

Área Temática: Tecnologia, Inteligência Artificial e Transformação Digital em
Administração

**ANÁLISE DO MERCADO MUNDIAL DE SEMICONDUTORES: O PAPEL DO
BRASIL E SUAS PERSPECTIVAS**

Resumo

Este artigo investiga a ausência de uma indústria de semicondutores relevante no Brasil e analisa como o país pode se inserir de maneira mais competitiva no mercado mundial. Utilizando uma revisão bibliográfica abrangente, o estudo explora o contexto histórico e econômico, destacando os principais fatores que limitam o desenvolvimento dessa indústria no país, como elevada carga tributária, burocracia excessiva, infraestrutura deficiente e baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D). O estudo compara políticas e práticas adotadas por países líderes na indústria de semicondutores, como Coreia do Sul, Taiwan e Estados Unidos, para identificar estratégias adaptáveis ao contexto brasileiro. Além disso, analisa a distribuição global do mercado de semicondutores, destacando regiões produtivas e tendências emergentes. Com base nessa análise, são apresentadas propostas de políticas públicas e recomendações estratégicas para fortalecer a indústria de semicondutores no Brasil, incluindo incentivo fiscal, simplificação burocrática, estímulo ao desenvolvimento de startups, aumento do investimento em P&D e promoção de parcerias entre universidades e empresas. O objetivo é apresentar um caminho viável para que o Brasil se estabeleça como um player significativo na indústria global de semicondutores, impulsionando a competitividade e o crescimento econômico do país.

Palavras-chave: Competitividade, Desenvolvimento Industrial, Semicondutores.

Abstract

This article investigates the absence of a relevant semiconductor industry in Brazil and analyzes how the country can position itself more competitively in the global market. Using a comprehensive literature review, the study explores the historical and economic context, highlighting key factors limiting the development of this industry in the country, such as high tax burden, excessive bureaucracy, inadequate infrastructure, and low investment in research and development (R&D). The study compares policies and practices adopted by leading semiconductor industry countries, such as South Korea, Taiwan, and the United States, to identify strategies adaptable to the Brazilian context. Additionally, it analyzes the global distribution of the semiconductor market, highlighting productive regions and emerging trends. Based on this analysis, the article presents proposals for public policies and strategic recommendations to strengthen the semiconductor industry in Brazil, including fiscal incentives, bureaucratic simplification, encouragement of startup development, increased investment in R&D, and promotion of partnerships between universities and companies. The objective is to present a viable path for Brazil to establish itself as a significant player in the global semiconductor industry, boosting competitiveness and economic growth in the country.

1. INTRODUÇÃO

Em junho de 2024, o Brasil caiu para a 62ª posição no Ranking Mundial de Competitividade, que avalia 67 países (VALOR ECONÔMICO, 2024). A Tabela 1 mostra o top 10 do ranking. Esse baixo desempenho afetou profundamente profissionais de educação, tecnologia e ciências em diversos institutos de pesquisa e empresas brasileiras, gerando reflexões sobre como o país pode se tornar estratégico e desenvolver indústrias de ponta alinhadas com a Quarta Revolução Industrial, também conhecida como Revolução 4.0. Esse tema é prioritário em países como Alemanha, Estados Unidos, Japão, França e China, devido ao seu impacto na vida das pessoas e ao surgimento de novas profissões, tornando seu estudo relevante.

Tabela 1. Dez primeiras posições do ranking mundial de competitividade

Posição	País	Posição por fator			
		Performance econômica	Eficiência governamental	Eficiência empresarial	Infraestrutura
1º	Singapura	3º	2º	2º	4º
2º	Suíça	12º	1º	5º	1º
3º	Dinamarca	22º	5º	1º	2º
4º	Irlanda	10º	6º	3º	17º
5º	Hong Kong	11º	3º	7º	9º
6º	Suécia	23º	10º	4º	3º
7º	Emirados Árabes Unidos	2º	4º	10º	25º
8º	Taiwan, China	26º	8º	6º	10º
9º	Holanda	9º	14º	8º	8º
10º	Noruega	30º	9º	9º	5º

Fonte: VALOR ECONÔMICO (2024).

Antes de abordar a Revolução 4.0, discutida no Fórum Econômico Mundial de Davos e alinhada com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (Agenda 2030 da ONU), é importante lembrar que vários estudos de competitividade apontam que o Brasil é fortemente impactado por fatores como elevada carga tributária, burocracia excessiva, corrupção, problemas de infraestrutura, baixo investimento em inovação e na formação de engenheiros. Esses fatores contribuem para o baixo crescimento econômico, crises recorrentes e desafios sociais crescentes. Para ilustrar a dificuldade do Brasil em competitividade, em 26 de agosto de 2013, na FIESP, economistas discutiram a reindustrialização do país, destacando que a contribuição da indústria de transformação ao PIB era comparável ao nível de 1955 (FIESP, 2013).

Com o mundo em constante mudança e polarizado entre o protagonismo dos Estados Unidos e da China, a Nova Ordem Mundial (KISSINGER, 2013) tem gerado uma competição acirrada entre as grandes empresas de tecnologia (Big Techs), dificultando a entrada de pequenas e médias empresas no mercado. A tecnologia de produção de chips é fundamental para o desenvolvimento econômico e social dos países. Em 2024, o mercado global de semicondutores é estimado em US\$ 0,72

trilhão, com uma taxa de crescimento anual composta (CAGR) de 10,86% até 2029, quando se espera que atinja US\$ 1,21 trilhão (MORDOR INTELLIGENCE, 2024).

As principais tecnologias da Quarta Revolução Industrial incluem Impressoras 3D, Inteligência Artificial, Robótica, Sensores, Nanotecnologias, Neurociências, Computação em Nuvem, Direção Autônoma, Cibersegurança, 5G/6G, Big Data, Blockchain e IoT (Internet das Coisas) (SCHWAB; DAVIS, 2018). Para que essas tecnologias avancem significativamente, o mercado global de semicondutores é estratégico para países, empresas e consumidores que utilizam aparelhos e serviços dependentes de chips. Nesse contexto, a Lei de Moore (MOORE, 1965), que prevê que o número de transistores em um chip dobra a cada dois anos mantendo o custo constante, continua a impulsionar a inovação e o desenvolvimento tecnológico. A capacidade de acompanhar essa tendência é crucial para manter a competitividade e avançar em setores de alta tecnologia.

Este artigo contextualizará o atual mercado de semicondutores no mundo, as principais barreiras encontradas no Brasil para o desenvolvimento da indústria de semicondutores e as lições aprendidas para justificar por que o Brasil "perdeu o bonde da produção de chips". Serão explorados aspectos que ilustram por que a Coreia do Sul conseguiu se desenvolver na indústria de semicondutores enquanto o Brasil ficou para trás, mesmo tendo produzido o primeiro chip brasileiro uma década antes. Na sequência, serão discutidas as estratégias de desenvolvimento nacional apoiadas na indústria de chips que resultaram no êxito dos principais países que se destacam no ranking de competitividade mundial (VALOR ECONÔMICO, 2024).

Para que haja uma compreensão sobre o assunto tratado neste artigo, faz-se necessário apresentar conceitos básicos para que a internalização do conhecimento sobre o mercado da indústria de semicondutores seja absorvida de forma natural para os profissionais de diversas áreas de formação e atuação, especialmente os da Administração.

Conceitos Básicos:

- a) Semicondutores: são materiais com condutividade elétrica que podem funcionar tanto como condutores quanto como isolantes. Devido a essas propriedades, eles são componentes-chave na fabricação de chips usados na maioria dos dispositivos eletrônicos, que são vitais para a vida moderna. Atualmente, dispositivos como smartphones, tablets, computadores, câmeras, sistemas de segurança, veículos e equipamentos médicos dependem de chips para funcionar.
- b) Chips: Também são conhecidos como circuitos integrados (CIs). São componentes eletrônicos miniaturizados que contêm diversos circuitos formados por componentes, como transistores, resistores e capacitores, em um único substrato de material semicondutor, geralmente silício. Eles são a base da Era Digital, utilizados em quase todos os dispositivos eletrônicos. Exemplos incluem microprocessadores, memórias, ASICs (Circuitos Integrados de Aplicação Específica) e FPGAs (Matrizes de Portas Programáveis em Campo), que podem ser reconfigurados pelo usuário após a fabricação. O mercado de chips é estratégico para o desenvolvimento de qualquer país.

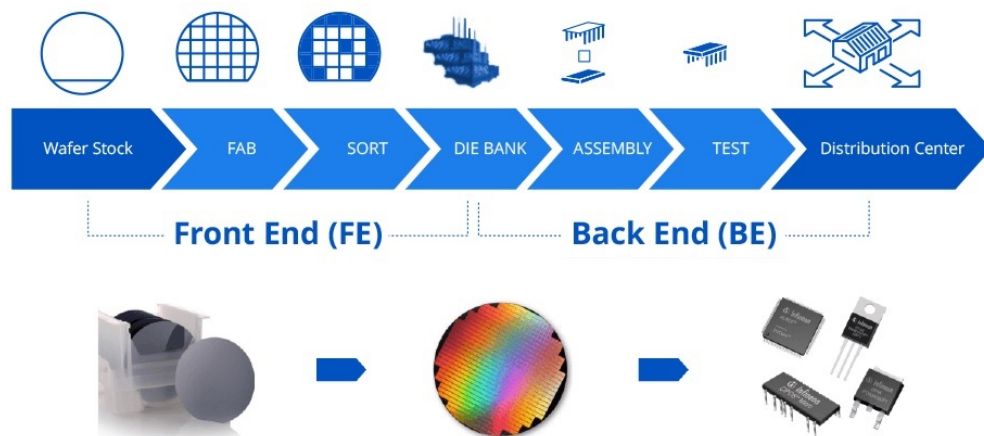
A Figura 1 mostra os dois principais grupos de etapas comumente utilizados na produção de chips, descritos a seguir (FRAUNHOFER, 2018):

1. Processamento front-end: O *wafers*, uma lâmina fina de material semicondutor monocristalino de alta pureza (99,9999% de pureza), é utilizado como matéria-

prima. Com base no design do chip, os *wafers* são processados em pequenos pedaços de silício chamados "dies". Até este ponto, chips modernos passam por mais de 300 etapas de processamento, realizadas em uma sala limpa, incluindo implantação de íons, deposição de materiais e padronização fotolitográfica.

2. Operações *back-end*: Nesta etapa, os dispositivos semicondutores são montados e o chip resultante é testado. Tradicionalmente, essas operações eram vistas como menos atraentes e tecnologicamente menos sofisticadas, levando à sua terceirização. No entanto, elas têm ganhado atenção recentemente, pois é nesta fase que múltiplos "dies" são integrados em um sistema, essencial para avanços como a Internet das Coisas (IoT). Na etapa final, os dispositivos semicondutores são utilizados e distribuídos por montadores de subsistemas ou fabricantes de equipamentos finais.

Figura 1. Etapas de produção de chips.



Fonte: Omron (2024).

2. METODOLOGIA

A metodologia deste artigo utiliza revisão bibliográfica para investigar a análise do mercado de semicondutores no Brasil. Foram analisados artigos acadêmicos, livros, relatórios de mercado, relatórios de órgãos governamentais e artigos da mídia, que proporcionaram um entendimento profundo do contexto histórico e econômico. Para enriquecer a discussão, será utilizada a análise SWOT, organizando as informações coletadas para destacar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças da indústria de semicondutores no Brasil. Finalmente, com base nas análises dessas publicações, serão desenvolvidas recomendações de políticas públicas e estratégias empresariais visando fortalecer a indústria nacional de semicondutores. Essa abordagem integrada assegura uma compreensão abrangente dos fatores que limitam o desenvolvimento da indústria de semicondutores no Brasil e oferece diretrizes práticas para superar esses obstáculos, promovendo a competitividade e o crescimento econômico do país.

3. DESENVOLVIMENTO

A história dos semicondutores no Brasil começou em 1971, com o desenvolvimento do primeiro chip pelo professor João Antonio Zuffo na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Este projeto pioneiro marcou o início da microeletrônica no Brasil. Apesar dessa conquista inicial, a instabilidade política e econômica das décadas de 1980 e 1990 prejudicou o desenvolvimento da indústria de semicondutores no país. A abertura econômica com o Plano Collor em 1990

facilitou a entrada de produtos eletrônicos importados, contribuindo para a desindustrialização e afetando a educação e a pesquisa no setor.

A crise sanitária mundial provocada pela COVID-19, iniciada em dezembro de 2019, destacou a fragilidade da economia brasileira e sua dependência de países produtores de chips. A crise evidenciou a importância dos semicondutores e o impacto dessa indústria na economia global, além da dependência dos países asiáticos e as tensões entre Estados Unidos e China.

As principais empresas no mercado de semicondutores são Intel, Samsung, TSMC, Qualcomm, SK Hynix e Micron Technology. Empresas *fabless* como Apple, Microsoft e Nvidia, que desenvolvem seus próprios chips e terceirizam a fabricação para *foundries* como TSMC, Intel e Samsung, dominam o mercado. Em 18 de junho de 2024, a Nvidia se tornou a empresa mais valiosa do mundo, avaliada em US\$ 3,33 trilhões, ultrapassando Microsoft e Apple (NEOFEED, 2024).

Com as *Big Techs* expandindo seus mercados e investindo em chips dedicados à Inteligência Artificial, o Brasil permanece distante de ser competitivo na indústria de semicondutores. Consequentemente, a indústria de transformação do país pode continuar em declínio, afetando a balança comercial devido à importação de produtos eletrônicos relacionados à Economia Digital.

Cabe destacar que na Era de Tecnologia Digital a base para o desenvolvimento é a indústria de semicondutores. Toda empresa que implementa seu negócio no mundo digital necessita de dispositivos que possuem semicondutores. A Revista The Economist de 2017 estampou na capa de uma de suas edições o título *Dados são o novo petróleo* (THE ECONOMIST, 2016). Atualmente, no Vale do Silício, menciona-se: A Inteligência Artificial é o novo petróleo. Jerry Sanders, cofundador e ex-CEO da Advanced Micro Devices (AMD), uma das principais empresas de semicondutores do mundo, na década de 1980, disse: “Semicondutores são o petróleo bruto da década de 1980.” “O novo petróleo será sempre os semicondutores” (frase dos autores).

Para contextualizar, a seguir são apresentados os cinco principais mercados do mundo, em termos de valor monetário, incluem:

1. Mercado de Ações (*Equity Market*): O mercado de ações global atingiu uma capitalização de mercado de US\$ 109 trilhões em 2023. Os Estados Unidos lideram este mercado com uma participação de 42,5%, seguidos pela União Europeia (11,1%) e China (10,6%) (VISUAL CAPITALIST, 2023).
2. Mercado de Títulos (*Bond Market*): Em 2022, o mercado global de título foi avaliado em US\$ 133 trilhões. Os Estados Unidos possuem o maior mercado de títulos, avaliado em mais de US\$ 51 trilhões, seguidos por China e Japão (WORLD ECONOMIC FORUM, 2023).
3. Mercado de Petróleo Bruto (*Crude Oil Market*): O petróleo bruto é uma das principais matérias-primas comercializadas globalmente, sendo essencial para a economia mundial e representando uma parte significativa do comércio internacional (OPEC, 2024).
4. Mercado de Semicondutores (*Semiconductor Market*): Em 2023, o mercado global de semicondutores foi avaliado em aproximadamente US\$ 611,35 bilhões, com uma previsão de crescimento para US\$ 2,062 trilhões até 2032. Este mercado é crucial para a tecnologia moderna, incluindo smartphones, veículos autônomos e IoT (FORTUNE BUSINESS INSIGHTS, 2024)
5. Mercado de Veículos e Suas Peças (*Automotive Market*): Este mercado inclui a fabricação e venda de veículos e suas peças, sendo um dos maiores setores

industriais do mundo devido à demanda contínua por automóveis e veículos comerciais (EUROMONITOR, 2023).

O mercado de semicondutores é um dos cinco mais importantes do mundo. As tecnologias modernas, especialmente na indústria da informação e comunicação (TIC), são cada vez mais dependentes dos semicondutores, que formam a base de todos os dispositivos eletrônicos. As dez maiores empresas globais incluem as Big Techs, que dominam este mercado (Quadro I).

Quadro I. As 10 maiores *Big Techs* do mundo.

Empresa	Capitalização de Mercado	Receita (TTM)	Lucro Líquido (TTM)	Retorno Total Acumulado de 1 Ano	Bolsa de Valores
Microsoft	\$3.31 trilhões	\$236.58 bilhões	\$86.18 bilhões	32.50%	Nasdaq
Nvidia (NVDA)	\$3.217 trilhões	\$79.77 bilhões	\$42.60 bilhões	200.64%	Nasdaq
Apple (AAPL)	\$3.215 trilhões	\$381.62 bilhões	\$100.39 bilhões	13.40%	Nasdaq
Alphabet (GOOGL/GOOG)	\$2.19 trilhões	\$317.92 bilhões	\$82.41 bilhões	44.20%	Nasdaq
Amazon (AMZN)	\$1.94 trilhões	\$590.74 bilhões	\$37.68 bilhões	48.12%	Nasdaq
Saudi Arabian Oil Co. (2222)	\$1.78 trilhões	\$488.35 bilhões	\$116.77 bilhões	-14.90%	Tadawul (Bolsa de Valores da Arábia Saudita)
Meta Platforms (META)	\$1.27 trilhões	\$142.71 bilhões	\$45.76 bilhões	76.95%	Nasdaq
Berkshire Hathaway (BRK.A/BRK.B)	\$884.87 bilhões	\$368.96 bilhões	\$73.42 bilhões	19.90%	New York Stock Exchange (NYSE)
Eli Lilly and Company (LLY)	\$842.05 bilhões	\$35.93 bilhões	\$6.14 bilhões	94.94%	NYSE
Broadcom (AVGO)	\$807.42 bilhões	\$42.62 bilhões	\$10.27 bilhões	101.69%	Nasdaq

Fonte: Investopedia (2024).

O Quadro II apresenta as 10 maiores empresas de semicondutores localizadas nos Estados Unidos, China, Taiwan e Coreia do Sul. Isto indica a dificuldade de outros países competirem com esses grandes *players*.

Quadro II. As 10 maiores empresas de semicondutores do mundo.

Empresa	Receita (TTM)	Lucro Líquido (TTM)	Capitalização de Mercado	Retorno Total Acumulado de 1 Ano	Bolsa de Valores
Samsung	\$50.6 billion	\$4.1 billion	\$370.5 billion	18.9%	Korean Exchange
Taiwan Semiconductor Manufacturing Co. Ltd.	\$19.9 billion	\$7.5 billion	\$542.6 billion	32.3%	New York Stock Exchange (NYSE)
NVIDIA Corp.	\$18.1 billion	\$9.5 billion	\$1.8 trillion	218.1%	Nasdaq
Intel Corp.	\$14.2 billion	\$297 million	\$185.9 billion	53.6%	Nasdaq
Broadcom Inc.	\$9.3 billion	\$3.5 billion	\$584.8 billion	107.7%	Nasdaq
Qualcomm Inc.	\$8.6 billion	\$1.5 billion	\$170.4 billion	15.6%	Nasdaq
SK Hynix	\$6.8 billion	\$1.6 billion	\$81.3 billion	62.2%	Korean Exchange
Applied Materials, Inc.	\$6.7 billion	\$2 billion	\$154.3 billion	56.5%	Nasdaq
ASML	\$6.7 billion	\$1.9 billion	\$373.04 billion	35.9%	Nasdaq
Advanced Micro Devices	\$5.8 billion	\$299 million	\$2.9 billion	106.3%	Nasdaq

Fonte: Investopedia (2024).

O mercado de semicondutores é dominado por grandes empresas, como TSMC, Samsung e Intel, das quais outras empresas, universidades e sociedades ao redor do mundo dependem. No Brasil, o CEITEC S.A., localizado em Porto Alegre, é a única empresa dedicada ao desenvolvimento e fabricação de semicondutores. Focada inicialmente em chips RFID, comunicação sem fio e ASICs, o CEITEC enfrenta desafios financeiros e estruturais, com capacidade de produção limitada e períodos de fechamento devido a questões políticas (CEITEC S.A., 2024).

Dada a importância do setor, é crucial que profissionais de Administração entendam o mercado de semicondutores. Esse conhecimento é vital para o desenvolvimento sustentável do país, oferecendo oportunidades de pesquisa, desenvolvimento de produtos e serviços, e geração de empregos em diversas áreas.

3.1 Mercado de semicondutores por região global

O mercado global de semicondutores está dividido em várias regiões, cada uma com suas características e contribuições específicas. A seguir é apresentada uma visão geral do mercado de semicondutores por região:

Ásia-Pacífico

A região da Ásia-Pacífico domina o mercado global de semicondutores, com um valor estimado em US\$ 308,95 bilhões em 2023. Países como Taiwan, China e Coreia do Sul são grandes fabricantes de semicondutores, ocupando respectivamente, 8ª, 14ª e 20ª posição no Ranking Mundial de Competitividade 2024 mencionado neste artigo. A China, em particular, detém a maior participação de mercado global devido à presença significativa de fabricantes locais de componentes de semicondutores e à capacidade de exportar grandes quantidades a preços competitivos. Programas como o Made in China 2025 visam aumentar a autossuficiência em semicondutores para 70% até 2025 (O GLOBO, 2022). A fabricante de chips Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) construirá uma segunda fábrica de semicondutores no Japão e pretende estar operacional até o final de 2027. As duas fábricas (JASM e TSMC) receberão investimentos globais acima de US\$ 20 bilhões (CNN BRASIL, 2024)

América do Norte

A América do Norte está em crescimento dinâmico, impulsionada por altos investimentos em pesquisa e desenvolvimento. Projeta-se que a capacidade da fábrica dos EUA aumente em 203% até 2032, triplicando a capacidade dos EUA. Os Estados Unidos garantirão mais de um quarto (28%) dos gastos de capital globais entre 2024-2032 – um valor estimado em US\$ 646 bilhões – uma quantia que só fica atrás de Taiwan – um valor estimado em US\$ 715 bilhões (31%). A demanda por semicondutores nessa região é forte, especialmente em data centers, automação industrial e sistemas de controle. A infraestrutura robusta de fabricação, especialmente nos setores automotivo, espacial e equipamentos industriais, também contribuem para o crescimento (BCG, 2024).

Europa

A Europa apresenta crescimento constante no mercado de semicondutores, com destaque para os setores automotivo e de eletrônicos de consumo. A União Europeia (EU) anunciou em 4.02.2022 um plano de investimentos de US\$48 bilhões na indústria de semicondutores até 2030 para dobrar sua participação no mercado. Países como França, Reino Unido e Alemanha estão expandindo suas capacidades de produção para atender à crescente demanda por eletrônicos avançados (EXAME, 2022)

Oriente Médio e África

O Oriente Médio e África estão experimentando um crescimento impulsionado pela demanda por eletrônicos industriais e dispositivos de computação avançada. O mercado de semicondutores na região está se beneficiando de investimentos em tecnologias da Indústria 4.0 e da crescente adoção de dispositivos conectados. No entanto, os investimentos em semicondutores para todo Oriente Médio, África e América Latina são abaixo de US\$ 2, 25 bilhões até 2032 (BCG, 2024).

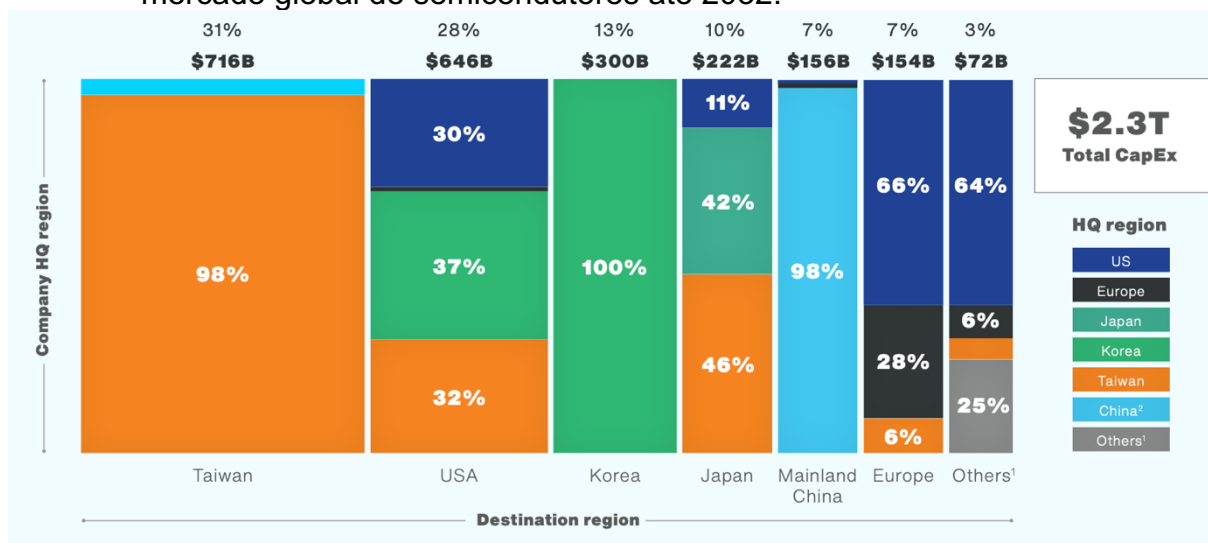
América Latina

A América Latina também está em crescimento, com um aumento substancial no consumo de smartphones, televisores, notebooks em países como Brasil e México. A

região está investindo em dispositivos de alta tecnologia devido ao aumento da renda disponível e à adoção de novas tecnologias. No entanto, os investimentos em semicondutores para a América Latina, Oriente Médio e África estão abaixo de US\$ 2,25 bilhões até 2032 (BCG, 2024).

Os futuros fluxos de Despesas de Capital (CAPEX- *Capital Expenditure*) do mercado global é de US\$ 2,3 trilhões até 2032. A Figura 2 mostra os valores para cada região onde há a predominância das maiores empresas de semicondutores do mundo (BCG, 2024). É possível observar que Taiwan, Estados Unidos, Europa, Coreia do Sul, Japão e China concentram aproximadamente 96% do CAPEX global.

Figura 2. Os futuros fluxos de Despesas de Capital (CAPEX- *Capital Expenditure*) do mercado global de semicondutores até 2032.



Fonte: BCG (2024).

3.2 Propostas e recomendações para uma melhor inserção do Brasil no mercado de semicondutores

O Brasil ao longo da sua trajetória para o desenvolvimento para a indústria de semicondutores enfrentou várias dificuldades ao longo dos anos, resultando em um desenvolvimento limitado em comparação com outras nações, tais como Taiwan, Estados Unidos, Europa, Coreia do Sul, Japão e China. As razões para as dificuldades da indústria de semicondutores são:

- Falta de investimentos sustentável:** A falta de uma política consistente de investimento a longo prazo, como os países desenvolvidos realizam ou um plano de crescimento sustentável, impediu a continuidade dos projetos e iniciativas no setor. Outro aspecto foram os recursos financeiros limitados comparado a países líderes, o Brasil investiu relativamente pouco em pesquisa e desenvolvimento de semicondutores.
- Infraestrutura inadequada:** A infraestrutura necessária para a fabricação de semicondutores e um fornecimento constante de energia, não foi suficientemente desenvolvida. Além disso, a logística e a cadeia de suprimentos para componentes de alta tecnologia são complexas e caras no Brasil, dificultando a competitividade global.
- Educação e capacitação:** A Escassez de mão de obra qualificada com o baixo número de engenheiros e técnicos especializados em semicondutores não

acompanhou a demanda necessária para sustentar o crescimento da indústria. Por outro lado, muitos profissionais qualificados acabam buscando oportunidades nos países referências onde a indústria de semicondutores é mais desenvolvida.

- d) Burocracia e Ambiente Regulatório. A complexidade burocrática e a regulamentação excessiva dificultam o estabelecimento e a operação de empresas de semicondutores no Brasil. Outro aspecto é a insegurança jurídica provocada pela instabilidade nas políticas e regulamentações que gera incertezas para investidores e empresas.
- e) Concorrência internacional: Competição acirrada pelos países como Taiwan, Coreia do Sul, China, Estados Unidos e Japão que possuem indústrias de semicondutores altamente desenvolvidas e competem agressivamente no mercado global. Também pode citar os subsídios e incentivos estrangeiros que governos de outros países fornecem para suas indústrias de semicondutores, tornando difícil para o Brasil competir.
- f) Falta de Políticas de Incentivo: Incentivos inadequados em relação aos incentivos fiscais e políticas de apoio eficazes para atrair e reter empresas semicondutoras. Outro aspecto são as políticas de importação relativos as barreiras alfandegárias e políticas de importação desfavoráveis para equipamentos e matérias-primas necessárias para a produção de semicondutores.
- g) Mercado Doméstico Limitado: A demanda interna por semicondutores não é suficientemente robusta para justificar grandes investimentos em produção local e a forte dependência de importações de semicondutores, desestimulam a produção local.
- h) Problemas Econômicos Gerais: A instabilidade econômica e as crises recorrentes afetam negativamente os investimentos e o desenvolvimento da indústria de semicondutores, juntamente com as taxas de câmbio voláteis geradas pelas flutuações de câmbio dificultam a previsibilidades dos custos de produção e operação.

Diante do exposto, é relevante realizar uma Análise SWOT da Indústria de Semicondutores no Brasil que é apresentado a seguir:

Forças (Strengths)

- a) Recursos Naturais Abundantes: O Brasil possui grandes reservas de silício, que é um material fundamental para a produção de semicondutores.
- b) Mercado Interno em Crescimento: O aumento na demanda por eletrônicos de consumo, veículos elétricos e dispositivos de telecomunicações cria um mercado potencial interno significativo.
- c) Base Acadêmica Sólida: Universidades e institutos de pesquisa brasileiros têm tradição em áreas como física e engenharia, que são fundamentais para o desenvolvimento de tecnologias de semicondutores.
- d) Programas Governamentais de Incentivo: Iniciativas como a Lei de Informática e outros programas de incentivo fiscal podem apoiar o desenvolvimento da indústria.

Fraquezas (Weaknesses)

- a) Infraestrutura Limitada: Falta de infraestrutura adequada para a fabricação de semicondutores, como fábricas e laboratórios de alta tecnologia.

- b) Escassez de Mão de Obra Especializada: A formação de profissionais especializados em semicondutores é insuficiente para atender às necessidades da indústria.
- c) Dependência de Importações: Alta dependência de importação de equipamentos e materiais para a fabricação de semicondutores, aumentando custos e prazos.
- d) Burocracia e Regulamentação Complexa: A burocracia excessiva e a instabilidade nas políticas regulatórias podem desestimular investimentos estrangeiros e nacionais.

Oportunidades (Opportunities)

- a) Parcerias Internacionais: Estabelecimento de parcerias com empresas e institutos de pesquisa internacionais para transferência de tecnologia e know-how.
- b) Crescimento da IoT e 5G: A expansão da Internet das Coisas (IoT) e a implementação de redes 5G aumentam a demanda por semicondutores avançados.
- c) Investimentos em Sustentabilidade: O desenvolvimento de tecnologias de semicondutores pode contribuir para soluções sustentáveis em energia e mobilidade.
- d) Inovação e Startups: Incentivar a criação de startups focadas em semicondutores pode trazer inovação e novas soluções tecnológicas.

Ameaças (Threats)

- a) Concorrência Internacional: Competição acirrada de países como China, Estados Unidos, e Taiwan, que já possuem indústrias de semicondutores bem estabelecidas.
- b) Instabilidade Econômica: Flutuações econômicas e políticas podem afetar negativamente os investimentos e o desenvolvimento do setor.
- c) Rápido Avanço Tecnológico: O ritmo acelerado de inovações tecnológicas pode tornar investimentos rapidamente obsoletos se não acompanhados adequadamente.
- d) Barreiras Comerciais: Tarifas e barreiras comerciais podem dificultar a importação de equipamentos e materiais necessários para a produção de semicondutores.

No Quadro III, a seguir, é apresentado a análise SWOT simplificada da Indústria de Semicondutores no Brasil.

Quadro III. Análise SWOT simplificada da Indústria de Semicondutores no Brasil.

Forças	Fraquezas	Oportunidades	Ameaças
Recursos Naturais Abundantes	Infraestrutura Limitada	Parcerias Internacionais	Concorrência Internacional
Mercado Interno em Crescimento	Escassez de Mão de Obra Especializada	Crescimento da IoT e 5G	Instabilidade Econômica
Base Acadêmica Sólida	Dependência de Importações	Investimentos em Sustentabilidade	Rápido Avanço Tecnológico
Programas Governamentais de Incentivo a C&T&I	Burocracia e Regulamentação Complexa	Inovação e Startups	Barreiras Comerciais

Para que o Brasil possa superar esses desafios e desenvolver uma indústria de semicondutores mais robusta, será necessário um esforço coordenado entre o governo, a iniciativa privada e as instituições acadêmicas. Isso inclui políticas de incentivos mais eficazes, investimentos contínuos em pesquisa e desenvolvimento, melhoria de infraestrutura, capacitação de mão de obra qualificada (técnicos, graduados, mestres, doutores e pós-doutores) e um ambiente regulatório mais favorável. Além disso, aumentar os investimentos em P&D, e formar parcerias internacionais são passos cruciais para aproveitar as oportunidades e mitigar as fraquezas e ameaças identificadas.

Dois países dos quais o Brasil pode aprender muito são a Coreia do Sul e Taiwan. Ambos começaram a investir na indústria de semicondutores após o desenvolvimento do primeiro chip brasileiro. Para reflexão e inspiração no desenvolvimento de uma política nacional de estratégica e inovadora em semicondutores para o Brasil, baseando-se na experiência do Plano Nacional de Semicondutores, seguem informações resumidas sobre esses dois países de sucesso:

- a) A Coreia do Sul se destacou na indústria de semicondutores a partir da década de 1980, com investimentos estratégicos em P&D e infraestrutura. A Samsung Electronics, uma das principais empresas de semicondutores do mundo, impulsionou o país ao investir fortemente em tecnologia de memórias DRAM e semicondutores avançados. Políticas governamentais de incentivo, como subsídios e isenções fiscais, também desempenharam um papel crucial. Como resultado, a Coreia do Sul se tornou um dos líderes globais na produção de semicondutores, contribuindo significativamente para sua economia e competitividade global.
- b) Taiwan é lar da Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC), a maior fabricante de semicondutores do mundo. Desde a sua fundação em 1987, a TSMC investiu em tecnologia de ponta e inovação, tornando-se a principal fornecedora de chips para empresas globais como Apple, Nvidia e Qualcomm. O sucesso de Taiwan na indústria de semicondutores é atribuído a uma combinação de investimentos privados robustos, apoio governamental estratégico, e um ecossistema de inovação colaborativa. Este modelo permitiu a Taiwan se estabelecer como um líder incontestável na fabricação de semicondutores.

A empresa (TSMC) produz 90% dos chips mais avançados do mundo (ÉPOCA NEGÓCIOS, 2023) e fornece para as empresas mais valiosas do mundo, tais como: Apple e Nvidia. Ambas estão na corrida do chip dedicado a inteligência artificial, um mercado de trilhões de dólares. Atualmente, Inteligência Artificial é o novo petróleo. Uma nova oportunidade surge para o Brasil. Conhecer o passado será importante para que a indústria de transformação inove e gere impacto positivo para que o Brasil se torne mais competitivo para as próximas décadas e não fique “quase estático” ao nível de 1955. Nesse período, iniciava a indústria digital. Portanto, investir em semicondutores é estratégico para a indústria de transformação do Brasil. Semicondutores sempre serão o novo petróleo.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo destacou a ausência de uma indústria de semicondutores robusta no Brasil e explorou as possibilidades de inserção competitiva do país nesse mercado global.

Através de uma revisão bibliográfica abrangente e da análise das políticas e práticas de países líderes no setor, identificamos vários fatores que limitam o desenvolvimento dessa indústria no Brasil, como a elevada carga tributária, a burocracia excessiva, a infraestrutura deficiente e o baixo investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D). Além disso, a análise SWOT permitiu uma visão clara das forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que afetam a indústria brasileira de semicondutores.

A análise mostrou que o Brasil enfrenta desafios significativos relacionados à infraestrutura, mão de obra qualificada, dependência de importações e burocracia, embora possua recursos naturais abundantes e uma base acadêmica sólida. Para superar esses desafios e desenvolver uma indústria de semicondutores mais robusta, é crucial um esforço coordenado entre o governo, a iniciativa privada e as instituições acadêmicas. Propostas como a criação de políticas de incentivo mais eficazes, investimentos contínuos em P&D&I (Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação), melhoria da infraestrutura e capacitação de mão de obra qualificada são passos essenciais.

Além disso, as oportunidades identificadas, como parcerias internacionais, o crescimento da IoT, 5G e Inteligência Artificial entre outras e o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis, devem ser aproveitadas para impulsionar a indústria de transformação. A mitigação das ameaças, como a concorrência internacional e a instabilidade econômica, requer estratégias bem delineadas e políticas de longo prazo.

REFERÊNCIAS

BCG. Emerging Resilience in the Semiconductor Supply Chain. Publicado em: 8 mai. 2024. Disponível em: <<https://www.bcg.com/publications/2024/emerging-resilience-in-semiconductor-supply-chain>>. Acesso em: 26 jun. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Plano Nacional de Semicondutores. Brasília, 2021. Disponível em: <http://www.mcti.gov.br/plano-nacional-de-semicondutores>. Acesso em: 26 jun. 2024.

CNN BRASIL. Brasil perde posições e é 6º pior colocado em ranking mundial de competitividade. CNN Brasil, 18 jun. 2024. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/business/brasil-perde-posicoes-ranking-mundial-de-competitividade>>. Acesso em: 18 jun. 2024.

CNN BRASIL. Maior fabricante de chips do mundo construirá uma segunda fábrica no Japão. Publicado em: 29 dec. 2022. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/negocios/major-fabricante-de-chips-do-mundo-construira-uma-segunda-fabrica-no-japao/>>. Acesso em 26 jun. 2024.

CEITEC S.A. Disponível em: <<http://www.ceitec-sa.com/pt>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

ÉPOCA NEGÓCIOS. Conheça o bilionário criador da empresa que produz 90% dos processadores de ponta do planeta. Publicado em: 19 mai. 2023. Disponível em: <<https://epocanegocios.globo.com/tecnologia/noticia/2023/05/conheca-o-bilionario-criador-da-empresa-que-produz-90percent-dos-processadores-de-ponta-do-planeta.ghtml>>. Acesso em: 20 jun. 2024.

EUROMONITOR. Automotive Global Industry Overview. Disponível em: <<https://www.euromonitor.com/automotive-global-industry-overview/report>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

EXAME. Europa prepara gigante plano de investimento em semicondutores. Publicado em: 4 fev. 2022. Disponível em: < <https://exame.com/negocios/europa->

[prepara-gigante-plano-de-investimento-em-semicondutores/](#)>. Acesso em: 26 jun. 2024.

EXPERT MARKET RESEARCH. Semiconductor Industry Insights. Disponível em: <https://www.expertmarketresearch.com/reports/semiconductor-market/>. Acesso em: 26 jun. 2024.

FIESP. A Reindustrialização do Brasil: Desafios e Perspectivas. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, 2013. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/por-que-reindustrializar-o-brasil/>>. Acesso em: 23 jun. 2024.

FRAUNHOFER INSTITUTE FOR INTEGRATED CIRCUITS. Global competition in microelectronics industry from a European Perspective: Technology, markets and implications for industry policy. Fraunhofer Institute, 2018. Disponível em: <<https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/4b328df2-5bb9-4fbd-9429-2c8badcf4322/content>>. Acesso em: 23 jun. 2024.

FORTUNE BUSINESS INSIGHTS. Semiconductor Market Size, Share, Growth & Forecast 2024-2032. Fortune Business Insights, 2024. Disponível em: <<https://www.fortunebusinessinsights.com/industry-reports/semiconductor-market-101365>>. Acesso em: 21 jun. 2024.

G1 GLOBO. Nvidia ultrapassa Apple e Microsoft e vira empresa mais valiosa do mundo. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2024/06/18/nvidia-empresa-mais-valiosa.ghtml>>. Acesso em: 18 jun. 2024.

IMD WORLD COMPETITIVENESS CENTER. World Competitiveness Yearbook 2024. Lausanne: IMD, 2024. Disponível em: <<https://www.imd.org/centers/wcc/world-competitiveness-center/rankings/world-competitiveness-ranking/>>. Acesso em: 26 jun. 2024.

INVESTOPEDIA. Biggest Companies in the World by Market Cap. Publicado em: 21 jun. 2024. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/biggest-companies-in-the-world-by-market-cap-5212784>>. Acesso em: 21 jun. 2024.

INVESTOPEDIA. 10 Biggest Semiconductor Companies. Publicado em: 15 fev. 2024. Disponível em: <<https://www.investopedia.com/articles/markets/012216/worlds-top-10-semiconductor-companies-tsmintc.asp>>. Acesso em: 21 jun. 2024.

JORNAL DA USP. Criação do primeiro chip de computador pela USP completa 50 anos. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/atualidades/criacao-do-primeiro-chip-de-computador-pela-usp-completa-50-anos/>>. Acesso em: 24 jun. 2024.

KISSINGER, Henry. Ordem Mundial. Rio de Janeiro, RJ: Objetiva, 2015.

KOTLER, P. Administração estratégica. 10a ed. São Paulo, SP: Prentice Hall, 2000.

MILLER, Chris. *Guerra dos Chips: A Conquista do Mundo pelos Semicondutores*. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2023.

MOORE, Gordon E. *Cramming more components onto integrated circuits*. Electronics, v. 38, n. 8, p. 114-117, 1965. Disponível em: <<https://download.intel.com/newsroom/2023/manufacturing/moores-law-electronics.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2024.

MORDOR INTELLIGENCE. Global Semiconductor Market Report 2024. Mordor Intelligence, 2024. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/semiconductor-market>. Acesso em: 26 jun. 2024.

NEOFEED. Nvidia vai de US\$ 300 bilhões a US\$ 3,3 trilhões em dois anos e chega ao “topo do mundo”. Publicado em: 18 jun. 2024. Disponível em: <<https://neofeed.com.br/negocios/nvidia-vai-de-us-300-bilhoes-a-us-33-trilhoes-em-dois-anos-e-chega-ao-topo-do->

[mundo/#:~:text=A%20ação%20da%20Nvidia%20encerrou,ganho%20de%20181%2C5%25](#)>. Acesso em: 26 jun. 2024.

O GLOBO. Guerra dos chips: China avança em velocidade comercial, e EUA em velocidade política. Publicado em: 30 jul. 2022. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/mundo/noticia/2022/07/guerra-dos-chips-china-avanca-em-velocidade-comercial-e-eua-em-velocidade-politica.ghtml>>. Acesso em: 24 jun. 2024.

OPEC. Monthly Oil Market Report. Disponível em: < <https://momr.opec.org/pdf-download/>>. Acesso em: 23 jun. 2024.

SCHWAB, KLAUS; DAVIS, NICHOLAS. Aplicando a quarta revolução industrial. São Paulo, SP: Edipro, 2018.

THE ECONOMIST. The world's most valuable resource is no longer oil, but data. Publicado em: 6 mai. 2017. Disponível em: < <https://www.economist.com/leaders/2017/05/06/the-worlds-most-valuable-resource-is-no-longer-oil-but-data?>>. Acesso em: 18 jun. 2024.

UNITED NATIONS. *Transforming Our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*. Disponível em: <<https://sdgs.un.org/2030agenda>>. Acesso em: 26 jun. 2024.

VISUAL CAPITALIST. Global Market Capitalization. The \$109 Trillion Global Stock Market in One Chart. Publicado em: 27 set. 2023. Disponível em: <<https://www.visualcapitalist.com/the-109-trillion-global-stock-market-in-one-chart/>>. Acesso em: 20 jun. 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. *The Fourth Industrial Revolution: What it Means, How to Respond*. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>>. Acesso em: 26 jun. 2024.

WORLD ECONOMIC FORUM. Ranked: The largest bond markets in the world. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2023/04/ranked-the-largest-bond-markets-in-the-world/>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

ZUFFO, João Antonio. Desenvolvimento do Primeiro Chip Brasileiro. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1971.