, mas também competindo de forma significativa nos mercados internacionais. Essa atuação robusta ampliou substancialmente a necessidade de componentes eletrônicos avançados, consolidando a China como o maior importador global de semicondutores⁷⁶.

Assim, a *terceira fase, entre 2002 e 2014*, foi caracterizada pelo surgimento de diversas empresas nacionais do setor, mais articuladas com os objetivos industriais do país e beneficiadas pela expansão acelerada do mercado interno. A partir dos anos 2000, políticas mais amplas foram implementadas para impulsionar o setor. O governo chinês lançou o *Long-Term Development Plan for Strategic Emerging Industries* e fortaleceu o apoio com o 12º Plano Quinquenal (2011–2015). Houve estímulo à criação de empresas nacionais, com foco na cadeia de valor completa (design, manufatura, testes etc.), além de incentivos à formação de talentos

superou amplamente os das demais regiões, como a América do Norte (US\$ 59,5 bilhões), o Resto do Mundo (US\$ 48,8 bilhões), a Europa (US\$ 41,8 bilhões) e o Japão (US\$ 38,7 bilhões) (Ezell, 2021b).

⁷⁶ Em 2015, pelo quinto ano consecutivo, o crescimento do consumo de semicondutores na China superou, de forma expressiva, o ritmo do mercado mundial. Até aquele ano - anterior à crise global de escassez de semicondutores iniciada em 2021, o mercado chinês registrou alta de 5,9%, alcançando um recorde histórico de 58,5% de participação no consumo global, enquanto o mercado mundial apresentou uma ligeira retração. No acumulado da última década, o consumo de semicondutores na China avançou a uma taxa de crescimento anual composta de 14,3%, contrastando com a taxa de apenas 4,0% registrada no consumo global (Moreira, 2022).

e proteção à propriedade intelectual. Neste período, observou-se o crescimento expressivo no número de empresas e da receita da indústria nacional.

A entrada da China na Organização Mundial do Comércio (OMC), em 11 de dezembro de 2001, também contribuiu significativamente para tornar o país um polo atrativo para a instalação de operações de empresas multinacionais do setor. Nesse contexto de expansão da demanda interna e maior inserção internacional, a falência da Huahong, ocorrida em 2002, coincidiu com a ascensão de uma nova e promissora iniciativa: a criação da Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC)⁷⁷⁷⁸. Fundada em 2000 por um experiente executivo taiwanês, com passagens pela Texas Instruments (EUA) e pela Worldwide Semiconductor Manufacturing Company (Taiwan), a SMIC surgiu como uma empresa de capital totalmente estrangeiro, estabelecida em Xangai, marcando uma nova fase na indústria chinesa de semicondutores (VerWey, 2019; Triolo, 2021). Sobre a relevância da SMIC, destaca-se que:

Desde o início da produção em massa em 2002, emergiu como a maior e mais avançada fabricante de chips da China e está atualmente entre as cinco maiores fundições do mundo. Aproveitando o apoio do governo central e local chinês, incluindo um período de isenção fiscal de cinco anos (e outro período de isenção fiscal de cinco anos de 50% das alíquotas padrão), isenções tarifárias, alíquotas reduzidas de imposto sobre valor agregado e empréstimos de bancos estatais, a SMIC adotou uma estratégia de “*fast-following*”⁷⁹ amplamente bem-sucedida. Em particular, a SMIC utilizou parcerias com empresas estrangeiras e recrutou engenheiros de etnia chinesa (principalmente retornados dos Estados Unidos, Taiwan e Singapura) para manter a empresa apenas um a dois anos atrás das empresas líderes do setor. (VerWey, 2019, p.12).

Durante a década de 2000, empresas líderes globais da indústria de semicondutores, como SK-Hynix, Intel e Samsung, passaram a investir em linhas de produção instaladas na China, tornando-se atores inovadores que influenciaram diretamente os sistemas nacionais de inovação do setor no país. De acordo com Rho, Lee e Kim (2015, p. 24), “à medida que o

⁷⁷ Segundo Ezell (2021b), as demonstrações financeiras da SMIC do quarto trimestre de 2022, a empresa investiu cerca de US\$ 197,5 milhões em P&D, representando a maior atividade de gastos da empresa.

⁷⁸ Grimes e Du (2024) mostram que após a adesão da China à Organização Mundial do Comércio (WTO) em 2001, a restrição imposta pelo Acordo de Wassenaar de 1996, foi flexibilizada para permitir umas das maiores transferências de propriedade intelectual da história em tecnologia de semicondutores de Taiwan para o continente, o que resultou no surgimento da maior empresa de fundição da China, a Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC).

⁷⁹ Estratégia de “seguidor rápido” as inovações.

mercado chinês se torna mais relevante e sua infraestrutura melhora para acomodar empresas estrangeiras, a China passa a ser considerada uma base de produção viável”.

Segundo Ezell (2021b, p. 16), o Plano Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Médio e Longo Prazo da China para 2006–2020 (MLP), lançado em 2005, reconheceu os semicondutores como uma tecnologia central, fundamental para impulsionar avanços futuros em hardware. O documento incentivava as empresas chinesas a adotarem a estratégia conhecida como “IDAR” - Introduzir, Digerir, Absorver e Reinovar tecnologias e propriedade intelectual estrangeiras como caminho para o fortalecimento industrial⁸⁰. A estratégia conhecida como IDAR baseava-se na aquisição seletiva de tecnologias estrangeiras, articulando uma cooperação estreita entre o Estado e o setor industrial. Seu propósito era não apenas internalizar o conhecimento importado, mas também utilizá-lo como base para o desenvolvimento de produtos próprios, culminando na geração de inovações nacionais derivadas desse processo de assimilação tecnológica (VerWey, 2019).

Nesse contexto, a China alcançou progressos mais expressivos, especialmente ao se posicionar como uma concorrente global relevante nas etapas de montagem, embalagem e teste (ATP) no mercado de semicondutores.

Sobre o megaprojeto MLP, Moreira (2022, p. 85) mostra que:

Na verdade, os megaprojetos da indústria de semicondutores tiveram origem no lançamento do *National Long-Term Scientific and Technological Development Plan* (2006-2020), que inclui dezenas de grandes projetos nacionais de C&T e considerou o setor de semicondutores como um dos mais essenciais, tendo um fundo especial de quase US\$ 100 bilhões para apoiar a inovação e o desenvolvimento na indústria de semicondutores, com planos para fundos complementares regionais e locais para apoiar a indústria em suas respectivas regiões.

A partir de 2011, o governo passou a adotar um conjunto mais robusto de políticas de incentivo ao setor, incluindo estímulos financeiros, condições preferenciais de investimento, apoio à pesquisa e desenvolvimento (P&D), subsídios para atividades de importação e exportação, programas voltados à formação de recursos humanos e reforço na proteção dos direitos de propriedade intelectual (Moreira, 2022).

Por fim, a etapa mais recente, iniciada a partir de 2014, coincide com o lançamento de políticas industriais de maior envergadura, como o programa *Made in China 2025* e o 14º Plano

⁸⁰ Com o MLP foi possível articular uma visão holística do ecossistema tecnológico, reconhecendo a importância dos semicondutores como hardware facilitador e “tecnologia central” para os avanços futuros da economia chinesa. O megaprojeto estimulou documentos e políticas de apoio subsequentes, como por exemplo, o conceito de IDAR (VerWey, 2019).

Quinquenal, que definem metas mais ambiciosas e mecanismos robustos de financiamento, consolidando um novo patamar de intervenção estatal com potencial de êxito superior ao das fases anteriores. Ezell (2021b) observa que, apenas na última década, a China elaborou e implementou mais de uma centena de planos voltados ao desenvolvimento científico, tecnológico e industrial. Em grande parte desses documentos estratégicos, o fortalecimento da indústria nacional de semicondutores aparece como uma das prioridades centrais da política estatal.

Triolo (2021) ressalta e complementa que, com a ascensão de Xi Jinping à Secretaria-Geral do Partido em 2014 e sua meta de transformar a China em uma superpotência cibernética, houve uma ênfase renovada no desenvolvimento de tecnologias estratégicas, modificando de forma significativa a abordagem do país para o setor. Com políticas industriais mais focadas e consistentes, a China passou a adotar estratégias inovadoras para fortalecer suas capacidades domésticas em toda a cadeia de suprimentos de semicondutores. Nesse contexto, destacam-se o lançamento, pelo Conselho de Estado, das Diretrizes Nacionais de Desenvolvimento da Indústria de Circuitos Integrados em 2014, a criação do Fundo Nacional de Investimento em CI no mesmo ano e, em 2015, o anúncio da iniciativa *Made in China 2025* (MIC 2025). Esses marcos configuraram um ponto de inflexão na estratégia de Pequim, orientada para impulsionar o setor e reduzir a dependência de fornecedores estrangeiros.

Isto posto, a China passou a mobilizar fundos vultosos (como o Fundo Nacional de Circuitos Integrados - CI) para promover uma estratégia de *fast-follower* e *leapfrogging* tecnológico. Políticas como subsídios fiscais, crédito subsidiado, incentivos ao investimento e exigência de transferência tecnológica foram implementadas. Essa fase marca o esforço mais robusto e ambicioso já feito para internalizar capacidades produtivas e inovadoras, especialmente diante das tensões com os EUA e das sanções tecnológicas (Ezell, 2021b; Moreira, 2022).

Nesse interim, um plano de acompanhamento elaborado pela Academia Chinesa de Engenharia definiu metas mais detalhadas para o avanço tecnológico, contemplando também o setor de semicondutores. Em 2017, foi criada a *Aliança Estratégica Nacional de Inovação Técnica para a Indústria de Circuitos Integrados*, com a função de articular pesquisadores e empresas, visando “elevar as capacidades de inovação tecnológica da indústria de CIs da China a patamares de liderança internacional no prazo de 5 a 10 anos”

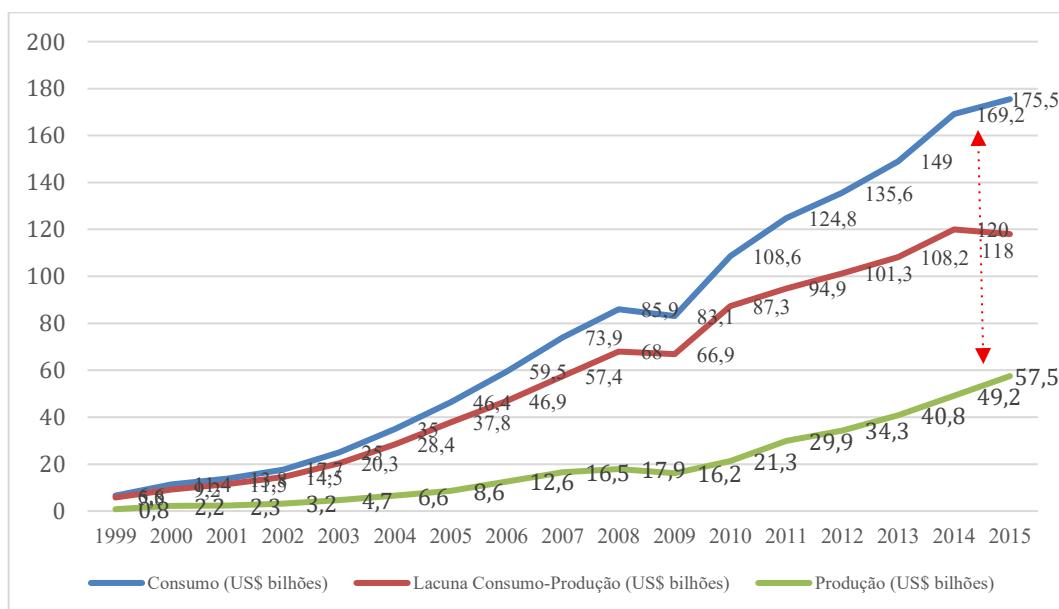
As metas traçadas atualmente para o avanço da indústria de semicondutores na China são altamente ambiciosas. O Conselho de Estado estabeleceu como objetivo que o país se torne

líder global em todos os elos da cadeia de valor dos semicondutores até 2030 (VerWey, 2019; Ezell, 2021b). Para alcançar esse patamar, a estratégia chinesa demanda um conjunto articulado de ações com o objetivo de promover a substituição de importações, que incluem:

[...] a criação de um ecossistema de fabricação de semicondutores de circuitos fechado com autossuficiência em todas as etapas do processo – desde o projeto e a fabricação de CIs até a embalagem e testes, e a produção de materiais e equipamentos relacionados. (VerWey, 2019, p. 12).

Segundo Majerowicz e Medeiros (2018), a China identificou o problema da produção insuficiente de CI (a lacuna produção/consumo)⁸¹ como obstáculo crítico para recuperar o atraso e avançar com uma ampla gama de indústrias líderes na China. A limitação da capacidade produtiva e tecnológica está profundamente interligada, uma vez que o domínio de tecnologias e o avanço da inovação dependem, fundamentalmente, do aprendizado que ocorre durante o processo de produção. Isso é especialmente relevante em setores manufatureiros, nos quais a capacidade de viabilizar a produção de novos produtos representa a etapa mais decisiva na cadeia de inovação.

Gráfico 30: Lacuna entre produção e consumo no mercado de CI na China (199/2015)



Fonte: Majerowicz e Medeiros (2018)

⁸¹ Como pode ser visto no Gráfico 11.

Diante disso, as Diretrizes para Promover a Indústria Nacional de Circuitos Integrados (Plano Nacional de CI) chinesa estipulou metas ambiciosas tanto em termos de receitas quanto de domínio tecnológico para todos os segmentos da cadeia de semicondutores, incluindo equipamentos e materiais (Majerowicz; Medeiros, 2018). Dessa forma, o Plano Nacional de CI se tornou a peça central da estratégia de semicondutores da China em 2014, com uma previsão de pelo menos US\$ 150 bilhões em subsídios governamentais - do governo central, provincial e municipal chinês, bem como uma variedade de empresas estatais, com o objetivo de autossuficiência (Ezell, 2021b). Segundo VerWey (2019), o Fundo Nacional tem adotado uma estratégia dual: de um lado, promove o investimento direto externo (IED) por meio da aquisição de empresas estrangeiras; de outro, oferece financiamento para atrair IED ao país, apoiando investimentos do tipo *greenfield*⁸² e *joint ventures* com companhias estrangeiras.

Sobre os aportes e a forma de financiamento, Ezell (2021b, p. 17), explica que:

O governo chinês criou o Fundo de Investimento da Indústria de Circuitos Integrados da China⁸³ (CICIIF, também conhecido como “Fundo Nacional de CI”) com o objetivo de direcionar 150 bilhões de dólares em financiamento estatal para apoiar a indústria nacional, promover aquisições no exterior e viabilizar a compra de equipamentos semicondutores estrangeiros. A *Semiconductor Industry Association* (SIA) estimou que, até 2017, a China havia arrecadado 80 bilhões de dólares em relação à meta inicial de 150 bilhões. Em outubro de 2019, a China complementou esses investimentos ao anunciar um novo fundo nacional de semicondutores no valor de 204,2 bilhões de yuans (28,9 bilhões de dólares), financiado por empresas apoiadas pelos governos central e local, incluindo a Administração Estatal do Monopólio do Tabaco e o Banco de Desenvolvimento da China⁸⁴.

Como resultado (Gráfico 12), pode ser visto que os subsídios estatais das empresas chinesas superaram as concorrentes internacionais no setor de semicondutores, no período de 2014 a 2018. Como percentual da receita total, os subsídios recebidos pelas empresas chinesas foram significativamente mais elevados do que os observados nas empresas sediadas em Taiwan, Estados Unidos e Coreia do Sul, a SMIC (China) recebeu subsídios equivalentes a 41% de sua receita, seguida pela *Tsinghua Unigroup* (30%) e pela *Hua Hong* (22%). Em contrapartida, as empresas estrangeiras do mesmo setor, como a TSMC (Taiwan), Intel (Estados

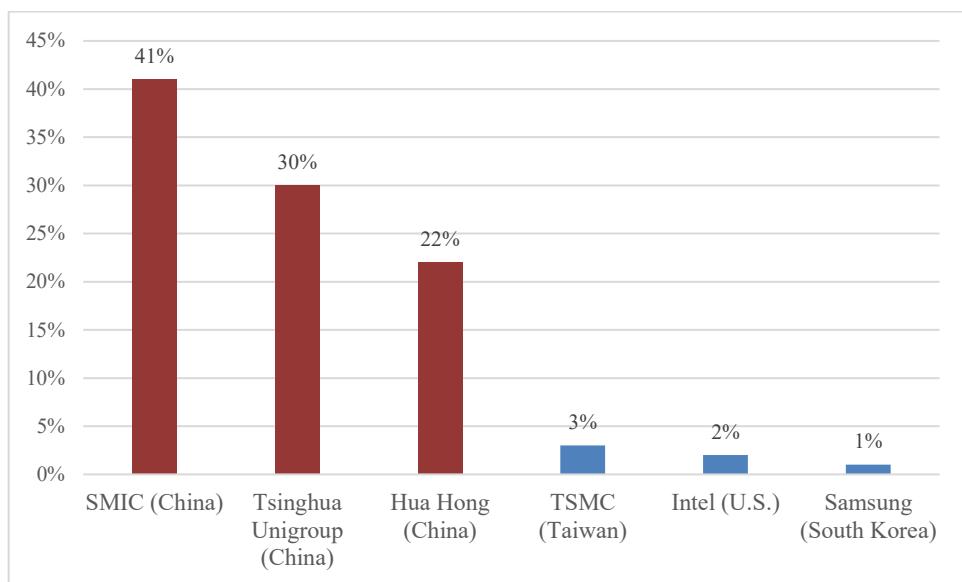
⁸² O investimento *greenfield* é um tipo de investimento estrangeiro direto (IED) em que a empresa cria uma operação completamente nova em outro país, construindo infraestrutura desde o início, como fábricas, escritórios e centros de distribuição, em vez de adquirir ou fazer parceria com empresas existentes. Destaca também que esse modelo oferece maior controle, mas envolve maiores riscos e tempo de retorno (Ribeiro; Nakabashi, 2022).

⁸³ Comumente conhecido como “*Bing Fund*”.

⁸⁴

Unidos) e Samsung (Coreia do Sul), apresentaram níveis mais baixos de subsídios, variando de apenas 1% a 3% da receita.

Gráfico 31: Subsídios Estatais (% da Receita, 2014–2018)

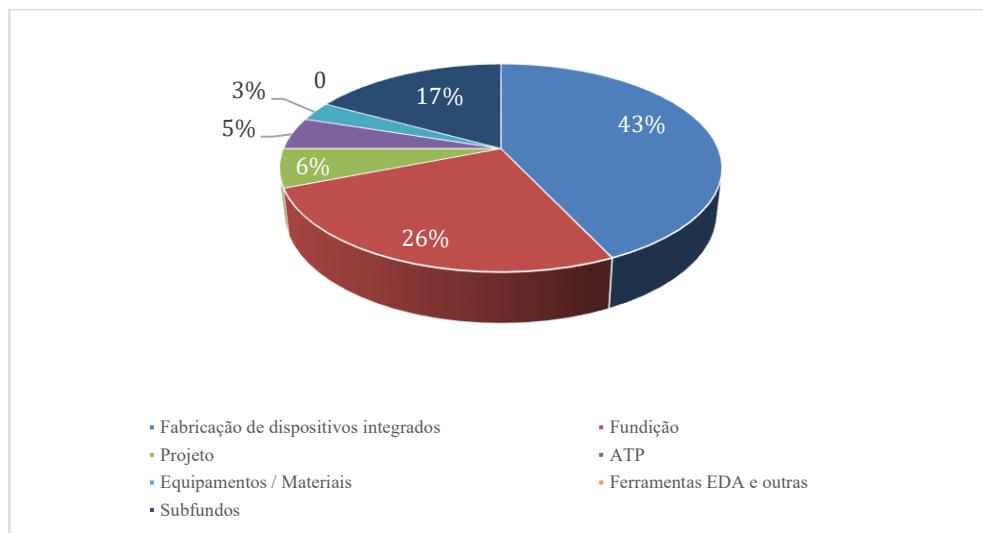


Fonte: Ezell (2021b)

Observa-se, portanto, que essa discrepância no que se refere aos subsídios reforça a ideia de que a China opera sob um regime de apoio estatal em escala muito superior ao de seus pares, refletindo uma estratégia deliberada de fortalecimento industrial interno e substituição de importações tecnológicas direcionadas para um setor crítico e específico.

Como mostra o Gráfico 32, o investimento das fases 1 e 2 do Fundo Nacional de Circuitos Integrados da China está concentrado principalmente na fabricação de dispositivos integrados (43%) e na fundição (26%), evidenciando a prioridade em expandir a capacidade produtiva de chips. Segmentos como design (6%) e ATP (5%) recebem participação menor, enquanto equipamentos/materiais (3%) e ferramentas EDA (0%), apesar de sua relevância estratégica, têm alocação reduzida ou inexistente. Por sua vez, os subfundos (17%) representam investimentos indiretos voltados a projetos complementares no ecossistema de semicondutores.

Gráfico 32: Participação do investimento das fases 1 e 2 do Fundo Nacional de Investimentos – por segmento da indústria de semicondutores - em %



Fonte: Allianz Trade (2025)

Segundo Lee e Kleinhans (2021), o “*Big Fund*” representou um dos maiores instrumentos de financiamento da indústria chinesa de semicondutores. Na Fase I (2014–2019), foram arrecadados RMB 138,7 bilhões (mais de US\$ 20 bilhões), com cerca de dois terços destinados à fabricação e insumos, 20% ao design de chips e 10% à montagem, teste e embalagem. Essa fase atraiu, de outras fontes, aproximadamente RMB 500 bilhões adicionais para o setor.

A Fase II, lançada em 2019, registrou RMB 204,15 bilhões (mais de US\$ 32 bilhões) e ampliou a base de investidores, cobrindo uma distribuição geográfica mais ampla. Mantendo a meta de um multiplicador de 1:5, esperava-se mobilizar até RMB 1 trilhão (cerca de US\$ 150 bilhões) em investimentos (Lee; Kleinhans, 2021).

Logo, a presença do Estado, seja por meio de propriedade direta ou investimentos, se tornou predominante entre as empresas chinesas de semicondutores. Autoridades centrais e locais possuem participação em quase toda a cadeia de valor doméstica, abrangendo desde empresas *fabless* até fundições e empresas de montagem e teste (OSAT). Tais participações podem variar de menos de 20% até o controle acionário majoritário (Ezell, 2021b). Dessa forma, o Estado chinês tornou-se coproprietário (em muitos casos, com controle direto) da maioria das empresas de médio e grande porte do setor, exercendo papel central tanto no financiamento quanto na definição de estratégias tecnológicas. Um exemplo dessa atuação estratégica do Estado chinês pode ser visto no Quadro 9, a seguir.

Quadro 9: Participações e subsídios do Estado chinês – empresas nacionais de semicondutores de médio e grande porte

Empresa	Resumo da Atuação
Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC)	Principal empresa de fundição de chips da China, com crescente participação estatal (45% em 2018), <u>liderada por participações detidas pelo National IC Fund (19%), pela estatal Datang Telecom (19%) e pela Tsinghua Unigroup (7%)</u> .
China Electronics Corporation (CEC)	Conglomerado estatal que controla grupos como Hua Hong e Huada Semiconductor, com presença em joint ventures estratégicas. <u>O Fundo Nacional de CI detém 10% da Hua Hong Semiconductor e 29% da Hua Hong Wuxi, uma fábrica de semicondutores estruturada como uma joint venture.</u>
Tsinghua Unigroup	Empresa com foco em design e agora também fundição; investe pesado em fábricas de memória com apoio local e estatal. <u>Recebe apoio de governos locais e do Fundo Nacional de CI para investir na construção de novas fábricas de memória em Chengdu (Sichuan), Chongqing, Nanquim (Jiangsu) e Wuhan (Hubei). Uma vez concluídos, esses investimentos podem chegar a aproximadamente US\$ 100 bilhões.</u>
Jiangsu Changjiang Electronics Technology (JCET)	Maior empresa global de OSAT após adquirir a STATS-ChipPAC; <u>o Estado chinês detém atualmente entre 25% e 30% da empresa.</u>
Yangtze Memory Technologies Co. (YMTC)	Empresa pública voltada à produção de chips de memória; fundada com apoio da <u>Tsinghua Unigroup é uma joint venture estatal chinesa lançada pelo Fundo Nacional de Investimento na Indústria de CI. Foi apoiada com US\$ 24 bilhões em financiamento governamental inicial alocado somente para sua fábrica inicial em Wuhan.</u>
ChangXin Memory Technologies (CXMT)	Criada em 2016 como projeto piloto do “ <i>Made in China 2025</i> ”, voltada à produção de memória DRAM e Flash. <u>A ChangXin foi criada como um projeto coliderado pelo Fundo de Investimento Industrial de Hefei (HIIF), estatal local, e pela GigaDevice Semiconductor Beijing (uma projetista chinesa de chips de memória flash), com o HIIF investindo US\$ 8 bilhões para lançar o projeto.</u>

Fonte: Ezell (2021b)

Ao analisar especificamente as estratégias voltadas para o setor, observa-se que o plano *Made in China 2025*, lançado em 2015, definiu metas claras e ambiciosas para consolidar e ampliar a posição da China no cenário global de semicondutores. Entre elas, definiu o objetivo ambicioso de atingir 70% de autossuficiência na produção nacional de chips até 2025. Para isso, o governo incentivou a cooperação entre instituições acadêmicas, centros de pesquisa e empresas do setor, buscando impulsionar a inovação e o avanço tecnológico. Um plano de acompanhamento elaborado pela Academia Chinesa de Engenharia definiu metas mais detalhadas para o avanço tecnológico, contemplando também o setor de semicondutores. Em

2017, foi criada a Aliança Estratégica Nacional de Inovação Técnica para a Indústria de Circuitos Integrados, com a função de articular pesquisadores e empresas, visando elevar as capacidades de inovação tecnológica da indústria de CIs da China a patamares de liderança internacional no prazo de 5 a 10 anos (Lee; Kleinhans, 2021; Allianz Trade, 2025). Também foram oferecidos incentivos fiscais, subsídios e outras formas de apoio financeiro a empresas envolvidas em pesquisa, design e fabricação de semicondutores (Allianz Trade, 2025).

No que se refere ao volume de recursos destinados a incentivos, benefícios e apoios financeiros, o relatório da SIA (2021, p. 3) mostra que:

Além disso, a China anunciou mais de 15 fundos de CI provenientes de governos locais, totalizando US\$ 25 bilhões, destinados ao financiamento de empresas chinesas de semicondutores. Combinados ao Fundo Nacional, esses recursos somam US\$ 73 bilhões, montante sem equivalente em qualquer outro país. No entanto, esse valor não inclui subsídios governamentais, investimentos de capital e empréstimos a juros baixos, que ultrapassam US\$ 50 bilhões.

De acordo com VerWey (2019), os recursos nacionais, provinciais e locais, disponibilizados pelo Plano Nacional de Inovação Tecnológica e pelo programa *Made in China 2025*, têm incentivado corporações multinacionais a estabelecer *joint ventures* ou ampliar parcerias já existentes. Empresas como Intel (EUA)⁸⁵, SK Hynix (Coreia do Sul) e Samsung (Coreia do Sul) vêm aproveitando empréstimos subsidiados pelo governo chinês para expandir suas operações no país. Paralelamente, as três maiores fundições globais - GlobalFoundries (EUA), TSMC (Taiwan) e UMC (Taiwan) - anunciaram planos para instalar novas unidades de fabricação na China.

⁸⁵ Apesar dos volumosos investimentos realizados, as principais empresas de semicondutores ainda evitam instalar suas operações mais avançadas na China. Embora Intel, SK Hynix e Samsung mantenham grandes unidades voltadas ao atendimento da demanda chinesa por chips de memória, a maior parte de sua produção de ponta continua concentrada em seus países de origem. Um dos fatores que explicam essa escolha é que os semicondutores, em geral, são comercializados sem a incidência de tarifas, o que permite abastecer o mercado chinês a partir de fábricas no exterior com custos adicionais mínimos, desde que as cadeias de suprimentos estejam bem estruturadas. Além disso, persiste entre as multinacionais a preocupação de que investimentos em manufatura de alto valor agregado na China possam expor tecnologias sensíveis ao risco de apropriação indevida (VerWey, 2019).

Quadro 10: Investimentos estrangeiros diretos de empresas de semicondutores selecionadas dos EUA na China (2014–2018)

Data do anúncio jan-14	Empresa não chinesa IBM	Empresa chinesa Suzhou PowerCore
mar-14	IBM	Teamsun
set-14	Intel	Tsinghua Unigroup
nov-14	Texas Instruments	Expansão da instalação da Texas Instruments
dez-14	Micron	PowerTech (Taiwan)
jan-15	Qualcomm-IMEC	SMIC, Huawei
mai-15	Hewlett-Packard	Tsinghua Holdings (Unisplendour)
jun-15	Broadcom	H3C Technologies Co.
set-15	Cisco Systems	Inspur Group
dez-15	Qualcomm	SJ Semi (SMIC & Jiangsu Changjiang Electronics Technology JV)
jan-16	Qualcomm	Província de Guizhou (Huaxintong)
jan-16	Intel	Universidade de Tsinghua e Montage Technology Global Holdings
abr-16	AMD	Tianjin Haiguang Advanced Technology Investment Company
mai-16	Brocade	Grupo de Investimento Industrial de Alta Tecnologia de Guizhou
mai-16	Dell	Guizhou YottaCloud Technologies
set-16	VMWare	Sugon Information
fev-17	Western Digital	Tsinghua Unigroup (Unisplendour)
mar-17	GlobalFoundries	Município de Chengdu
jul-17	IBM	Wanda Internet Technology Group
fev-18	Nvidia	Baidu
mai-18	Intel	Tsinghua Unigroup (Spreadtrum & RDA)

Fonte: VerWey (2019)

Nesse mesmo período, uma nova etapa da indústria chinesa de semicondutores que teve início por volta de 2018, foi motivada por novas pressões externas, especialmente pela resposta dos Estados Unidos ao Fundo Nacional de Investimento em CIs e ao *Made in China 2025*, aliada ao uso de políticas de controle de exportações implementadas pelo governo Trump. As medidas restritivas norte-americanas, inicialmente direcionadas a grandes fornecedores de telecomunicações, como ZTE e Huawei, e posteriormente a empresas de outros segmentos tecnológicos, como inteligência artificial e supercomputação, estimularam Pequim a ampliar investimentos e capacidades inovadoras no setor. Essas ações dos EUA, que incluíram restrições à aquisição de equipamentos avançados pelas fabricantes chinesas, levaram a China a adotar uma estratégia de longo prazo baseada em duas frentes: reduzir a dependência externa em semicondutores e em equipamentos de fabricação, e evitar vulnerabilidades decorrentes da politização das cadeias globais de suprimentos (Triolo, 2021).

Em contrapartida, no 14º Plano Quinquenal (2021 - 2025) da China, os semicondutores foram novamente destacados como prioridade tecnológica estratégica⁸⁶, demandando um esforço nacional para alcançar a autossuficiência tecnológica⁸⁷. Em agosto de 2020, o país ampliou suas políticas fiscais de incentivo ao setor, incluindo isenção de imposto corporativo por até 10 anos para fabricantes de semicondutores, benefício estimado em mais de US\$ 20 bilhões (SIA, 2021).

De acordo com Lee e Kleinhans (2021), governos subnacionais chineses também têm desempenhado um papel ativo no fortalecimento das empresas que atuam no setor de semicondutores, por meio de medidas de apoio contínuo. Um exemplo é o plano de cinco anos anunciado em março de 2021 pela Área Especial de Lingang, situada na zona de livre comércio de Xangai, que prevê o desenvolvimento da indústria de circuitos integrados (CI) com a criação de uma zona de P&D e de manufatura alfandegada, permitindo a importação de materiais e insumos sem incidência de impostos.

Em maio de 2021, o Ministério da Indústria e Tecnologia da Informação (MIIT) apresentou ao Grupo de Liderança em Ciência e Tecnologia para Inovação (ST&I LSG) as prioridades no 14º Plano Quinquenal. Durante a reunião, foi discutida também a chamada “era pós-Moore” dos semicondutores, conceito que envolve o uso de materiais e técnicas alternativas capazes de superar as limitações físicas impostas pela Lei de Moore no aumento do poder de computação. Essas abordagens podem abrir oportunidades para que a China ultrapasse o atraso em processos existentes nos próximos anos, mudando de faixa tecnológica, e conquiste posições estratégicas em mercados emergentes e de ponta (Lee; Kleinhans, 2021).

A luz do que fui mostrado anteriormente, o “*Big Fund*” (em suas duas fases) consolidou-se como o principal instrumento centralizado da China para direcionar recursos à indústria doméstica de semicondutores. Desde sua criação em 2014, o fundo expandiu significativamente o volume de capital investido e ajustou seu foco estratégico a cada nova etapa, acompanhando mudanças no ambiente geopolítico e nas prioridades industriais do país (Janjeva; Baek; Sellars, 2024)

⁸⁶ Lee e Kleinhans (2021) destacam que o 14º Plano Quinquenal tratou os semicondutores, ao contrário do 13º, como uma categoria independente, considerados umas das sete tecnologias de fronteira priorizadas para importantes avanços nacionais.

⁸⁷ Janjeva, Baek e Sellars (2024), descrevem que o 14º Plano Quinquenal da China (2021-2025) reforçou a centralidade dos semicondutores, classificando-os como prioridade tecnológica explícita e mobilizando esforços de toda a sociedade para alcançar a autossuficiência. Nesse contexto, fabricantes de veículos elétricos foram incentivados a ampliar a aquisição de chips automotivos de fornecedores locais, acelerando a redução da dependência em relação às importações provenientes do Ocidente.

Janjeva, Baek e Sellars (2024) afirmam que a fase mais recente, o *Big Fund III* (lançando em 2024), alocou um montante adicional de US\$ 47,5 bilhões ao setor, superando os US\$ 39 bilhões de incentivos diretos introduzidos pelos Estados Unidos por meio do *CHIPS and Science Act*. Enquanto a primeira fase priorizou a infraestrutura básica e o fortalecimento de grandes fabricantes nacionais, a segunda fase buscou aprofundar a especialização em etapas críticas da cadeia, ainda que marcada por problemas de gestão e pressões externas. Já a terceira fase revela um esforço direcionado a reduzir dependências tecnológicas externas, especialmente em equipamentos de litografia avançada, e a fortalecer capacidades domésticas para atender a setores estratégicos como inteligência artificial e computação de alto desempenho.

Quadro 11: Foco e evolução dos Fundos destinados ao desenvolvimento de semicondutores (2014/2024)

Fase	Investimento (bilhões RMB)	Descrição
Big Fund I (Set/2014)	98,7	Forte foco na fabricação de circuitos integrados (CIs), no design de semicondutores, embalagem e testes, bem como em equipamentos e materiais do setor. Maior participação do apoio estatal na produção doméstica. Abordagem “de cima para baixo” no fomento ao setor. Apoio a empresas nacionais relevantes, como a <u>Semiconductor Manufacturing International Corporation (SMIC)</u> .
Big Fund II (Out/2019)	204,2	Maior foco em segmentos mais especializados da cadeia de suprimentos, como máquinas de litografia, gravação e equipamentos de teste. Ênfase crescente na autossuficiência em etapas críticas da cadeia, incluindo áreas como automação eletrônica de design (EDA). Escândalos de corrupção e más escolhas de investimento levaram à necessidade de maior supervisão. Tensões geopolíticas afetaram o ambiente de negócios.
Big Fund III (Mai/2024)	344	Foco principal em equipamentos para fabricação de chips, com o objetivo de reduzir a dependência de fornecedores ocidentais, especialmente no caso de empresas como a ASML, e fortalecer a indústria local. Desenvolvimento de grandes plantas de semicondutores e componentes como HBM; prioridade voltada à produção nacional de chips para IA e aplicações de alto desempenho. Envolvimento de 19 acionistas, todos com participação estatal centralizada e apoio financeiro direto do governo.

Fonte: Janjeva, Baek e Sellars (2024)

Por fim, de forma resumida, a tabela a seguir apresenta um esquema cronológico das quatro fases apresentadas ao longo da presente seção, destacando suas bases estratégicas, principais políticas implementadas, resultados obtidos e limitações estruturais que ainda persistentes.

Quadro 12: Esquema cronológico das políticas industriais chinesas em semicondutores - 4 fases

Fase / Período	Base Estratégica	Políticas-Chave	Resultados	Limitações
1ª Fase (1956–1990)	Modelo soviético e autossuficiência inicial.	Tecnologia de semicondutores incluída entre as quatro tecnologias nacionais prioritárias; formação de recursos humanos com apoio soviético; projetos 878Fab (1968) e Shanhai 19Fab (1970).	Autossuficiência inicial em componentes básicos; atraso em relação à fronteira tecnológica.	Isolamento tecnológico; retrocesso durante a Revolução Cultural.
2ª Fase (1990–2002)	Abertura e modelo híbrido com <i>joint ventures</i> .	Projetos 908 (modernização da Huajing) e 909; acordos de transferência de tecnologia; joint ventures (ex. NEC-Huahong).	Transferência parcial tecnológica; modernização limitada.	Transferência incompleta de <i>know-how</i> ; dependência de fornecedores externos.
3ª Fase (2002–2014)	Consolidação nacional e expansão de mercado.	Criação da SMIC (2000); Plano Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (2006–2020); estratégia IDAR; incentivos fiscais e proteção de PI.	Crescimento do número de empresas e receitas; destaque em montagem e teste (ATP).	Avanços significativos em vários segmentos, principalmente o de fundição, mas persistência da dependência em tecnologias de ponta.
4ª Fase (Iniciada em 2014)	Estratégia de liderança global e autossuficiência.	Diretrizes Nacionais de Desenvolvimento da Indústria de CIs (2014); Fundo Nacional de Investimento em CIs; <i>Made in China 2025</i> ; 14º Plano Quinquenal; incentivos fiscais e subsídios. Lançamento do Big Fund III.	Grande aporte de capital; foco na autossuficiência e liderança até 2030. Foco principal em equipamentos para fabricação de chips, objetivando reduzir a dependência ocidental.	Desafios em atingir liderança nos segmentos mais avançados em semicondutores até o final da década.

Fonte: Elaboração própria (2025)

Portanto, como discutido ao longo da seção 3.3, a trajetória das políticas industriais chinesas voltadas ao setor de semicondutores revela uma evolução marcada por mudanças estratégicas profundas ao longo de quase sete décadas. Desde a adoção inicial do modelo soviético e a busca pela autossuficiência básica, passando pela abertura gradual e estabelecimento de *joint ventures*, até chegar à consolidação nacional e, mais recentemente, à

meta de liderança global, cada fase reflete seu contexto político, econômico e tecnológico do período.

4.4 A INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES NA CHINA E OS DESAFIOS DE SUPERAÇÃO DA DEPENDÊNCIA TECNOLÓGICA

A trajetória da China na indústria de semicondutores é marcada por grandes avanços, ambições estratégicas, mas também por limitações estruturais, tecnológicas e geopolíticas que dificultam o avanço do país rumo à autossuficiência e liderança global no setor de semicondutores. Revelando, assim, um conjunto articulado de barreiras que vão desde a entrada tardia no setor, a própria estrutura da cadeia produtiva global, os enormes custos de capital associados à fabricação, o ritmo das inovações, até os regimes de conhecimento e propriedade intelectual que sustentam o poder tecnológico das economias avançadas.

O quadro-resumo a seguir sistematiza os principais argumentos desenvolvidos ao longo do capítulo e retomados na presente seção.

Quadro 13: Categorias/limites e desafios da China em semicondutores

Categoria	Limites e Desafios da China em Semicondutores
Histórico de Inserção	Entrada tardia na indústria e interrupções históricas limitaram o acúmulo de capacidades tecnológicas.
Defasagem Tecnológica Específica	Atraso de 4 a 5 anos em relação à TSMC na fundição; defasagem de até 2 gerações em equipamentos de litografia.
Formação de Redes de Inovação Competitivas	Universidades e centros de pesquisa com papel instituições ainda não demonstram dinâmica suficiente para atuar como protagonistas da inovação – como acontece nos países de vanguarda tecnológica.
Dificuldade de assimilar o conhecimento tácito (<i>know-how</i>)	Cria barreiras naturais à entrada nas atividades principais da cadeia de abastecimento, limitando, assim, a base de fornecedores e concentrando cada atividade em poucos países na economia global (alto investimento em P&D, capital e predominância de conhecimento tácito – <i>know-how</i>).
Estrutura Produtiva	Maior autonomia em etapas de baixo valor agregado (ATP); dificuldade em avançar para segmentos de alta complexidade tecnológica.
Cadeia Global	Posição menos estratégica na formação da cadeia global; forte presença de multinacionais estrangeiras nas exportações de alta tecnologia.
Dependência Tecnológica Externa	Alta dependência de importações de CIs e equipamentos; produção doméstica atende apenas 19,4% da demanda (2025); meta de 70% de autossuficiência longe de ser alcançada. Se caracteriza como um importante mercado consumidor, mas ainda

	tem participação limitada (7,2%) no competitivo mercado mundial de semicondutores.
Geopolítica e Sanções	Sanções dos EUA, bloqueios de fusões e embargos a equipamentos estratégicos (EDA, EUV etc.) limitam o acesso chinês à fronteira tecnológica.
Barreiras Estruturais (oligopólios)	O setor opera sob regime de inovação cumulativo (“vencedor-leva-tudo”), com barreiras de entrada significativas e concentração oligopolista. Com existência de barreiras legais de segredos industriais, propriedade intelectual e patentes.
Participação de Empresas Chinesas	Presença limitada entre os maiores investidores globais em P&D; Huawei é exceção, mas com atuação multisectorial.

Fonte: Elaboração própria (2025)

No plano *Made in China 2025*⁸⁸, o próprio Conselho de Estado da China reconhecia que o país ainda estava em processo de industrialização e possuía relativa defasagem tecnológica comparada aos países avançados. Apesar do porte da indústria manufatureira chinesa, o documento destaca “que a indústria da China é grande, mas não é forte”, demonstrando fragilidades na sua capacidade de inovação autônoma, *elevada dependência de tecnologias estrangeiras em setores essenciais e de ponta*; ausência de marcas globais relevantes; além de problemas relacionados à eficiência energética, baixa informatização e fraca integração entre a digitalização e processos industriais (China, 2015).

Ao analisar o processo histórico que explica a defasagem tecnológica da China na fabricação de semicondutores de ponta, Deng e Deng (2022), ressaltam uma série de condicionantes estruturais, políticos e geopolíticos que impactaram diretamente a trajetória evolutiva da indústria de semicondutores do país ao longo das últimas décadas.

Da década de 1950 até 1970, devido ao relativo isolamento econômico, a China seguiu o modelo soviético de planejamento e gestão da política industrial, no qual o governo central controlava inteiramente cadeia de produtiva dos semicondutores. Naquele período, a linha de montagem era direcionada à fabricação de transistores presentes em rádios destinados ao mercado doméstico. Porém, nesse mesmo lapso de tempo, o desenvolvimento da indústria de semicondutores doméstica foi rapidamente interrompido durante os distúrbios da Revolução Cultural.

Entre as décadas de 1980 e 2000, obstáculos institucionais relacionados à fragilidade das estruturas legais e à incipiente legislação de proteção à propriedade intelectual dificultaram o desenvolvimento autônomo da indústria de semicondutores na China. Diante desse contexto, muitas empresas nacionais foram levadas a abdicar de investimentos próprios em pesquisa e

⁸⁸ Lembrando que o plano “*Made in China 2025*” foi lançado em maio de 2015.

desenvolvimento (P&D), concentrando-se, em vez disso, em segmentos de mercado caracterizados por grandes volumes e margens reduzidas, ou atuando como representantes de firmas multinacionais no mercado doméstico (Deng; Deng, 2022).

A partir dos anos 2000, mais precisamente em 2001, a China passou a integrar formalmente a Organização Mundial do Comércio (OMC), marcando sua inserção oficial na economia global. Embora esse acontecimento tenha ampliado as oportunidades de comércio e investimento internacional para o país, também impôs restrições às suas políticas industriais. Como destacam Deng e Deng (2022), a partir desse momento começaram a emergir críticas e acusações de práticas protecionistas por parte da China, especialmente no que se refere ao apoio estatal a setores estratégicos e à atuação de empresas estatais em mercados sensíveis. O autor discorre, que,

Por exemplo em 2003, os EUA passaram a questionar a política de incentivos fiscais na indústria de semicondutores da RPC, que aplicava o valor de 17% de tarifa de valor adicionado (VAT) para a comercialização de semicondutores, porém concedia *tax rebate* de 11% para os dispositivos manufaturados domesticamente, ou 14% se o design também tiver sido feito internamente.

O cenário atual se mostra bastante desafiador, como resultado da importância estratégica do setor e das políticas agressivas chinesas na busca pelo *catch-up* no curto prazo, diversos países reagiram contra os avanços dos investimentos da China, bloqueando aquisições e fusões por meio dos seus órgãos reguladores. Países como Taiwan, EUA e Alemanha rejeitaram propostas ou simplesmente cancelaram contratos e/ou negociações que pudessem vir a colocar a ordem pública ou a segurança nacional em risco (Deng; Deng, 2022).⁸⁹

Ademais, os Estados Unidos adotaram uma postura significativamente mais severa frente ao avanço da China no setor de semicondutores. Como destacam Deng e Deng (2022, p. 16), o governo norte-americano implementou uma série de medidas com o objetivo de conter a ofensiva chinesa no mercado global, justificando tais ações pelas recorrentes acusações de apropriação indevida de tecnologias estrangeiras por meio de práticas consideradas desleais, como o roubo de segredos industriais, coerção de empresas estrangeiras e outras formas de transferência forçada de tecnologia. Os autores argumentam que,

⁸⁹ Deng e Deng (2022), ressaltam que, a partir de 2017, a Alemanha adotou medidas regulatórias mais restritivas no que tange ao controle de capital estrangeiro em setores considerados sensíveis, estabelecendo um limite de 25% para aquisições de participação societária em empresas domésticas estratégicas, com o objetivo de resguardar a segurança nacional e a autonomia tecnológica do país.

Além de imporem unilateralmente tarifas contra a importação de produtos oriundos da RPC, os EUA passaram a atuar incisivamente para obstruir os avanços tecnológicos da RPC em diversos segmentos de tecnologia de ponta, como tecnologia 5G e design de CI, por meio de: sufocamento da demanda externa por bens de TIC através de embargo em escala internacional e lobbies coordenados com autoridades estrangeiras; e exclusão da RPC das cadeias produtivas globais de TIC, dificultando o acesso dela a tecnologias chaves para design e produção de semicondutores, das quais a RPC ainda é extremamente dependente. (Deng; Deng, 2022, p. 16).

Em termos geopolíticos, Triolo (2021) e Thomas (2021) complementam que a crescente tensão entre China e EUA tem levado ao uso explícito de instrumentos de política comercial, como sanções, embargos e restrições à exportação de tecnologias críticas, sobretudo aquelas relacionadas a software de design (EDA), equipamentos de litografia avançada (como os da holandesa ASML) e plataformas de fabricação de chips. A ofensiva norte-americana busca limitar o acesso chinês a esses recursos com o objetivo de preservar sua vantagem tecnológica e conter o avanço da China⁹⁰. Essas medidas impactaram diretamente empresas como Huawei, HiSilicon e SMIC, que tiveram seu acesso a fornecedores estrangeiros severamente restringido, interrompendo linhas de produção e atrasando projetos de chips avançados (Thomas, 2021; Majerowicz; Medeiros, 2018).

Segundo Tan (2024), desde o início dos anos 2000 a China tem adotado políticas e realizado investimentos expressivos voltados ao fortalecimento de sua indústria de semicondutores, o que permitiu um crescimento acelerado do setor. Esse avanço esteve fortemente associado ao livre comércio e ao processo de transferência internacional de indústrias, que viabilizaram a incorporação de capacidades produtivas e tecnológicas. Contudo, diante das recentes transformações no cenário político e econômico global, o modelo de progresso baseado em aquisição, imitação e aperfeiçoamento tecnológico vem enfrentando limites cada vez mais evidentes. Nesse contexto, sob a intensificação da pressão exercida pelas economias ocidentais, em especial pelos Estados Unidos, a indústria chinesa de semicondutores encontra-se diante do risco de estagnação na chamada “armadilha da tecnologia intermediária”, caracterizada pelo alcance de um nível tecnológico intermediário, mas acompanhado da dificuldade de avançar até as fronteiras mais sofisticadas da inovação, perpetuando assim a distância em relação aos líderes globais do setor.

⁹⁰ Sobre o assunto, Majerowicz (2019), coloca que os EUA têm adotado a prática de só exportar equipamentos de manufatura de semicondutores para a China que estejam duas gerações atrás do estado-da-técnica, com base em acordos e arranjos internacionais – como o Arranjo Wassenaar –, para dificultar que essa atinja a fronteira tecnológica.

A respeito da liderança dos Estados Unidos na indústria de semicondutores e da consequente dependência da China nesse setor estratégico, Majerowicz (2019, p. 32) argumenta que:

Atualmente, os EUA possuem empresas fabricantes de quase todos os equipamentos necessários para a manufatura de semicondutores, colocando sua importância como supridor direto para indústria de semicondutores mundial e, em particular, a chinesa: o processo manufatureiro de circuitos integrados depende de equipamentos, e as firmas como a AMAT, LAM, KLA e Teradyne têm parcelas de mercado elevadíssimas em muitos nichos de mercado. Não há linhas de produção que usem apenas equipamentos feitos na China, assim é muito difícil fazer qualquer chip sem equipamentos americanos.

É importante destacar que, segundo Majerowicz (2019, p. 33), embora os Estados Unidos já não possuam empresas que fabricam as máquinas de litografia⁹¹ - componentes fundamentais para definir o ritmo do avanço tecnológico na produção de circuitos integrados -, o país mantém uma relação estratégica com a ASML, empresa holandesa que detém o monopólio global na produção desse tipo de equipamento. Nesse contexto, os Estados Unidos continuam exercendo influência sobre os segmentos mais críticos da cadeia global de semicondutores.

A autora discorre que:

Há apenas uma empresa no mundo que produz essas máquinas, com os quais os chips mais avançados estão sendo fabricados e, ao menos no futuro próximo, serão fabricados, a holandesa ASML. Ainda que os EUA não a produzam e não tenham empresas nesse nicho industrial, foi a relação estratégica de setor de defesa americano com a ASML que possibilitou que a última se transformasse na maior empresa de mundo de litografia, superando a Nikkon e a Canon, e possuindo uma tecnologia exclusiva. (Majerowicz, 2019, p. 33).

Além disso, o domínio norte-americano sobre os equipamentos que fabricam os semicondutores (um dos pontos mais altos da cadeia tecnológica moderna) constitui um ponto de estrangulamento crítico para a China. Mesmo com o crescimento da base industrial eletrônica chinesa, essa permanece fortemente dependente da importação de circuitos integrados, o que revela uma assimetria estrutural persistente. O governo chinês reconhece que

⁹¹ As máquinas de fotolitografia ditam, em larga medida, o ritmo do progresso técnico em semicondutores até a atualidade, e o acesso às máquinas novas é um fator chave na determinação dos superlucros na indústria de semicondutores e de dispositivos eletrônicos finais (Majerowicz, 2019).

essa dependência representa um risco tanto econômico quanto militar, razão pela qual tem promovido políticas industriais robustas para estimular a inovação autóctone, o desenvolvimento de tecnologias duais (civis e militares) e a integração das capacidades produtivas nacionais em um ecossistema mais completo e soberano (Majerowicz; Medeiros, 2018; Majerowicz, 2019).

Nesse contexto, a taxa de autossuficiência da China em equipamentos de fabricação de semicondutores permanece limitada a cerca de 10%. O mercado global desse segmento é fortemente concentrado, com predomínio de Estados Unidos, Japão e Holanda. Apesar dos avanços na produção doméstica, ainda persistem entraves significativos, como a insuficiente sofisticação tecnológica, os baixos índices de rendimento, as dificuldades de produção em escala e os elevados custos de atualização. Esses fatores restringem, no curto prazo, a ampla difusão e competitividade dos equipamentos fabricados internamente (Tan, 2024).

Pode-se considerar também um conjunto de obstáculos à própria estrutura da cadeia global dos semicondutores. Conforme destacam Grimes e Du (2024), a China foi inserida tardiamente nessa cadeia, ocupando inicialmente funções de baixo valor agregado, como montagem, teste e embalagem de chips, enquanto os elos mais sofisticados (como design de chips avançados, litografia e fabricação de wafers de última geração)⁹² continuaram sob o domínio de empresas norte-americanas, taiwanesas, japonesas e sul-coreanas. Esse padrão gerou uma interdependência assimétrica, na qual a China depende criticamente de fornecedores estrangeiros para insumos estratégicos, ao mesmo tempo que representa um dos maiores mercados consumidores globais. Essa inserção subordinada tem sido difícil de superar devido ao elevado grau de concentração oligopolista e à dominância de poucas firmas globais com forte controle sobre tecnologias-chave e propriedade intelectual (Grimes; Du, 2024; Majerowicz, 2019).

Moreira (2022) destaca que o investimento direto estrangeiro (IDE) teve um papel estratégico no desenvolvimento industrial da China, ao promover a inserção internacional do país e facilitar a absorção de tecnologia. No entanto, esse modelo também gerou uma estrutura produtiva em que setores importantes foram dominados por empresas estrangeiras, dificultando a consolidação de empresas chinesas nesses mercados e limitando sua capacidade de competir em segmentos de maior valor agregado.

Nesse contexto, o autor afirma que,

⁹² Como pode ser visto também nos dados da seção 3.2 deste trabalho.

[...] desde o início dos anos 1990, um terço das ou mais das exportações [chinesas] foram produzidas por empresas com investimentos estrangeiros, e a participação estrangeira atingiu o pico de 58% em 2005. Para exportações classificadas como de alta tecnologia para o governo chinês, o papel estrangeiro é muito maior: desde o início dos anos 2000 até 2012, bem mais de 80% das exportações de alta tecnologia da China foram produzidas por empresas estrangeiras, e a participação estrangeira ainda está em torno de três quartos. A indústria de eletrônicos é um estudo de caso interessante que mostra essa fragilidade. (Moreira, 2022, p. 46).

Grimes e Du (2024, p. 5) acrescentam que o conhecimento cumulativo e o risco associados ao investimento em P&D geram restrições ao avanço de novos players no mercado de semicondutores:

O alto nível de risco associado ao investimento em P&D faz com que apenas um pequeno número de empresas estabelecidas se mantenha na vanguarda, devido ao seu considerável conhecimento tácito acumulado ao longo de vários anos, o que é difícil para as empresas retardatárias replicarem. À medida que as empresas retardatárias começam a alcançar as empresas estabelecidas, estas provavelmente já tenham migrado para produtos mais avançados.

Do ponto de vista tecnológico, Rho, Lee e Kim (2015) explicam que a indústria de semicondutores apresenta um regime de inovação altamente cumulativo, com ciclos rápidos de renovação tecnológica e barreiras técnicas crescentes à entrada. Nesse contexto, os países retardatários enfrentam grande dificuldade em realizar o "*catch-up*", especialmente em segmentos onde não existem nichos de mercado de baixa complexidade tecnológica. Isso se agrava com o encurtamento dos ciclos de vida⁹³ dos produtos e com o aumento exponencial dos investimentos necessários em P&D e capital fixo para competir na fronteira. Grimes e Du (2024) complementam que, diante dos ciclos curtos de vida dos produtos, as empresas líderes enfrentam forte pressão para recuperar rapidamente os investimentos realizados em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Isso intensifica os esforços de proteção do conhecimento gerado, aumentando sua apropriabilidade e dificultando a imitação por concorrentes. Como resultado, o desenvolvimento conjunto de novos produtos tende a se restringir a parcerias estratégicas de

⁹³ Os produtos eletrônicos, especialmente os semicondutores, apresentam ciclos de vida significativamente mais curtos do que os de setores como automóveis, máquinas ou embarcações. Os circuitos integrados passam por constantes inovações, o que acelera ainda mais a substituição tecnológica. Uma característica importante da demanda na indústria de semicondutores é o fato de que os produtos de última geração tendem a substituir completamente os anteriores. Por isso, com o lançamento de novos circuitos integrados (CIs), os preços dos modelos anteriores caem drasticamente (Rho; Lee; Kim, 2015).

longo prazo, o que impõe barreiras adicionais para a entrada de novas empresas e limita o acesso de países retardatários à fronteira tecnológica.

Dessa forma, em muitos países, a indústria de semicondutores é tratada como um bem estratégico nacional, o que torna difícil o acesso a tecnologias de fabricação. Trata-se de um setor altamente competitivo, no qual os fabricantes disputam intensamente entre si. Uma das formas de proteção utilizadas por essas empresas são as ações judiciais relacionadas a patentes, que têm como objetivo impedir a cópia ou a imitação de tecnologias industriais (Rho; Lee; Kim, 2015).

Sobre a proteção da propriedade intelectual, Ezell (2021b) acrescenta que a indústria de semicondutores é fortemente alicerçada em conhecimento, tecnologia e *know-how*. Nesse contexto, um sistema internacional com normas rigorosas de proteção à propriedade intelectual (abrangendo patentes, segredos industriais e marcas registradas) torna-se indispensável para assegurar os incentivos necessários aos elevados investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Para se ter uma ideia da complexidade envolvida, a fabricação de um único chip DRAM pode demandar mais de mil etapas distintas. Caso as empresas não consigam resguardar essa valiosa propriedade intelectual e ela seja apropriada de forma indevida por concorrentes, há uma queda significativa nas receitas, comprometendo, por consequência, a capacidade de reinvestimento em inovação.

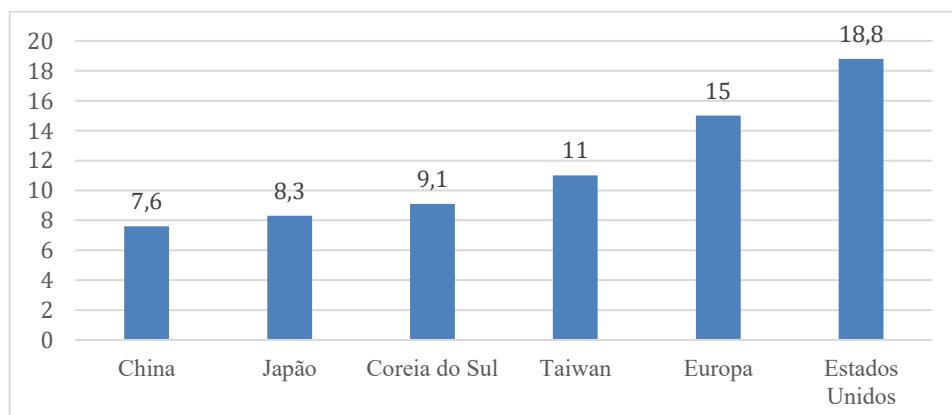
A indústria de semicondutores caracteriza-se por uma estrutura altamente concentrada e marcada pela lógica do “vencedor leva tudo”. Devido à complexidade tecnológica, aos efeitos de escala, às eficiências de aprendizado e aos altos custos de substituição enfrentados pelos clientes, os líderes de mercado em cada nicho - sejam eles especializados em segmentos menores, como fornos industriais, ou em grandes mercados, como processadores para servidores (tendem a capturar a totalidade dos lucros econômicos). A entrada de novos concorrentes nessas posições oligopolistas é rara. Um exemplo emblemático é a Nvidia, que desde que criou o segmento de GPUs em 1999, manteve sua liderança ininterrupta. No caso da China, embora existam startups emergentes no segmento de GPUs, sua participação de mercado ainda é nula. Situação semelhante se observa no segmento de fundição: a TSMC, de Taiwan, pioneira no modelo de *foundry*, mantém sua liderança tecnológica há mais de três décadas. A principal concorrente chinesa, a SMIC, mesmo após quase vinte anos de investimentos massivos, permanece com um atraso estimado de quatro a cinco anos em relação à TSMC (Thomas, 2021).

Rho, Lee e Kim (2015) apontam que a construção de um sistema de inovação setorial eficaz no setor de semicondutores demanda não apenas investimentos estatais, mas também a formação de redes de interação entre universidades, centros de pesquisa e empresas privadas com capacidade técnica e organizacional de gerar inovação disruptiva. A China tem feito progressos nessa direção, sobretudo com o fortalecimento de empresas como a SMIC e a intensificação da formação de capital humano especializado. Ainda assim, a distância em relação à fronteira tecnológica permanece significativa e o país continua exposto às vulnerabilidades de sua posição no sistema internacional.

Assim, em contextos nos quais o acesso ao conhecimento externo é limitado, espera-se que universidades e centros de pesquisa desempenhem um papel estratégico no desenvolvimento tecnológico. No entanto, na China, essas instituições ainda não demonstram competência suficiente para atuar como protagonistas da inovação. Diferentemente dos Estados Unidos, Japão, Coreia do Sul e Taiwan, onde universidades e institutos de pesquisa foram fundamentais para o avanço da indústria de semicondutores, na China, devido a fatores históricos específicos, essas instituições ainda apresentam menor capacidade de P&D do que as próprias empresas privadas (Rho; Lee; Kim, 2015).

Ao analisar os insumos de inovação no setor de semicondutores da China, Ezell (2024) constatou que, de modo geral, a indústria chinesa é significativamente menos intensiva em pesquisa e desenvolvimento (P&D) do que as indústrias de semicondutores das principais economias que são líderes globais. Em 2022, a intensidade de P&D da China foi de apenas 7,6% das vendas, o que representa cerca de 40% da taxa observada nos Estados Unidos (18,8%). Além disso, o desempenho chinês ficou abaixo da média da União Europeia (15%) e de países asiáticos com forte tradição no setor, como Taiwan (11%), Coreia do Sul (9,1%) e Japão (8,3%).

Gráfico 33: Despesas com P&D da indústria de semicondutores de alguns países como porcentagem de vendas – 2022



Fonte: Ezell (2024)

No nível empresarial, a Huawei liderou os investimentos em P&D entre as empresas chinesas do setor de semicondutores, alcançando uma intensidade de 25,2% em 2023. Apesar de atuar também em outros segmentos além dos semicondutores, esse percentual posiciona a empresa de forma competitiva no cenário internacional. No entanto, seu desempenho ainda ficou ligeiramente abaixo dos principais líderes globais em intensidade de P&D, como a Intel (29,6%), a AMD (25,9%) e a MediaTek (25,7%). Esses números evidenciam o esforço chinês em elevar seus investimentos em inovação, embora ainda haja uma diferença em relação às empresas mais avançadas tecnologicamente. Os dados mostram que a China ainda tem uma baixa representatividade entre as empresas que mais investem em P&D no setor de semicondutores⁹⁴. Em contraste, os Estados Unidos dominam o ranking com sete empresas, refletindo a liderança tecnológica e o esforço de manter sua posição global.

Tabela 10: Principais investidores em semicondutores no "Painel de Avaliação de Investimento em P&D industrial da UE – 2023

Empresa	Sede	Investimento em P&D (bilhões €)	Intensidade de P&D (%)
Intel	United States	14,77	29,6
AMD	United States	5,4	25,9
MediaTek	Taiwan	3,34	25,7
Huawei	China	20,7	25,2
Qualcomm	United States	7,97	23,9
Micron Technology	United States	2,86	19,2
NXP Semiconductors	The Netherlands	2,17	17,8
Broadcom	United States	5,86	16,4
ASML	The Netherlands	4,04	14,4
NVIDIA	United States	7,99	14,2
Analog Devices	United States	1,51	14,2

Fonte: Ezeel (2024)

Apesar de liderar globalmente nas atividades de encapsulamento, teste e embalagem de semicondutores (ATP), respondendo por cerca de 38% desse segmento, a China concentra-se em uma etapa da cadeia produtiva que exige menor intensidade de capital e qualificação técnica em comparação com os elos mais avançados da indústria (Varas *et al.*, 2021; Moreira, 2022). Estimativas apontam que o país apresenta um atraso de aproximadamente cinco anos em relação aos líderes globais na produção em larga escala de chips lógicos de última geração. Além disso, a China enfrenta defasagens significativas na fabricação de chips de memória e na produção de equipamentos especializados voltados à indústria de semicondutores.

⁹⁴ Com um investimento significativo e competitivo, somente a Huawei figura na lista.

No que diz respeito, especificamente, aos equipamentos de manufatura de semicondutores (*Semiconductor Manufacturing Equipment – SME*), como as ferramentas de litografia, o cenário é ainda mais desfavorável. De acordo com Ezell (2024), pesquisador da *Information Technology & Innovation Foundation* (ITIF), as empresas chinesas podem estar até cinco gerações tecnológicas atrás no domínio dessa área. O autor destaca que “o melhor maquinário que uma empresa chinesa consegue produzir fabrica chips com 28 nanômetros de largura; o equipamento de ponta da indústria é capaz de fabricar chips de até 2 nanômetros” (Ezell, 2024, p. 3). Tal defasagem evidencia que a China permanece distante da fronteira global de inovação em áreas críticas da cadeia, sobretudo no design de circuitos integrados e na produção de insumos estratégicos, como softwares de automação de projeto (*Electronic Design Automation - EDA*) e equipamentos de litografia de alta precisão (Ezell, 2024).

A avaliação de Triolo (2021, n.p., grifo nosso) endossa a análise anterior sobre a defasagem chinesa em ferramentas de projeto e equipamentos de fabricação, e acrescenta que:

No que diz respeito a ferramentas de projeto e equipamentos de fabricação, as empresas chinesas têm ainda menos participação de mercado na maioria das áreas. Este setor se divide em (1) ferramentas de automação de projeto eletrônico (EDA) necessárias para o projeto de chips de ponta e (2) equipamentos de fabricação, incluindo uma ampla gama de ferramentas, desde litografia, gravação e gravadores de máscara até ferramentas críticas de controle de processo, metrologia e inspeção. Além disso, as empresas chinesas estão atrasadas no desenvolvimento de materiais críticos usados para a produção de semicondutores, como polissilício de grau CI, materiais para litografia ultravioleta extrema avançada (EUV) e fotorresistentes. O setor global de ferramentas de EDA é dominado pelas empresas americanas Cadence e Synopsis, bem como pela Mentor, uma subsidiária da Siemens. A líder doméstica chinesa Empyrean está focada em ferramentas de projeto analógico e afirma que suas ferramentas são usadas por empresas líderes como HiSilicon e UniSoc. A Empyrean também está investindo na área de ferramentas de projeto de CI digitais/lógicos, e suas ferramentas aqui também têm sido usadas pela HiSilicon e Unisoc. Em geral, porém, os desenvolvedores de ferramentas EDA chinesas estão muito atrás dos líderes globais nos tipos de processos e PI que podem suportar.

Dados da Organização Mundial do Comércio (WTO) mostram que até 2021 a China importava mais circuitos integrados e componentes eletrônicos (US\$ 466,1 bi) do que combustíveis fósseis (US\$ 405,3 bi)⁹⁵. Majerowicz e Medeiros (2018, p. 10), reforçam que “a falta de integração e complementariedade da estrutura de fabricação da China tem sua

⁹⁵ Disponível em: <https://stats.wto.org/dashboard/merchandise>.

manifestação final na enorme lacuna de produção e consumo doméstico de CI atendida pelas importações”⁹⁶. Por esse motivo, os circuitos integrados se tornaram as principais importações líquidas da China, superando os combustíveis (Majerowicz; Medeiros, 2018).

Por outro lado, devido à posição de principal produtor e exportador de eletrônicos, a China se tornou também o maior mercado consumidor mundial de semicondutores⁹⁷, mais especificamente de circuitos integrados. No entanto, o país ainda não desenvolveu endogenamente tecnologias de semicondutores de última geração, o que o obriga a depender fortemente de importações para atender à sua demanda interna (Majerowicz; Medeiros, 2018). Triolo (2021), argumenta que a China, atualmente, responde por quase um terço da demanda global de semicondutores, mas os fornecedores chineses domésticos conseguem suprir somente cerca de 10% dessa demanda. Com relação a esse ponto de dependência, o autor completa que

Líderes chineses de alto escalão que pressionam a indústria para ser mais inovadora percebem que a China não pode recriar realisticamente, internamente, as múltiplas e complexas cadeias que seriam necessárias para alcançar algo como “autossuficiência” em semicondutores. (Triolo, 2021, n.p.).

Ilustrando o panorama do limitado avanço na autonomia da produção doméstica de semicondutores, os relatórios periódicos da consultoria IC Insights mostram que, até 2012, a produção doméstica de circuitos integrados chinesa representava somente 11,1% do total da demanda doméstica, compostos em sua maioria por componentes *low-end* (básicos), no qual mais de 70% da produção era originada de transnacionais estrangeiras (Ic Insights, 2013; Deng; Deng, 2022). Estima-se que, em 2020, apenas 15,9% dos CI consumidos na China tenham sido produzidos por empresas nacionais. A projeção para 2025 indica um avanço modesto de 3,5%, atingindo 19,4% (o que representa um incremento médio anual de 0,7% ponto percentual ao ano), menos de um terço da meta estabelecida pelo plano “*Made in China 2025*”, que previa alcançar 70% de autossuficiência na produção de semicondutores⁹⁸ (Ic Insights, 2021).

⁹⁶ Dados da Organização Mundial do Comércio (WTO) mostram que, em 2023, a China exportou US\$ 197,7 bilhões em circuitos integrados e componentes eletrônicos, enquanto as importações totalizaram US\$ 376,5 bilhões, volume que corresponde a quase o dobro do primeiro.

⁹⁷ Segundo dados da Organização Mundial do Comércio (WTO, na sigla em inglês), em 2023, a China importou mais de US\$ 376,5 bilhões em circuitos integrados e componentes eletrônicos, consolidando-se como a maior importadora global. Disponível em: <https://stats.wto.org/dashboard/merchandise>.

⁹⁸ Como pode ser visto também nos dados da seção 3.2 deste trabalho.

Isto posto, diferentemente de setores nos quais a China já alcançou uma posição de destaque no mercado global - como ferrovias de alta velocidade, painéis solares e equipamentos de telecomunicações, voos espaciais tripulados, supercomputadores, aeronaves de grande porte, navegação por satélite e outros - sua competitividade na indústria de semicondutores ainda são limitadas, dependendo fortemente de tecnologias estrangeiras de ponta para atender a demanda interna de CI. De maneira que as empresas chinesas enfrentam inúmeros desafios para competir com os líderes globais (China, 2015; Ezell, 2021b).

Todavia, é importante salientar que, apesar das limitações em seu crescimento e desenvolvimento tecnológico, os avanços da China na indústria de semicondutores representam um feito notável. O país conseguiu romper, ao menos parcialmente, com o padrão tradicional da globalização dos circuitos integrados, modelo no qual diferentes localidades sediam etapas produtivas, mas a propriedade e o controle das principais empresas permaneciam concentrados em um seletivo grupo de aliados ocidentais. A China é, até o momento, o único rival geopolítico relevante a abrir uma brecha nesse arranjo. Ainda que sua participação no mercado global continue limitada e que o país esteja de quatro a cinco anos atrás da fronteira tecnológica na etapa de manufatura de chips⁹⁹, sua presença e ambição já são percebidas como uma ameaça estratégica pelos Estados Unidos e seus aliados (Majerowicz, 2019).

4.5 FURTADO NA CHINA: UMA INTERPRETAÇÃO DA DEPENDÊNCIA TECNOLÓGICA NA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES

Barbosa (2021) ressalta que mesmo sem ter se dedicado de forma sistemática à análise da China, Furtado detinha uma rara habilidade para captar aspectos essenciais de civilizações em transformação, integrando múltiplas dimensões e recorrendo a categorias analíticas capazes de transcender fronteiras disciplinares. Sobre Furtado e sua visão singular, à frente de seu tempo, Barbosa (2021, p. 197) observa que:

Já nos anos 1990, o economista percebe a ascensão chinesa como uma das linhas mestras a estruturar o novo sistema mundial em termos econômicos e geopolíticos. Apesar de as referências à China, neste último período, aparecerem em livros sucintos, mais lançando hipóteses do que realizado

⁹⁹ O que corresponde a duas gerações tecnológicas de atraso.

sínteses totalizantes, elas se revelam importantes, pois trazem reflexões que podem ser aprofundadas, justamente por destoarem de muitas interpretações correntes sobre a ascensão chinesa.

Como exemplo, Furtado (1998, p. 32, grifo nosso), já previa o caminho e o consequente impacto das economias asiáticas (inclusive da China) no planeta:

As nações asiático-orientais, em particular a China, são hoje, sem lugar a dúvida, os líderes da nova onda de transformações que estão redefinindo a face do planeta. Liderados pelo Japão, esses países ganharam autonomia no domínio das técnicas e põem a serviço destas uma grande disciplina social. Os salários são regulados em função das exigências da concorrência internacional. A estrita disciplina social e o forte investimento no fator humano dão ao capitalismo asiático uma força competitiva sem paralelo. Dadas as formidáveis reservas de mão de obra de que dispõem, tudo indica que esses países virão a pesar crescentemente nos mercados mundiais.

Dessa forma, com o propósito de articular o referencial teórico adotado ao caso concreto analisado, esta tese busca, ainda que possa parecer inusitado, atualizar a herança teórico-metodológica de Celso Furtado, especialmente no que tange à sua capacidade de integrar dimensões econômicas, políticas, sociais e culturais em uma leitura histórica e holística da realidade¹⁰⁰. Tal abordagem é aplicada aqui à análise das transformações viabilizadas pelo planejamento econômico em contextos contemporâneos de superação do subdesenvolvimento, tendo a experiência chinesa como exemplo emblemático.

Nesse contexto, conforme defendido por Furtado, o Estado constitui um pilar fundamental para o desenvolvimento econômico, estratégia amplamente utilizada pela China ao longo dos últimos mais de setenta anos. Assim, o desenvolvimento econômico é um processo de transformação estrutural que exige não apenas a mobilização de recursos, mas também a coordenação consciente de esforços, na qual o Estado desempenha papel insubstituível como agente planejador e orientador das mudanças. A esse respeito, Furtado (2009, p. 216, grifo nosso) afirma que:

¹⁰⁰ Com as devidas ressalvas, é importante reconhecer que o contexto histórico, político e econômico da China difere daquele que deu origem à formulação teórica de Celso Furtado, concebida para interpretar a realidade latino-americana. No presente trabalho, busca-se justamente reinterpretar e analisar o caso chinês à luz das categorias e conceitos furtadianos, explorando em que medida sua abordagem pode contribuir para compreender os dilemas e possibilidades do desenvolvimento (do setor de semicondutores) no contexto chinês.

Atribui-se, assim, grande importância à autonomia na capacidade de decisão, sem a qual não pode haver uma autêntica política de desenvolvimento [...] E, como o principal centro de decisões é o Estado, atribui a este papel básico na consecução do desenvolvimento.

O autor complementa que:

O desenvolvimento dos últimos decênios teve como seu centro dinâmico nos grandes investimentos industriais. O crescimento das indústrias é que permitiu a expansão do emprego nos serviços e, concomitantemente, a urbanização que atuou como fator dinâmico sobre a agricultura [...]. (Furtado, 2009, p. 232, grifo nosso).

Dessa forma, concepção de desenvolvimento transcende a simples acumulação de capital, incorporando o planejamento de longo prazo e a articulação de políticas públicas como elementos centrais para a transformação estrutural. No caso chinês, tal perspectiva encontra correspondência no papel ativo do Estado na promoção da industrialização, no direcionamento do investimento para setores estratégicos e na coordenação de esforços nacionais para a superação de gargalos tecnológicos. A trajetória recente da indústria de semicondutores na China exemplifica essa orientação: por meio de políticas industriais de grande escala, como o *Made in China 2025* e os sucessivos fundos nacionais para o setor, o Estado chinês busca não apenas expandir a capacidade produtiva, mas também reduzir a dependência de insumos e tecnologias externas, promovendo o avanço em direção a segmentos de maior valor agregado e maior autonomia tecnológica.

Por outro viés, Moreira (2022) ressalta que a expansão da indústria de semicondutores na China pode ser compreendida em uma perspectiva mais ampla de desenvolvimento, na qual o avanço em setores de fronteira tecnológica, como os semicondutores, representa não apenas uma estratégia comercial e produtiva, mas também um mecanismo potencial para permitir que o país escape da chamada “armadilha da renda média”¹⁰¹. A elevação da capacidade tecnológica e produtiva nesse setor pode impulsionar a renda per capita e melhorar os indicadores sociais,

¹⁰¹ Em grande parte do mundo, especialmente nas economias africanas e em boa parte da América Latina e da Ásia, a produção de bens de maior complexidade tecnológica permanece distante da realidade industrial. Essa heterogeneidade evidencia que o desenvolvimento não segue um percurso linear: nas fases iniciais, os países tendem a fabricar apenas um conjunto restrito (ou mesmo inexistente) de produtos sofisticados. À medida que avançam para estágios intermediários, observa-se um processo gradual de diversificação produtiva, incorporando bens de maior valor agregado. Contudo, como observa Moreira (2022), muitos países não conseguem completar essa transição para uma estrutura produtiva mais complexa, permanecendo presos a um patamar intermediário de desenvolvimento, fenômeno identificado na literatura como a “armadilha da renda média” (Moreira, 2022).

criando condições para que a China transite de uma economia de renda média alta para o grupo de países de renda alta¹⁰². Assim, conforme argumenta o autor,

A armadilha da renda média é um desafio para todos os países retardatários que já alcançaram um estágio de crescimento, mas que, por várias razões, estagnaram na sua trajetória de crescimento que propiciasse um nível de desenvolvimento econômico que levasse esse país à condição de uma nação rica. (Moreira, 2022, p. 6).

O domínio das etapas mais sofisticadas da cadeia de semicondutores, além de ampliar a oferta de empregos mais qualificados e promover a produção de bens tecnologicamente mais avançados, pode alçar o país a uma categoria superior na hierarquia econômica mundial, a de país desenvolvido. Sob essa perspectiva, os semicondutores deixam de ser somente um elemento de soberania nacional e competitividade externa para se tornar um vetor central de transformação socioeconômica interna, capaz de redefinir a posição da China na economia global.

Sob a lente das categorias teóricas de Furtado - *Centro x Periferia*, (*Sub*)Desenvolvimento e Dependência - a análise da experiência chinesa e do setor de semicondutores revela a permanência de traços estruturais do capitalismo global, mesmo em um país que alcançou avanços econômicos e tecnológicos expressivos nas últimas décadas. Ao mobilizar esse aparato conceitual, é possível compreender tanto as heranças históricas da condição periférica chinesa quanto as tensões e limites do seu processo de avanço industrial recente no setor de semicondutores e a inserção nos mercados mundiais, evidenciando que, apesar das conquistas, persistem assimetrias que desafiam a plena autonomia tecnológica e produtiva, mesmo que seja em um setor (crítico) específico.

No que se refere à relação *Centro-Periferia*¹⁰³, a China, até meados da década de 1970, configurava-se como uma economia tipicamente periférica. Em 1952, a agricultura respondia por expressivos 59,7% do PIB, enquanto a indústria representava apenas 8,3%, revelando uma base produtiva fortemente ancorada no setor primário. Condição essa que refletia o padrão

¹⁰² De acordo com o European Chamber (2017), o *Made in China 2025* seria umas das estratégias deliberadas do governo chinês para escapar da “armadilha da renda média”. Todavia, entre os 101 países que estiveram nessa condição em 1960, apenas 13 conseguiram, posteriormente, alcançar o patamar de renda alta. Pois, a maioria dos 88 países restantes não conseguiram implementar as reformas institucionais necessárias, o que resultou em um crescimento lento e, muitas vezes na estagnação econômica (European Chamber, 2017).

¹⁰³ De maneira semelhante, Jabbour (2020) realiza uma releitura do caso chinês em seu artigo “*Prebisch e a superação da relação desigual centro-periferia na China*”, disponível no livro China, socialismo e desenvolvimento econômico.

histórico descrito por Furtado, no qual as economias periféricas ocupam papel de fornecedoras de produtos primários aos países centrais, importando destes tecnologia e bens manufaturados (Quadro 2).

Entretanto, ao longo das décadas seguintes, observa-se uma transformação significativa: entre 1952 e 1978, a participação da agricultura no PIB caiu de 59,7% para 34,4%, enquanto a indústria elevou sua fatia de 8,3% para 33,5%. Essa transformação reflete não apenas o avanço da industrialização, mas também os efeitos das reformas e da abertura comercial iniciadas no final da década de 1970, que impulsionaram a modernização produtiva e ampliaram a inserção da China no comércio internacional.

Tabela 11: Estrutura do PIB, por setor (em %) - China (1890–2003)

Setor	1890	1952	1978	2003
Agricultura, Pesca e Silvicultura	68,5	59,7	34,4	15,7
Indústria	8,1	8,3	33,5	51,8
Construção	1,7	1,7	3,4	5,3
Transporte e Comunicações	5,5	2,4	3,6	7,0
Comércio e Restauração	8,2	6,7	5,1	11,0
Outros serviços	8,0	21,2	20,1	11,9
PIB	100,0	100	100	100,0

Fonte: Maddison (2003)

Sobre uma releitura da condição periférica da China pós 1950, Jabbour (2020, p. 193, grifo do autor) coloca que:

O caso chinês requer algumas mediações importantes. Sua **condição periférica** é de natureza diversa em comparação à da América Latina. O nó político para a superação dos ditames do desenvolvimento desigual entre as nações fora desatado pela Revolução de 1949, não com as reformas econômicas de 1978. Do ponto de vista da mudança estrutural, diferente das experiências latino-americanas, o “Estado Revolucionário” fundado em 1949 fincou as bases para o *catching up* pós-1978, ao estabelecer: 1) unidade política, controle pleno de seu território e, diferente de seus vizinhos desenvolvimentistas (Japão, Coreia do Sul e Taiwan), grande margem de manobra para escolhas estratégicas **próprias**, sem interferência de outras potências; 2) uma preexistente sólida indústria de base; 3) pequenas e médias unidades produtivas espalhadas pelo interior do país, que seriam, em grande parte, convertidas em TVEs; 4) preexistência de instituições forjadas à planificação econômica.

Convergindo com a concepção compartilhada por Furtado e Prebisch, ambos contemporâneos da CEPAL e inseridos em contextos latino-americanos semelhantes, que atribui ao Estado um papel central como agente canalizador e planejador do desenvolvimento, enfatiza a relevância da integração internacional e reconhece a indústria como eixo estruturante da transformação econômica, Jabbour (2020, p. 194) evidencia o alinhamento da trajetória chinesa a essa visão comum. Oriundos de países da mesma região, Furtado e Prebisch convergem na defesa de que a superação da condição periférica exige um projeto nacional articulado, no qual a industrialização, associada a políticas estatais ativas e à inserção estratégica no comércio internacional, constitui elemento essencial para promover o desenvolvimento econômico e reduzir as desigualdades estruturais.

A análise de Prebisch se associa à China juntamente com o Estado Desenvolvimentista do final da década de 1970 e após a decisão política e estratégica do país de integração à economia internacional. Na verdade, construiu-se consenso interno, segundo o qual os objetivos estratégicos do “Estado Revolucionário” só poderiam se alcançados com a reforma da estrutura econômica e a abertura ao investimento estrangeiro. Mudança estrutural, diversificação industrial, estratégia de inserção internacional, substituição de importações e estímulos às exportações manufatureiras são preceitos de Prebisch perfeitamente aplicáveis ao recente processo de desenvolvimento chinês. (Jabbour, 2020).

De forma complementar e com um olhar mais contemporâneo¹⁰⁴, a condição periférica da China pode ser compreendida, apesar de seus avanços expressivos e de sua posição consolidada entre as maiores economias do mundo, a partir de uma perspectiva setorial, especialmente no campo tecnológico. A fragmentação produtiva resultante da reorganização da economia mundial, intensificada a partir da década de 1980, produziu novas formas de dependência tecnológica, com especial relevância para a indústria de semicondutores. Nesse segmento estratégico, a inserção da China ocorreu de forma tardia, por um longo período restrita a elos da cadeia global de menor valor agregado, como montagem, encapsulamento e testes. Essa especialização restrita, somada às dificuldades tanto inerentes ao próprio setor quanto impostas pelas dinâmicas de mercado, mantém o país em posição periférica no âmbito setorial, ainda que, no conjunto da economia, ocupe um lugar de destaque no cenário global.

¹⁰⁴ Uma abordagem mais específica e setorial, que considere as mudanças estruturais decorrentes da progressiva fragmentação produtiva e do crescente grau de sofisticação da dependência.

Contudo, nas últimas décadas, a China tem adotado estratégias para alterar essa estrutura, buscando dominar integralmente todas as etapas da cadeia de suprimentos de semicondutores (do design e fabricação em litografias avançadas ao desenvolvimento de equipamentos e materiais críticos). Essas iniciativas, associadas a políticas industriais robustas e de longo prazo, visam não apenas reduzir a vulnerabilidade externa, mas também reposicionar o país em um patamar de maior autonomia tecnológica, rompendo com a especialização subordinada e aproximando-se dos centros produtores de tecnologia de ponta.

A categoria de *(Sub)Desenvolvimento* pode ser ilustrada a partir de três elementos centrais da trajetória chinesa recente: desigualdade, crescimento do PIB e a busca por elevar o nível de renda per capita. De 2000 a 2024, a economia chinesa cresceu de US\$ 1,22 trilhão para US\$ 18,74 trilhões, consolidando-se como a segunda maior do mundo em termos nominais e a primeira em paridade de poder de compra. Contudo, o PIB per capita chinês, de aproximadamente US\$ 12.970,61 em 2022, ainda está muito abaixo dos níveis observados nos Estados Unidos (US\$ 77.860,91) e na União Europeia (US\$ 37.962,83), o que evidencia a distância em relação aos padrões de renda dos países centrais. Além disso, a desigualdade de renda permanece elevada: em 2022, a renda urbana per capita (51.821 RMB) era mais que o dobro da renda rural (21.691 RMB), e o coeficiente de Gini de 0,467 é superior à média das economias da Ásia-Pacífico e próximo ao norte-americano (0,494). O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da China, de 0,786, embora alto para padrões globais e refletindo avanços significativos nas últimas décadas, ainda está aquém dos valores observados nos Estados Unidos (0,938) e na União Europeia (0,895), reforçando as disparidades nas dimensões sociais e de bem-estar. Esse quadro confirma a formulação de Furtado de que ganhos de produtividade e incorporação tecnológica, por si sós, não asseguram homogeneização social e não contemplam de forma equilibrada as dimensões produtiva e social do desenvolvimento.

Por fim, a *Dependência*, entendida como a inserção subordinada no sistema produtivo global, condicionada pelo acesso externo a capital e tecnologia, manifesta-se de forma particularmente evidente na indústria chinesa de semicondutores. Apesar de ter alcançado a liderança mundial em montagem, teste e embalagem (ATP), a China permanece tecnologicamente dependente nas etapas mais sofisticadas, como o design e a fabricação de chips abaixo de 10 nanômetros, que requerem equipamentos, insumos e *know-how* concentrados em um pequeno grupo de empresas sediadas em países centrais.

Essa limitação não decorre apenas da atual assimetria tecnológica, mas também de barreiras estruturais próprias do setor, como as elevadíssimas barreiras de entrada (custo

intensivo de capital, prazos longos de maturação dos investimentos, necessidade de inovação contínua e dependência de uma base restrita de fornecedores estratégicos) que dificultam a redução dessa lacuna. A essas dificuldades somam-se entraves específicos advindos da estratégia de inserção mais autônoma e, em muitos casos, solitária da China, que restringe sua capacidade de cooperação tecnológica internacional e limita o acesso a patentes, tecnologias críticas e talentos especializados.

O funcionamento dessa dependência conecta-se diretamente aos elementos discutidos na categoria de *(Sub)Desenvolvimento*: embora a posição chinesa na cadeia global dos semicondutores gere crescimento econômico e elevação da renda nacional, as limitações no domínio das tecnologias de ponta perpetuam uma hierarquia tecnológica que restringe sua autonomia e capacidade de ditar padrões produtivos globais. Episódios recentes - como as restrições impostas pelos Estados Unidos à exportação de chips de inteligência artificial e de equipamentos de litografia avançada, exemplificam como essa dependência é operacionalizada, ameaçando ou adiando estratégias de modernização produtiva e de agregação de valor às exportações.

Assim, mesmo no caso chinês, frequentemente citado como modelo de sucesso, as três categorias furtadianas continuam atuais para compreender as contradições e os desafios do desenvolvimento em um contexto de capitalismo globalizado contemporâneo. A superação dessa condição exige não apenas o fortalecimento da produção interna, mas também o domínio de grande parte da cadeia de suprimentos, especialmente nos segmentos de maior valor agregado, onde se definem os rumos tecnológicos e a posição de poder na economia mundial.

5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, observa-se que o controle da indústria de semicondutores é estratégico porque esses componentes são a base material das tecnologias centrais da 4^a Revolução Industrial - no que se refere à inteligência artificial, computação de alto desempenho, 5G, automação e defesa nacional. Dominar esse setor garante autonomia tecnológica, soberania digital e poder geopolítico. No entanto, a China enfrenta dificuldades significativas para estabelecer domínio nos principais elos dessa indústria. Apesar do domínio no processo de encapsulamento, teste e embalagem, - ATP -, o país permanece dependente de tecnologias críticas em segmentos como design avançado de chips, softwares - EDA -, equipamentos de litografia de ponta e fabricação de *wafers*.

A elevada complexidade estrutural da indústria de semicondutores constitui-se em um dos maiores entraves ao avanço do *catch-up* tecnológico da China. Trata-se de um segmento altamente intensivo em pesquisa, desenvolvimento e capital, marcado por ciclos de inovação acelerados, pela necessidade de economias de escala e pela importância do aprendizado cumulativo associado ao *know-how*. Soma-se a isso o hiato tecnológico existente e as restrições impostas à importação de tecnologias estratégicas, que, em conjunto com a ampla defasagem de desempenho entre sucessivas gerações de circuitos integrados — fator que impacta diretamente a demanda e a rentabilidade —, intensificam os desafios do setor.

Essas lacunas estruturais agravam-se diante das sanções impostas por países centrais, como os Estados Unidos, que restringem o acesso da China às tecnologias estratégicas, dificultando sua inserção plena no mercado global e comprometendo, consequentemente, os avanços rumo à autonomia produtiva e tecnológica¹⁰⁵.

Como forma de interpretar o panorama discutido acima, o pensamento de Celso Furtado reconhece a tecnologia como elemento central, constituindo-se como eixo dinâmico que sustenta simultaneamente o processo de acumulação capitalista e a reprodução das assimetrias estruturais entre centros e periferias. Em sua formulação teórica, a capacidade de gerar, controlar e difundir o progresso técnico define os pólos de poder no sistema internacional, sendo o domínio tecnológico o principal fator de diferenciação entre o desenvolvimento autônomo e o subdesenvolvimento dependente. Ao longo de sua obra, Furtado reconhece que essa centralidade tecnológica não é estática, adaptando-se conforme a dinâmica do capitalismo

¹⁰⁵ Já que a China adota a estratégia “*fast-following*” a partir da assimilação tecnológica de “aprender para competir”.

global evolui e se transfigura - passando da primazia industrial manufatureira ao controle de tecnologias informacionais e das inovações eletrônicas. Todavia, a lógica de fundo permanece a mesma, quem detém a tecnologia exerce o poder de moldar mercados, condicionar padrões de consumo e estabelecer regras de concorrência. Assim, mesmo diante das transformações históricas e das mudanças na hierarquia do poder global, o domínio tecnológico continua a ser o principal mecanismo de reprodução da dependência - ainda que restrito a setores específicos -, evidenciando a atualidade do pensamento de Celso Furtado frente às novas formas de subordinação impostas pela reconfiguração econômica do século XXI.

Dessa forma, a busca da China por autonomia tecnológica na indústria de semicondutores deve ser compreendida como parte de uma disputa mais ampla pela reconfiguração das posições no sistema capitalista global, centrada no controle do recurso mais estratégico da revolução industrial em curso: *a tecnologia*.

Por outro lado, a ótica de Furtado ajuda a observar que, embora a China tenha alcançado avanços expressivos no crescimento econômico e consolidado sua posição como segunda maior economia nominal do mundo e primeira em paridade de poder de compra, ainda permanece distante dos padrões de renda e bem-estar das economias centrais. O PIB per capita chinês continua significativamente inferior ao de países desenvolvidos, e a elevada desigualdade de renda - marcada por disparidades urbano-rurais e por um coeficiente de Gini elevado - reforça essas assimetrias. O IDH, embora alto para padrões globais, também se mantém aquém dos níveis observados nos Estados Unidos e na União Europeia. Esse cenário confirma a formulação de Furtado de que o aumento da produtividade e a incorporação tecnológica, por si sós, não asseguram homogeneização social, sendo imprescindível articular dimensões produtivas e sociais para a efetiva superação do subdesenvolvimento.

Acrescenta-se que na concepção de Celso Furtado, o Estado deve exercer um papel central como agente canalizador e planejador do desenvolvimento, com a indústria atuando como eixo estruturante da transformação econômica. Essa visão enfatiza a relevância da integração internacional, mas, sobretudo, a necessidade de um projeto nacional articulado no qual a industrialização, associada a políticas estatais ativas e à inserção estratégica no comércio internacional, constitua elemento essencial para promover o desenvolvimento econômico e reduzir as desigualdades estruturais.

Essa estratégia foi seguida à risca pela China, que, ao longo das últimas décadas, implementou um modelo de desenvolvimento fortemente baseado no planejamento estatal, no

direcionamento de investimentos para setores estratégicos e na coordenação de esforços nacionais voltados à modernização industrial e tecnológica.

Outra contribuição relevante de Furtado para a análise é sua compreensão de que o desenvolvimento não pode ser reduzido a uma trajetória linear de crescimento, mas deve ser entendido como um processo histórico e multidimensional, no qual o avanço das forças produtivas precisa vir acompanhado da transformação das estruturas sociais. Sem a articulação entre progresso econômico e homogeneização social, o desenvolvimento torna-se incompleto, perpetuando desigualdades e limitando a autonomia efetiva das nações. Contudo, é preciso lembrar que a China não é qualquer país, trata-se de uma potência econômica com alto grau de autonomia em vários setores, e um dos casos mais relevantes para compreender como o planejamento estatal pode romper as amarras do limbo periférico, criando condições para avançar em direção a um patamar mais elevado de desenvolvimento econômico e tecnológico.

Diante do complexo contexto apresentado e da releitura das contribuições de Furtado, a hipótese central deste estudo – *de que a China não tem alcançado autonomia tecnológica na indústria de semicondutores devido à combinação de entraves endógenos e barreiras exógenas* – foi abordada por meio do encadeamento de três objetivos específicos. O primeiro buscou analisar as políticas industriais chinesas voltadas ao setor de semicondutores, como o plano MIC 2025, avaliando em que medida tais iniciativas enfrentaram – e enfrentam – os obstáculos internos relacionados à defasagem tecnológica, dificuldades em acompanhar os ciclos curtos de inovação – e fragilidade institucionais. O segundo objetivo visou compreender a inserção da China no mercado global de semicondutores, permitindo verificar sua posição nos elos de menor complexidade e sua dependência de tecnologias críticas controladas por países centrais. Já o terceiro objetivo aprofundou a análise sobre as limitações estratégicas de aprendizado tecnológico baseadas na aquisição de conhecimento externo, revelando tanto os efeitos das sanções e embargos internacionais quanto às dificuldades na assimilação de tecnologias por meio de *joint ventures*, que muitas vezes não resultam em real transferência de *know-how*¹⁰⁶.

A articulação entre esses três eixos permitiu testar a hipótese à luz das condicionantes estruturais que moldam o padrão de inserção tecnológica da indústria de semicondutores da China, em diálogo com a perspectiva de Celso Furtado sobre a dependência tecnológica. O estudo dos dois últimos objetivos se compatibiliza com a tese de Furtado ao evidenciar a

¹⁰⁶ Como o caso do Projeto 909 implantado no 9º Plano Quinquenal (1996-2000), discutido no capítulo 3 deste trabalho.

defasagem estrutural entre países centrais/desenvolvidos e periféricos/subdesenvolvidos¹⁰⁷ no tocante à autonomia e subordinação técnica em setores estratégicos no âmbito do mundo 4.0.

¹⁰⁷ Tendo como base as categorias críticas trabalhadas na teoria de Furtado e a muitas camadas existentes entre o estado absoluto periférico ou subdesenvolvido e as condições intermediárias até se chegar ao desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ALLIANZ TRADE. *The new Jedi order: global chip war and the semiconductor industry*. Paris, 6 mar. 2025.

AMSDEN, Alice H. A difusão do desenvolvimento: o modelo de industrialização tardia e a Grande Ásia Oriental. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 134-141, jan./mar. 1992. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0101-31571992-0656>. Acesso em: 20 mar. 2025.

AMSDEN, Alice H. *A ascensão do “resto”*: os desafios ao ocidente de economias com industrialização tardia. São Paulo: UNESP, 2009.

ARBIX, Glauco; MIRANDA, Zil; TOLEDO, Demétrio; ZANCUL, Eduardo. Made in China 2025 e industrie 4.0: a difícil transição chinesa do *catching up* à economia puxada pela inovação. *Tempo Social*, v. 30, n. 3, p. 143-170, 2018. DOI: 10.1160/6/0103-2070.ts.2018.144303. Disponível em: <https://revistas.usp.br/ts/article/view/144303>. Acesso em: 28 mar. 2025.

ARRIGHI, Giovanni. *Adam Smith em Pequim*: origens e fundamentos do século XXI. Tradução Beatriz Medina. São Paulo: Boitempo, 2008.

ASIAN DEVELOPMENT BANK (ADB). *China, people’s republic of – key indicators database*. Manila, 2023. Disponível em: <https://kidb.adb.org/economies/china-peoples-republic-of>. Acesso em: 20 fev. 2025.

ASML. *The basics of microchips*: Everything you need to know about microchips – the foundation of the digital world 2025. Disponível em: <https://www.asml.com/en/technology/all-about-microchips/microchip-basics>. Acesso em: 20 mar. 2025.

ASML. *EUV lithography systems*: Using extreme ultraviolet (EUV) light, our NXE and EXE systems deliver high-resolution lithography and make mass production of the world’s most. Disponível em: www.asml.com/en/products/euv-lithography-systems. Acesso em: 20 fev. 2025.

AZEVEDO, José Sérgio Gabrielli de. Estado e desenvolvimento: EUA, China e algumas experiências históricas. In: MARINGONI, Gilberto (org.). *A volta do Estado planejador: neoliberalismo em xeque*. São Paulo: Contracorrente, 2022. p. 93-126.

BARBOSA, Alexandre de Freitas. Celso Furtado, a ascensão chinesa e a complexificação do sistema centro-periferia. *História Econômica & História de Empresas*, v. 24, n. 1, p. 196-215, jan./abr. 2021.

BARBOSA, Alexandre de Freitas; SAES, Alexandre Macchione. *Celso Furtado*: Trajetória, pensamento e método. Belo Horizonte, MG: Autênciia, 2025.

BERKEMAN, M. et al. Transformações recentes na economia chinesa: impacto sobre suas relações comerciais com a América Latina. *Revista Tempo do Mundo*, Brasília, v. 5, n. 1, 2013.

BIELSCHOWSKY, Ricardo (org.). *Cinquenta anos de pensamento na CEPAL*. Tradução de Vera Ribeiro. Rio de Janeiro: Record, 2000. v. 1.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC). *Plano Brasil semicondutores*. Brasília, 2021.

BROWN, Clair; LINDEN, Greg. *Offshoring in the semiconductor industry: A historical perspective*. Berkeley: University of California, 2005. (Working paper). Disponível em: <https://escholarship.org/uc/item/1t74114g>. Acesso em: 20 fev. 2025.

BURM, Glenn. *State of the semiconductor industry: trends and drivers shaping the semiconductor landscape*. [S.l.]: PwC, 2024. Disponível em: <https://www.pwc.com>. Acesso em: 20 fev. 2025.

CHINA. State Council. *Notice on the publication of "Made in China 2025"*. Beijing: State Council, 2015. Disponível em: https://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/19/content_9784.htm. Acesso em: 25 abr. 2025.

CUNHA, A. M. Crescimento e internacionalização da China: impactos potenciais na América Latina. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA POLÍTICA, 12., 2007, São Paulo. 2007. *Anais* [...]. São Paulo: USP, 2007.

DELOITTE. *Semiconductors – the next wave: opportunities and winning strategies for semiconductor companies*. [S.l.], apr. 2019.

DENG, B. L. ; DENG, B. S. Fragilidade tecnológica: a economia política da indústria de semicondutores e o recente desenvolvimento limitado da República Popular da China. In: ENCONTRO NACIONAL DA SOCIEDADE DE ECONOMIA POLÍTICA (SEP), 24., 2019, Campinas. *Anais* [...]. Campinas: SEP, 2019.

DENG, B. L. ; DENG, B. S. A economia política da indústria de semicondutores e o recente desenvolvimento limitado da República Popular da China (2014-2021). *Revista de Economia Contemporânea*, v. 26, p. 1-25, 2022.

DOLLAR, David. *Poverty, inequality and social disparities during China's economic reform*. Washington, D.C.: World Bank, 2007. (Policy research working paper, n. 4253).

DOSI, G. *Mudança técnica e transformação industrial: A teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores*. São Paulo: Unicamp, 2006.

EZELL, Stephen. *An allied approach to aemiconductor leadership*. Washington, D.C.: Information Technology & Innovation Foundation, 2021a. Disponível em: <https://itif.org>. Acesso em: 20 fev. 2025.

EZELL, Stephen. *Moore's law under attack: The impact of China's policies global semiconductor innovation*. Washington, D.C.: Information Technology & Innovation Foundation, fev. 2021b. Disponível em: <https://itif.org>. Acesso em: 20 fev. 2025.

EZELL, Stephen. *How innovative is China in semiconductors?*. Washington, D.C.: Information Technology & Innovation Foundation, 2024. Disponível em: <https://itif.org>. Acesso em: 20 fev. 2025.

EUROPEAN CHAMBER - EUROPEAN UNION CHAMBER OF COMMERCE IN CHINA. *China manufacturing 2025*. Beijing, 2017.

EUROSTAT. *Gini coefficient of equivalised disposable income – EU-SILC survey*. European Commission, 2022. Disponível em: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ilc_di12/default/table?lang=en. Acesso em: 23 mar. 2025.

FILIPPIN, Flávia. *Estado e desenvolvimento: a indústria de semicondutores no Brasil*. Rio de Janeiro: BNDES, 2020. Originalmente apresentada como dissertação (Mestrado em Ciências Econômicas) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, São Paulo, 2020. Trabalho premiado no 37º Prêmio BNDES de Economia.

FONSECA, Pedro Cezar Dutra. Celso Furtado e o estruturalismo como método. In: SEMINÁRIO “CELSO FURTADO E OS 50 ANOS DE FORMAÇÃO ECONÔMICA DO BRASIL. *Anais[...]*. 2019, São Paulo. São Paulo: Sociedade Brasileira de Economia Política, 2019. Síntese da apresentação, realizada entre 6 e 8 de novembro de 2019, no Centro de Pesquisas e Formação do SESC, em São Paulo.

FONSECA, Pedro Cezar Dutra. Quando a virtude é o problema: a atualidade de Celso Furtado. *Revista da Sociedade Brasileira de Economia Política*, São Paulo, n. 59, edição especial, p. 65-87, maio/jun. 2021.

FURTADO, Celso. *Dialética do desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1964.

FURTADO, Celso. *Teoria e política do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Abril Cultural, 1983. (Os Economistas).

FURTADO, Celso. *Transformação e crise na economia mundial*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FURTADO, Celso. O subdesenvolvimento revisitado. *Economia e Sociedade*, Campinas, SP, v. 1, 1992.

FURTADO, Celso. *O capitalismo global*. 4. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1998.

FURTADO, Celso. *Introdução ao desenvolvimento econômico: enfoque histórico-estrutural*. Rio de Janeiro. Paz e Terra, 2000.

FURTADO, Celso. *Raízes do subdesenvolvimento*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2003.

FURTADO, Celso. *A economia latino-americana: formação histórica e problemas contemporâneos*. 4. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

FURTADO, Celso. *Criatividade e dependência na civilização industrial*. Edição definitiva. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

FURTADO, Celso. *Desenvolvimento e subdesenvolvimento*. 5. ed. Rio de Janeiro: Contraponto; Centro Internacional Celso Furtado, 2009.

GRIMES, Seamus; DU, Debin. Posicionamento interdependente da China na cadeia de valor global de semicondutores. *Development and Area Policy*, v. 9, n. 4, 2024.

GUTIERREZ, Regina Maria Vinhais; LEAL, Cláudio Figueiredo Coelho. *Estratégias para uma indústria de circuitos integrados no Brasil*. Rio de Janeiro: BNDES, 2004.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO, B. *Design principles for industrie 4.0 scenarios: a literature review*. Gallen: Business Engineering Institute St., 2015.

IC INSIGHTS. *Foreign IC companies to represent 70% of China's IC production in 2017, up from 58% in 2012*. [S.l], 23 jul. 2013.

IC INSIGHTS. *China forecast to fall far short of its "Made in China 2025" goals for ICs*. [S.l], 6 jan. 2021. Disponível em: <https://www.icinsights.com>. Acesso em: 7 maio 2025.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). *World economic outlook*: Gross domestic product, current prices – share of world total – 2023. Washington, DC, 2023. Disponível em: <https://www.imf.org/external/datamapper/NGDPD@WEO/CHN/USA/EU>. Acesso em: 20 mar. 2025.

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF). *World economic outlook database*: Share of world GDP (PPP), China, USA, European Union – 2024. Washington, DC, 2024. Disponível em: <https://www.imf.org/external/datamapper/PPPSH@WEO/CHN/USA/EU?year=2024>. Acesso em: 20 mar. 2025.

INSTITUTO DE ESTUDOS PARA O DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (IEDI). *Indústria 4.0 – A iniciativa made in China 2025*. São Paulo, 2018. (Carta IEDI, n. 827). Disponível em: https://www.iedi.org.br/cartas/carta_iedi_n_827.html. Acesso em: 24 abr. 2025.

INSTITUTE FOR SECURITY & DEVELOPMENT POLICY (ISDP). *Made in China 2025 – Backgrounder*. Estocolmo, jun. 2018. Disponível em: <https://www.isdp.eu/publications/made-in-china-2025-backgrounder/>. Acesso em: 24 abr. 2025.

JABBOUR., Elias. *China, socialismo e desenvolvimento - sete décadas depois*. 2. ed. rev., ampl. São Paulo: Anita Garibaldi; Fundação Maurício Grabois, 2020.

JANJAVA, Ardi; BAEK, Seoin; SELLARS, Andy. *China's quest for semiconductor self-sufficiency: the impact on UK and Korean industries*. [S.l.]: Centre for Emerging Technology and Security, dez. 2024.

JÜRGENSEN, Felipe Trevisan; MELLO, Leonardo Freire de. Semicondutores, outro salto da China rumo a complexidade econômica? *Geosul*, Florianópolis, v. 77, p.429-450, 2020.

KUSMA, Verônica Venturi; CHIROLI, Daiane Maria de Genaro. A indústria 4.0: uma revisão sobre os impactos e as modificações na dinâmica de trabalho do modelo atual. *Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB*, n. 53, p. 1–10, 2022.

LASTRES, Helena M. M.; CASSIOLATO, José E. As contribuições de Celso Furtado sobre o papel da ciência, tecnologia e inovação ao desenvolvimento. *Cadernos do Desenvolvimento*, Rio de Janeiro, v. 15, n. 26, p. 277-298, jan./jun. 2020.

LEE, John; KLEINHANS, Jan-Peter. *Mapping China's semiconductor ecosystem in global context: Strategic dimensions and conclusions*. [S.l.]: Fundação Stiftung Neue Verantwortung (SNV) e Mercator Institute for China Studies (MERICS), jun. 2021.

MADDISON, Angus. *Chinese economic performance in the long run*. [S.l.]: OECD Development Centre, 2007.

MAJEROWICZ, Esther. Relações econômicas entre China e Malásia: comércio, cadeias globais de produção e a indústria de semicondutores. In: CINTRA, Marcos Antonio Macedo; SILVA FILHO, Edison Benedito da; PINTO, Eduardo Costa (orgs.). *China em transformação: dimensões econômicas e geopolíticas do desenvolvimento*. Brasília: IPEA, 2015.

MAJEROWICZ, Esther. *A China e a economia política internacional das tecnologias da informação e comunicação*. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Economia, 2019.

MAJEROWICZ, Esther; MEDEIROS, Carlos Aguiar de. Política industrial chinesa na geopolítica da era da informação: o caso dos semicondutores. *Revista de Economia Contemporânea*, v. 22, n. 1, p. 1-28, jan./abr. 2018.

MASIERO, Gilmar; COELHO, Diego Bonaldo. A política industrial chinesa como determinante de sua estratégia *going global*. *Revista de Economia Política*, São Paulo, v. 34, n. 1, p. 139-157, jan./mar. 2014.

MEDEIROS, Carlos Aguiar de. Desenvolvimento com características chinesas. In: PARANÁ, Edemilson (org.). *A China no capitalismo contemporâneo*. São Paulo: Expressão Popular, 2022.

MILLARD, Jeremy *et al.* *Internationalisation and fragmentation of value chains and security of supply: case study on semiconductors*. Brussels: European Commission; DG Enterprise and Industry, 2012.

MOREIRA, Uallace. *Catch-up tecnológico e superação da armadilha da renda média: o caso da China no setor de semicondutores*. Brasília: IPEA, ago. 2022. (Texto para discussão, n. 2789). Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>. Acesso em: 18 mar. 2025.

MOWERY, David C.; ROSENBERG, Nathan. *Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX*. Tradutor: Marcelo Knobel. Campinas, SP: Unicamp, 2005.

NATIONAL DATA (NBS) ; NATIONAL BUREAU OF STATISTICS OF CHINA. *Statistical data portal – english version*. Beijing, [2022]. Disponível em: <https://data.stats.gov.cn/english/>. Acesso em 29 fev. 2025.

NOGUEIRA, Isabela. O Estado na China. *Oikos*, v. 20, n. 1, p. 7-24, jan./mar. 2021. Disponível em: <https://revistaoikos.org/seer/index.php/oikos/article/view/730>. Acesso em: 14 fev. 2025.

NOGUEIRA, Isabela. O Estado na China. In: MARINGONI, Gilberto (org.). *A volta do Estado planejador: neoliberalismo em xeque*. São Paulo: Contracorrente, 2022. p. 127-144.

NONNENBERG, M. et al. *Políticas industriais na China nos últimos trinta anos*. Brasília: IPEA, 2022. (Nota técnica, n. 57).

OLIVEIRA, Samuel Possebon. Uma breve história dos semicondutores no Brasil. *Teletime*, 23 mar. 2023. Disponível em: <https://teletime.com.br/23/03/2023/uma-breve-historia-dos-semicondutores-no-brasil/>. Acesso em: 27 jul. 2025.

PARANÁ, Edemilson; LOPES, Valéria. A trajetória da ação desenvolvimentista chinesa e seus desafios contemporâneos. In: MAJEROWICZ, Esther; PARANÁ, Edemilson (orgs.). *A China no capitalismo contemporâneo*. São Paulo: Expressão Popular, 2022.

PAWALE, Vaibhav. *Integrated circuits: SSI, MSI, LSI, VLSI, ULSI*. [S.l.]: Medium, 2 nov. 2021. Disponível em: <https://vaibhav-pawale19.medium.com/integrated-circuits-ssi-msi-lsi-vlsi-ulsi-eb8eea61e6a5>. Acesso em: 20 fev. 2025.

PÉREZ, Carlota. *Revoluciones tecnológicas y capital financiero: la dinámica de las grandes burbujas financieras y las épocas de bonanza*. Ciudad de México: Siglo XXI Editores, 2004.

PIKETTY, Thomas; YANG, Li; ZUCMAN, Gabriel. *Capital accumulation, private property and rising inequality in China, 1978–2015*. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2019. (NBER working paper, n. 26564).

PINTO, Eduardo Costa. Cadeia global de valor de eletrônicos e a inserção do Vietnã e da Malásia. In: OLIVEIRA, Ivan Tiago Machado; CARNEIRO, Flávio Lyro; SILVA FILHO, Edison Benedito da (orgs.). *Cadeias globais de valor, políticas públicas e desenvolvimento*. Brasília: IPEA, 2017. p. 297–324.

RHO, Sungho; LEE, Keun; KIM, Seong Hee. Limited catch-up in China's semiconductor industry: a sectoral innovation system perspective. *Millennial Asia*, [S.l.], v. 6, n. 2, p. 117–147, oct. 2015. DOI: 10.1177/0976399615590514. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/283932394>. Acesso em: 20 mar. 2025.

RIBEIRO, Marcos J. ; NAKABASHI, Luciano. Investimento estrangeiro direto: Greenfield, por fusões e aquisições, volatilidade e seus efeitos no crescimento econômico brasileiro. *Revista Brasileira de Economia*, Rio de Janeiro, v. 76, n. 2, p. 197–223, abr./jun. 2022.

RIVERA, R. et al. Microeletrônica: qual é a ambição do Brasil? Rio de Janeiro: BNDES, 2015. p. 345-396. (BNDES setorial, n. 41).

RODRIK, Dani. *What's so special about China's export?*. Cambridge: National Bureau of Economic Research, jan. 2006.

ROSTOW, W. W. *As etapas do crescimento econômico*: um manifesto não comunista. Rio de Janeiro: Zahar, 1961.

SEMICONDUCTOR INDUSTRY ASSOCIATION (SIA). *Whitepaper: Taking stock of China's semiconductor industry*. Washington, DC, jul. 2021. Disponível em: <https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/07/SIA-Taking-Stock-of-China-Semiconductor-Industry.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2025.

SEMICONDUCTOR INDUSTRY ASSOCIATION (SIA). *SIA factbook*. Washington, D.C., 2024. Disponível em: <https://www.semiconductors.org>. Acesso em: 25 mar. 2025.

SEMICONDUCTOR INDUSTRY ASSOCIATION (SIA). *State of the U.S. Semiconductor industry 2025*. Washington, D.C., 2025. Disponível em: <https://www.semiconductors.org>. Acesso em: 12 mar. 2025.

SILVA, Guilherme Jorge da. Semicondutores: um estudo para a China e Estados Unidos nas cadeias globais de valor. *Textos de Economia*, Florianópolis, v. 25, n. 2, p. 01-28, jul./fev., 2022. ISSN 2175-8085. DOI: 10.5007/2175-8085.2022.e90995. Acesso em: 20 mar. 2025.

SOARES, Morgane Lara da Cunha; AVELLAR, Ana Paula Macedo de. Governança e inovação no setor de semicondutores no Brasil: uma análise no contexto das cadeias globais de valor. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA – ANPEC, 51., 2023, Rio de Janeiro. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: ANPEC, 2023.

SOUZA, Renildo. *Estado e capital na China*. Salvador: EDUFBA, 2018.

TAN, Rui. 中国芯片产业如何跨越“中等技术陷阱”？[Como a indústria chinesa de chips pode superar a “armadilha da tecnologia média”？]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, v. 39, n. 8, p. 1000-1009, 2024. DOI:10.16418/j.issn.1000-3045.20230803002. Acesso em: 20 mar. 2025.

THADANI, Akhil; ALLEN, Gregório C. *Mapping the semiconductor supply chain*: The critical role of the indo-pacific region. Washington, D.C.: Center for Strategic and International Studies (CSIS), 2023.

THOMAS, Christopher A. *Lagging but motivated*: The state of China's semiconductor industry. [S.l]: Brookings, 2021.

TRIOLO, Paul. The future of China's semiconductor industry. *American Affairs Journal*, 2021.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION (UNIDO). *Industry 4.0 – the opportunities behind the challenge*. Vienna, 2018.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). *China in numbers 2023*. Beijing, mar. 2024a.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). *Human development data center – Ecuador*. New York, 2024b. Disponível em: <https://hdr.undp.org/data-center/specific-country-data#/countries/ECU>. 20 mar. 2025.

U.S. CENSUS BUREAU. *GINI index of income inequality*. Washington, DC: U.S. Department of Commerce, 2022. Disponível em: <https://data.census.gov/table?q=B19083:+GINI+INDEX+OF+INCOME+INEQUALITY&g=010XX00US&y=2022>. Acesso em: 13 mar. 2025.

VARAS, A. et al. *Strengthening the global semiconductor supply chain in an uncertain era*. Washington: SIA; Boston: BCG, apr. 2021.

VERWEY, John. Chinese semiconductor industrial policy: past and present. *Journal of International Commerce and Economics*, Washington, D.C., jul. 2019.

WEBER, Isabella M. *Como a China escapou da terapia de choque*: o debate da reforma de mercado. Tradução Diogo Fernandes; Revisão técnica Elias Jabbour. São Paulo: Boitempo, 2023.

WORLD BANK. *Declining trends in national inequality*: What do we know? Washington, DC, 2022a. Disponível em: <https://blogs.worldbank.org/en/opendata/declining-trends-in-national-inequality>. Acesso em: 13 mar. 2025.

WORLD BANK. *GDP per capita (current US\$) – China*. Washington, DC, 2022b. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?locations=CN>. Acesso em: 17 mar. 2025.

WORLD BANK. *Data word bank: Foreign direct investment, net inflows (BoP, current US\$) – China*. Washington, DC, 2024. Disponível em: <https://data.worldbank.org/indicator/BX.KLT.DINV.CD.WD?locations=CN>. Acesso em: 15 mar. 2025.

WORLD BANK. *World bank country and lending groups*. Washington, DC, 2025. Disponível em: <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519>. Acesso em: 13 mar. 2025.

WORLD SEMICONDUCTOR TRADE STATISTICS (WSTS). *Historical billings report*. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://www.wsts.org/67/Historical-Billings-Report>. Acesso em: 14 fev. 2025.

WORLD TRADE ORGANIZATION (WTO). *WTO statistics database*. [S. l.], 2025. Disponível em: <https://stats.wto.org/>. Acesso em: 13 fev. 2025.

ZHANG, Lu; WANG, Jing; LI, Yan. 半导体全球贸易网络演化及其影响因素 [Evolução da rede global de comércio de semicondutores e seus fatores de influência]. Dili Xuebao. *Acta Geographica Sinica*, v. 79, n. 2, p. 371-385, 2024. DOI: 10.11821/dlyj020240009. Disponível em: <https://www.dlyj.ac.cn/CN/10.11821/dlyj020240009>. Acesso em: 25 fev. 2025.

APÊNDICES

APÊNDICE A: FATURAMENTO MUNDIAL DO MERCADO DE SEMICONDUTORES (1986/2024) – EM MILHARES US\$ (38 YEARS WSTS BLUE BOOK DATA)

1986		
Americas	\$	8.508.557,00
Europe	\$	5.343.763,00
Japan	\$	10.450.725,00
Asia Pacific	\$	2.052.314,00
Worldwide	\$	26.355.359,00
1987		
Americas	\$	10.259.204,00
Europe	\$	6.188.093,00
Japan	\$	12.731.790,00
Asia Pacific	\$	3.351.365,00
Worldwide	\$	32.530.452,00
1988		
Americas	\$	13.418.040,00
Europe	\$	8.103.881,00
Japan	\$	18.108.775,00
Asia Pacific	\$	5.374.113,00
Worldwide	\$	45.004.809,00
1989		
Americas	\$	14.829.035,00
Europe	\$	8.940.562,00
Japan	\$	19.145.763,00
Asia Pacific	\$	5.847.566,00
Worldwide	\$	48.762.926,00
1990		
Americas	\$	14.445.437,00
Europe	\$	9.598.634,00
Japan	\$	19.563.117,00
Asia Pacific	\$	6.911.744,00
Worldwide	\$	50.518.932,00
1991		
Americas	\$	15.376.273,00
Europe	\$	10.114.860,00
Japan	\$	20.934.999,00
Asia Pacific	\$	8.181.322,00
Worldwide	\$	54.607.454,00
1992		
Americas	\$	18.410.756,00
Europe	\$	11.470.428,00
Japan	\$	19.396.118,00
Asia Pacific	\$	10.587.656,00
Worldwide	\$	59.864.958,00
1993		
Americas	\$	24.744.008,00
Europe	\$	14.598.998,00
Japan	\$	23.798.388,00
Asia Pacific	\$	14.168.291,00
Worldwide	\$	77.309.681,00

1994		
Americas	\$	33.561.586,00
Europe	\$	19.736.285,00
Japan	\$	29.406.349,00
Asia Pacific	\$	19.174.373,00
Worldwide	\$	101.878.593,00
1995		
Americas	\$	46.998.462,00
Europe	\$	28.198.670,00
Japan	\$	39.666.677,00
Asia Pacific	\$	29.539.871,00
Worldwide	\$	144.403.681,00
1996		
Americas	\$	42.679.016,00
Europe	\$	27.561.989,00
Japan	\$	34.175.237,00
Asia Pacific	\$	27.550.192,00
Worldwide	\$	131.966.432,00
1997		
Americas	\$	45.850.894,00
Europe	\$	29.088.799,00
Japan	\$	32.079.382,00
Asia Pacific	\$	30.184.046,00
Worldwide	\$	137.203.120,00
1998		
Americas	\$	41.431.926,00
Europe	\$	29.406.264,00
Japan	\$	25.921.017,00
Asia Pacific	\$	28.852.792,00
Worldwide	\$	125.611.999,00
1999		
Americas	\$	47.477.880,00
Europe	\$	31.881.274,00
Japan	\$	32.835.097,00
Asia Pacific	\$	37.184.300,00
Worldwide	\$	149.378.551,00
2000		
Americas	\$	64.071.359,00
Europe	\$	42.308.937,00
Japan	\$	46.749.346,00
Asia Pacific	\$	51.263.981,00
Worldwide	\$	204.393.623,00
2001		
Americas	\$	35.778.448,00
Europe	\$	30.216.266,00
Japan	\$	33.147.815,00
Asia Pacific	\$	39.820.081,00
Worldwide	\$	138.962.610,00
2002		
Americas	\$	31.275.477,00
Europe	\$	27.788.479,00

Japan	\$	30.493.648,00
Asia Pacific	\$	51.155.716,00
Worldwide	\$	140.713.320,00
2003		
Americas	\$	32.330.682,00
Europe	\$	32.310.026,00
Japan	\$	38.942.196,00
Asia Pacific	\$	62.842.618,00
Worldwide	\$	166.425.522,00
2004		
Americas	\$	39.064.550,00
Europe	\$	39.424.130,00
Japan	\$	45.756.710,00
Asia Pacific	\$	88.781.446,00
Worldwide	\$	213.026.836,00
2005		
Americas	\$	40.735.591,00
Europe	\$	39.275.143,00
Japan	\$	44.082.061,00
Asia Pacific	\$	103.391.342,00
Worldwide	\$	227.484.137,00
2006		
Americas	\$	44.911.905,00
Europe	\$	39.904.325,00
Japan	\$	46.418.221,00
Asia Pacific	\$	116.481.742,00
Worldwide	\$	247.716.193,00
2007		
Americas	\$	42.336.283,00
Europe	\$	40.971.530,00
Japan	\$	48.845.303,00
Asia Pacific	\$	123.492.222,00
Worldwide	\$	255.645.338,00
2008		
Americas	\$	37.880.541,00
Europe	\$	38.249.487,00
Japan	\$	48.498.050,00
Asia Pacific	\$	123.974.734,00
Worldwide	\$	248.602.812,00
2009		
Americas	\$	38.519.818,00
Europe	\$	29.865.103,00
Japan	\$	38.300.016,00
Asia Pacific	\$	119.628.429,00
Worldwide	\$	226.313.366,00
2010		
Americas	\$	53.675.349,00
Europe	\$	38.053.793,00
Japan	\$	46.560.762,00
Asia Pacific	\$	160.025.211,00
Worldwide	\$	298.315.115,00

2011		
Americas	\$	55.197.414,00
Europe	\$	37.391.135,00
Japan	\$	42.902.590,00
Asia Pacific	\$	164.030.199,00
Worldwide	\$	299.521.338,00
2012		
Americas	\$	54.358.803,00
Europe	\$	33.163.013,00
Japan	\$	41.055.716,00
Asia Pacific	\$	162.984.584,00
Worldwide	\$	291.562.116,00
2013		
Americas	\$	61.495.501,00
Europe	\$	34.883.404,00
Japan	\$	34.795.264,00
Asia Pacific	\$	174.409.695,00
Worldwide	\$	305.583.864,00
2014		
Americas	\$	69.323.834,00
Europe	\$	37.458.901,00
Japan	\$	34.830.352,00
Asia Pacific	\$	194.229.830,00
Worldwide	\$	335.842.917,00
2015		
Americas	\$	68.737.935,00
Europe	\$	34.257.539,00
Japan	\$	31.101.914,00
Asia Pacific	\$	201.070.473,00
Worldwide	\$	335.167.861,00
2016		
Americas	\$	65.537.497,00
Europe	\$	32.706.728,00
Japan	\$	32.291.952,00
Asia Pacific	\$	208.394.678,00
Worldwide	\$	338.930.855,00
2017		
Americas	\$	88.493.523,00
Europe	\$	38.311.471,00
Japan	\$	36.595.321,00
Asia Pacific	\$	248.820.629,00
Worldwide	\$	412.220.944,00
2018		
Americas	\$	102.997.197,00
Europe	\$	42.957.032,00
Japan	\$	39.961.286,00
Asia Pacific	\$	282.862.770,00
Worldwide	\$	468.778.285,00
2019		
Americas	\$	78.619.471,00

Europe	\$	39.816.073,00
Japan	\$	35.992.841,00
Asia Pacific	\$	257.878.591,00
Worldwide	\$	412.306.976,00
2020		
Americas	\$	95.366.081,00
Europe	\$	37.519.680,00
Japan	\$	36.471.173,00
Asia Pacific	\$	271.032.424,00
Worldwide	\$	440.389.358,00
2021		
Americas	\$	121.481.333,00
Europe	\$	47.756.777,00
Japan	\$	43.687.163,00
Asia Pacific	\$	342.967.241,00
Worldwide	\$	555.892.514,00
2022		
Americas	\$	141.135.952,00
Europe	\$	53.853.109,00
Japan	\$	48.158.244,00
Asia Pacific	\$	330.936.889,00
Worldwide	\$	574.084.194,00
2023		
Americas	\$	134.377.318,00
Europe	\$	55.762.774,00
Japan	\$	46.751.493,00
Asia Pacific	\$	289.993.840,00
Worldwide	\$	526.885.425,00
2024		
Americas	\$	195.122.507,00
Europe	\$	51.250.218,00
Japan	\$	46.739.287,00
Asia Pacific	\$	337.436.594,00
Worldwide	\$	630.548.606,00

Fonte: WSTS (2025)

APÊNDICE B: COMPOSIÇÃO DO PIB POR SETOR (%) - CHINA (2000/2023)

Indicator	Composição do PIB por setor (%)		
	Agriculture (% of GDP)	Industry (% of GDP)	Services (% of GDP)
2000	14,9	45,6	39,3
2001	14,2	45	40,8
2002	13,6	44,6	41,9
2003	12,6	45,8	41,7
2004	13,2	46	40,8
2005	12	47,2	40,8
2006	11	47,7	41,3
2007	10,5	47,1	42,5
2008	10,5	47,2	42,4
2009	9,9	46,1	43,9
2010	9,6	46,7	43,8
2011	9,5	46,7	43,9
2012	9,4	45,7	45
2013	9,2	44,4	46,5
2014	8,9	43,3	47,7
2015	8,7	41	50,3
2016	8,4	39,8	51,8
2017	7,8	40,1	52,3
2018	7,3	39,9	52,8
2019	7,5	38,8	53,7
2020	8	38	53,9
2021	7,6	39,5	53
2022	7,7	39,5	52,8
2023	7,5	38,5	54,1

Fonte: Asian Development Bank (ADB) (2023)

APÊNDICE C: COEFICIENTE DE GINI DA RENDA DISPONÍVEL – EUROPA – ESCALA DE 0 A 100 - (2015/2024)

(Continua)

European Union - 27 countries (from 2020)	30,8	30,6	30,3	30,4	30,2	30,0	30,2	29,6	29,6	29,4
Euro area – 20 countries (from 2023)	30,7	30,7	30,4	30,6	30,2	30,2	30,6	29,9	29,8	29,9
Belgium	26,2	26,3	26,1	25,7	25,1	25,4	24,1	24,9	24,2	24,7
Bulgaria	37,0	37,7	40,2	39,6	40,8	40,0	39,7	38,4	37,2	38,4
Czechia	25,0	25,1	24,5	24,0	24,0	24,2	24,8	24,8	24,4	23,7
Denmark	27,4	27,7	27,6	27,8	27,5	27,3	27,0	27,7	28,2	28,6
Germany	30,1	29,5	29,1	31,1	29,7	30,5	31,2	29,0	29,4	29,5
Estonia	34,8	32,7	31,6	30,6	30,5	30,5	30,6	31,9	31,8	30,8
Ireland	29,7	29,6	30,6	28,9	28,0	27,6	26,6	26,9	27,4	26,4
Greece	34,2	34,3	33,4	32,3	31,0	31,4	32,4	31,4	31,8	31,8
Spain	34,6	34,5	34,1	33,2	33,0	32,1	33,0	32,0	31,5	31,2
France	29,2	29,3	28,8	28,5	29,2	29,2	29,3	29,8	29,7	30,0
Croatia	30,4	29,8	29,9	29,7	29,2	28,3	29,2	28,5	29,7	29,8
Italy	32,4	33,1	32,7	33,4	32,8	32,5	32,9	32,7	31,5	32,2
Cyprus	33,6	32,1	30,8	29,1	31,5	29,3	29,3	29,0	29,3	30,1
Latvia	35,4	34,5	34,5	35,6	35,2	34,5	35,7	34,3	34,0	34,2
Lithuania	37,9	37,0	37,6	36,9	35,4	35,1	35,4	36,2	35,7	35,3
Luxembourg	28,5	29,6	29,2	31,3	32,3	31,2	29,6	29,1	30,6	30,1
Hungary	28,2	28,2	28,1	28,7	28,0	28,0	27,6	27,4	29,0	27,6
Malta	28,1	28,6	28,2	28,7	28,0	30,3	31,2	31,1	33,0	30,8
Netherlands	26,7	26,9	27,1	27,4	26,8	28,2	26,4	26,3	26,5	25,9
Austria	27,2	27,2	27,9	26,8	27,5	27,0	26,7	27,8	28,1	28,4
Poland	30,6	29,8	29,2	27,8	28,5	27,2	26,8	26,3	27,0	26,0
Portugal	34,0	33,9	33,5	32,1	31,9	31,2	33,0	32,0	33,7	31,9
Romania	37,4	34,7	33,1	35,1	34,8	33,8	34,3	32,0	31,0	28,0
Slovenia	24,5	24,4	23,7	23,4	23,9	23,5	23,0	23,1	23,4	23,8
Slovakia	23,7	24,3	23,2	20,9	22,8	20,9	21,8	21,2	21,6	21,7
Finland	25,2	25,4	25,3	25,9	26,2	26,5	25,7	26,6	26,6	26,1
Sweden	26,7	27,6	28,0	27,0	27,6	26,9	26,8	27,6	29,5	27,6
Iceland	24,7	24,1	25,2	23,2	23,7	24,0	:	:	:	:
Norway	23,9	25,0	26,1	24,8	25,4	25,3	25,9	27,5	24,7	24,4
Switzerland	29,6	29,4	30,1	29,7	30,6	31,2	31,4	31,1	31,5	:
United Kingdom	32,4	31,5	33,1	33,5	:	:	:	:	:	:
Montenegro	36,5	36,5	36,7	34,7	34,1	32,9	32,5	31,5	:	:
North Macedonia	33,7	33,6	32,4	31,9	30,7	31,4	30,3	29,8	:	:
Albania	:	:	36,8	35,4	34,3	33,2	33,0	:	:	:

Serbia	40,0	39,8	37,8	35,6	33,6	33,8	33,3	32,6	31,7	31,9
Türkiye	41,9	42,6	43,0	43,0	41,7	43,4	42,5	45,3	44,2	44,8
Kosovo*	:	:	:	46,6	:	:	:	:	:	:

Fonte: Eurostat (2022)