

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

**A CRISE DOS CHIPS E SEUS REFLEXOS EM SETORES DA ECONOMIA
BRASILEIRA**

Resumo

Este artigo analisa o impacto da escassez global de semicondutores no Brasil, destacando suas consequências para as indústrias automotiva, eletrônica de consumo, equipamentos médicos e agronegócio. A pesquisa utiliza uma análise bibliográfica abrangente, incluindo artigos acadêmicos, relatórios de indústrias e notícias, além de dados fornecidos pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE). Através dessa análise, o estudo avalia o impacto econômico da crise e identifica lições aprendidas durante a pandemia. O artigo também apresenta as principais empresas de semicondutores globais e suas aplicações na Transformação Digital e na Revolução 4.0. Com base nas descobertas, são propostas recomendações para mitigar os efeitos da crise e fortalecer a resiliência da cadeia de suprimentos de semicondutores no Brasil, visando promover a inovação e o desenvolvimento econômico do país.

Palavras-chave: Crise dos Chips, Impacto Econômico, Competitividade.

Abstract

This article analyzes the impact of the global semiconductor shortage on Brazil, highlighting its consequences for the automotive, consumer electronics, medical equipment, and agribusiness industries. The research utilizes a comprehensive bibliographic analysis, including academic articles, industry reports, and news, as well as data provided by the Brazilian Association of Electrical and Electronics Industry (ABINEE). Through this analysis, the study evaluates the economic impact of the crisis and identifies lessons learned during the pandemic. The article also presents the leading global semiconductor companies and their applications in Digital Transformation and Industry 4.0. Based on the findings, recommendations are proposed to mitigate the effects of the crisis and strengthen the resilience of the semiconductor supply chain in Brazil, aiming to promote innovation and economic development in the country.

1. INTRODUÇÃO

As duas últimas décadas deste século, ou deste milênio, foram marcadas pela rápida expansão da Transformação Digital e da Indústria 4.0, com impactos transformacionais nítidos em como o ser humano vive, trabalha e interage. Essa Revolução Tecnológica está reformulando a economia global e as sociedades como um todo. Processos que hoje são aceitos como certos, desde a produção e transporte de bens até a prestação de serviços e a comunicação, serão integralmente transformados. Recentemente, observou-se o impacto do lançamento do ChatGPT, um protótipo de *chatbot* com inteligência artificial desenvolvido pela OpenAI, especializado em diálogo. Desde então, é o principal assunto em todas as esferas tecnológicas, científicas e de educação.

A Transformação Digital refere-se ao processo de integração de tecnologias digitais em todas as áreas de um negócio ou organização, resultando em mudanças fundamentais na forma como operam e entregam valor aos seus clientes (WADE *et al*, 2023). Envolve a adoção de ferramentas e estratégias digitais para melhorar processos, aumentar a eficiência e criar oportunidades de negócios. Lembrando da clássica frase de Jerry Sanders, cofundador e ex-CEO da Advanced Micro Devices (AMD), sobre dados: “Dados são o novo petróleo”. Esta citação destaca a importância dos dados na Era Digital. Assim como o petróleo, os dados precisam ser extraídos, refinados e transformados para gerar valor e promover o desenvolvimento tecnológico e econômico. Exemplos incluem a utilização de *big data* para análise de mercado, automação de processos por meio de software e o uso de *e-commerce* para expandir o alcance ao consumidor. As empresas que não estão inseridas nesse universo têm maior probabilidade de fracassarem. Portanto, a Transformação Digital é um processo que exige atenção imediata das organizações.

A Revolução 4.0, ou Quarta Revolução Industrial, é caracterizada pela fusão de tecnologias que está desfocando as linhas entre o físico, digital e biológico. As principais tecnologias da Revolução 4.0 incluem: Internet das Coisas (*Internet of Things*: IoT), Inteligência Artificial (IA), Robótica Avançada, Impressora 3D, Realidade Aumentada (*Augmented Reality*: AR), Realidade Virtual (*Virtual Reality*: VR), *Big Data* e *Analytics*, *Blockchain*, Nanotecnologias, Biotecnologias, Computação em Nuvens, Neurociências entre outras (DA SILVA, 2023). Essas tecnologias estão transformando setores inteiros ao permitir a automação e a troca de dados em tempo real, resultando em fábricas inteligentes, produtos customizados, novos modelos de negócio e o desenvolvimento de cidades inteligentes (*smart cities*).

A Transformação Digital e a Revolução 4.0 são interdependentes e se reforçam mutuamente (DA SILVA, 2023)). Como exemplos, podem ser citados:

- a) Indústria de Manufatura: A integração de IoT e a robótica na indústria de manufatura está criando fábricas inteligentes onde máquinas e sistemas se comunicam e cooperam entre si para otimizar a produção e minimizar desperdícios. A Amazon é uma das empresas mais populares do mundo que investe fortemente na manufatura. Ela otimiza os processos internos nos seus armazéns, substituindo o trabalho humano por robótica, automação e inteligência artificial.
- b) Indústria Automobilística: As fábricas inteligentes integram robótica avançada, IoT e sistemas de automação para otimizar a produção, resultando em maior precisão, redução de desperdícios e melhoria na qualidade de veículos. Os veículos conectados e autônomos utilizam IoT, inteligência artificial e *big data* para permitir a comunicação entre veículos e com a infraestrutura ao redor, melhorando a segurança e a eficiência do tráfego. A personalização e eficiência

são aprimoradas com a impressão 3D e a análise de dados, permitindo a personalização em massa e atendendo às necessidades específicas dos consumidores. Além disso, a digitalização de processos reduz o tempo de desenvolvimento de novos modelos, aumentando a competitividade das montadoras.

- c) Eletrônica de Consumo: O design e produção inovadores são facilitadas pela transformação digital, que permite o design e a produção de dispositivos eletrônicos com maior rapidez e eficiência. Ferramentas de CAD (*Computer-Aided Design*) e impressão 3D aceleram o desenvolvimento de protótipos e produtos. Produtos Conectados estão se tornando uma realidade com dispositivos IoT, transformando a eletrônica de consumo ao permitir a criação de produtos conectados que oferecem funcionalidades avançadas, como casas inteligentes e dispositivos vestíveis que monitoram a saúde. A experiência do usuário também está sendo aprimorada com a realidade aumentada (AR) e a realidade virtual (VR), que oferecem formas interativas e imersivas de utilizar dispositivos eletrônicos. Além disso, a inteligência artificial está sendo integrada em dispositivos para fornecer assistentes pessoais inteligentes.
- d) Indústria de Equipamentos Médicos: Diagnósticos e tratamentos avançados estão sendo revolucionados pela Transformação Digital e a Revolução 4.0. Dispositivos médicos conectados monitoram a saúde em tempo real, enquanto a Inteligência Artificial ajuda a identificar padrões, prever problemas de saúde antes que eles ocorram e realizar tratamentos personalizados quando necessários. A telemedicina e o monitoramento são facilitados pela transformação digital, permitindo que médicos atendam pacientes remotamente. Dispositivos médicos conectados monitoram continuamente a saúde dos pacientes e transmitem dados em tempo real para profissionais de saúde. A impressão 3D na Medicina para criar próteses personalizadas, implantes e até mesmo órgãos artificiais, melhorando a qualidade dos cuidados, reduzindo custos e diminuindo tempo de produção de dispositivos médicos.
- e) Agronegócios: A agricultura de precisão está se beneficiando da automação e da IoT, que monitoram condições de solo e do clima, permitindo uma agricultura precisa que maximiza o rendimento e minimiza o uso de recursos. A automação e robótica estão transformando o agronegócio com máquinas agrícolas automatizadas, como tratores autônomos e sistemas de irrigação inteligentes, que aumentam a eficiência e reduzem a necessidade de trabalho manual intensivo. A cadeia de suprimento digital está sendo otimizada pela transformação digital, melhorando a rastreabilidade e a transparência dos produtos. Tecnologias como *blockchain* garantem que os produtos agrícolas sejam rastreados desde a origem até o consumidor final.

Essa revolução tecnológica está reformulando a economia global e as sociedades, por meio das tecnologias digitais. Exemplos incluem o uso de computadores, internet e outros dispositivos eletrônicos que processam dados, imagens, voz, informações entre outros em formato digital. Na interface entre o mundo real e o digital, há o conceito de Era Digital, termo cunhado por Silvio Meira. Digital se refere a combinação dos elementos físicos e digitais, uma integração entre os espaços físico e digital (PEIXOTO, 2021). Exemplos incluem eventos híbridos, *omnichannel* e dispositivos vestíveis.

É impressionante que esses avanços tecnológicos sejam possíveis pelos avanços do principal recurso tecnológico: o chip. Basicamente, tudo nos dias de hoje depende de

chips, desde simples calculadoras até aeronaves espaciais. Antes de adentrar nos impactos da *Crise dos Chips e seus Reflexos em Setores da Economia Brasileira*, é importante que os *stakeholders* do conhecimento, das ciências, das tecnologias, indústrias e empresas mantenham os olhos no futuro. Quando nos voltamos para o horizonte, nossas mentes podem se planejar para as barreiras e oportunidades à nossa frente.

A Era Super T, ou Super Ciclo Tecnológico, é um termo que remete a um futuro próximo onde a tecnologia é profundamente integrada em todos os aspectos da vida humana, possibilitando novas formas de interação e inovação (YAO, 2024). Imagine as tecnologias de IoTs, Nanotecnologias, Robótica, Inteligência Artificial (IA), Biotecnologia (*Biohacking*), entre outras, sendo introduzidas em nosso cotidiano, criando uma sinergia entre elas de tal forma a criar uma Era de Transformação Acelerada, impactando a Economia, a Sociedade e a forma como as empresas operam. É fantástico quando essas tecnologias são utilizadas para enfrentar os desafios globais.

E o Brasil, como está inserido nessas Transformações Digitais, na Indústria 4.0 e na Era Super T? Como o Brasil não têm uma indústria de semicondutores expressiva, a dependência do fornecimento de chips por outros países dificulta o avanço tecnológico brasileiro.

Postas as vantagens que a Transformação Digital e a Revolução 4.0 estão proporcionando em diversas indústrias, incluindo a automobilística, eletrônica de consumo, equipamentos médicos e agronegócios. As empresas que adotam essas tecnologias podem se manter competitivas e atender melhor as necessidades dos consumidores em um mercado global em rápida evolução.

Conforme comentado, no centro dessas inovações estão os chips, componentes semicondutores, essenciais que permitem o funcionamento e a evolução das tecnologias avançadas, como inteligência artificial, internet das coisas (IoT), robótica, impressão 3D entre outras.

Os chips são o coração da Revolução 4.0 e da Transformação Digital. Eles são componentes essenciais em todos os dispositivos eletrônicos e sistemas que formam a base das inovações tecnológicas mencionadas aqui, entre outras.

O Brasil possui somente uma empresa, Ceitec S.A., que desenvolve chips dedicado ao monitoramento de animais e a passaporte eletrônicos. Os demais chips utilizados em outros setores são importados. De acordo com a Fazcomex (2023), a importação de válvulas e tubos termiônicos, diodos, transistores e outros componentes semicondutores totalizou US\$ 7,1 bilhões. A China, os Estados Unidos e a Alemanha são os principais fornecedores de semicondutores para o Brasil, destacando a importância das relações comerciais com esses países para manter o fluxo de importações necessárias para sustentar o desenvolvimento tecnológico do país (FILIPPIN, 2024).

Essa dependência de importações de chips também ressalta a necessidade de investimentos locais em pesquisa e desenvolvimento na área de semicondutores, como forma de reduzir a vulnerabilidade do Brasil às flutuações do mercado global e fortalecer a indústria de semicondutores.

É salutar lembrar do impacto que a crise sanitária mundial provocada pelo novo coronavírus da COVID-19 causou na indústria de semicondutores e, conseqüentemente, na indústria de chips. Nesse período, foi aberto um amplo debate sobre a importância dos semicondutores e os impactos dessa indústria na economia global. De acordo com a Intel (UOL, 2023), “com falta de insumos tecnológicos, diversos segmentos tiveram que parar sua produção e aguardar a chegada de novos

semicondutores, o que resultou em um aumento na demanda por chips e escassez de inúmeros produtos em todo o globo”. Nesse período, as empresas dependentes de chips perceberam que a Ásia é principal produtora, responsável por 91% da produção global de semicondutores, sendo que 66% se concentram em Taiwan (UOL, 2023). Portanto, ampliar a cadeia produtiva de semicondutores é uma questão estratégica para qualquer país que queira reduzir a dependência externa desses componentes. No ano de 2023, a empresa (TSMC) produziu 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.

O renomado Professor Michael Eugene Porter, amplamente conhecido por seus livros e artigos, é um dos mais influentes pensadores de estratégia da atualidade. Porter associa a competitividade das empresas, instituições e nações à criação de riqueza. Ele comenta que a estratégia competitiva é uma área de interesse crescente para os executivos entenderem a dinâmica da indústria e da competição (PORTER, 1987).

De acordo com Porter, “a estratégia competitiva é a busca de uma posição competitiva favorável em uma indústria, a arena fundamental onde ocorre a concorrência. A estratégia competitiva visa estabelecer uma posição lucrativa e sustentável contra as forças que determinam a concorrência da indústria” (PORTER, 1987).

Porter menciona que a estratégia está associada à criação de valor para os acionistas, clientes e demais *stakeholders*. Nesse sentido, a vantagem competitiva “surge fundamentalmente do valor que uma empresa tem condições de criar para seus consumidores”.

A gestão estratégica da tecnologia e da inovação de chips e seu uso torna-se essencial para que o Brasil e suas organizações promovam o desenvolvimento econômico e social de forma consistente e consciente. No livro “A Guerras dos Chips: A Batalha pela Tecnologia que Move o Mundo”, o autor Chris Miller (2023) explora muito bem as estratégias adotadas pelos países desenvolvidos para continuarem a trilhar as Revoluções Tecnológicas vindouras. Ele comenta sobre como as empresas de semicondutores na Ásia conseguiram se destacar estrategicamente, ocupando uma posição favorável na indústria global de semicondutores (MILLER, 2023). E o Brasil? Quais são os prejuízos que o Brasil sofre ao não entrar nessa competição e ser passivo diante de tanto avanço tecnológico? O Brasil será exportador de *commodities* até quando?

Este artigo analisa o impacto das empresas líderes de semicondutores no mercado brasileiro, com foco nas indústrias automotiva, de eletrônicos de consumo, de equipamentos médicos e no agronegócio. Através de uma análise crítica, serão destacadas as lições aprendidas com a ausência da indústria de semicondutores no Brasil durante a pandemia, servindo como base para o desenvolvimento de um plano de contingência e estratégias de mitigação para futuros eventos adversos que possam afetar a indústria de transformação nacional. O artigo também apresentará as principais empresas de semicondutores no mercado global e suas aplicações na Transformação Digital e na Revolução 4.0, com o objetivo de incentivar a inovação e o desenvolvimento econômico no Brasil.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste estudo baseia-se em uma pesquisa bibliográfica abrangente sobre a crise global de chips, suas causas e impactos, com foco especial no Brasil. Essa etapa inclui a análise de artigos acadêmicos, relatórios de indústrias e notícias

relevantes. Dados secundários serão coletados a partir da análise de relatórios de mercado e dados estatísticos fornecidos por associações como a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), permitindo uma avaliação detalhada do impacto econômico da crise. Uma análise detalhada será realizada para setores como automotivo, indústria eletrônica e agronegócio. Com base nessas análises, o artigo proporá recomendações que podem ajudar a mitigar os efeitos da crise e fortalecer a resiliência da cadeia de suprimentos de semicondutores no Brasil.

3. DESENVOLVIMENTO

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS), o número total de mortes por COVID-19 no mundo é de aproximadamente 7,01 milhões. Além disso, houve mais de 774 milhões de casos confirmados globalmente (ONU NEWS, 2024) A pandemia de COVID-19 trouxe várias outras consequências globais, tanto em termos de saúde quanto em aspectos sociais e econômicos. A pandemia exacerbou:

Do aspecto social: a) Desigualdades sociais e econômicas, com comunidades de baixa renda e minorias étnicas sendo desproporcionalmente afetadas tanto pela doença quanto pelo impacto econômico. b) O fechamento de escolas interrompeu a educação de milhões de crianças e jovens, com impacto desproporcional sobre aqueles com menos acesso à tecnologia para ensino remoto.

Do aspecto econômico:

a) Recessão global: a pandemia provocou uma das recessões econômicas mais severas em décadas, com quedas significativas no PIB global e aumento do desemprego. b) Fechamento de negócios: Muitas pequenas e médias empresas foram forçadas a fechar devido à queda na demanda e às restrições impostas para conter a propagação do vírus; c) Cadeias de suprimentos: Houve interrupções nas cadeias de suprimentos globais, afetando a produção de bens, desde produtos médicos até eletrônicos e alimentos.

A pandemia testou a governança e a confiabilidade de muitos países em todos os setores e instituições.

No Brasil, o impacto da pandemia da COVID-19 foi grande em todos os setores, inclusive na indústria automotiva, de eletrônicos, de equipamentos médicos e agronegócio. A seguir serão apresentados, especificamente, os impactos da pandemia da COVID-19 nesses setores mencionados e, conseqüentemente, na economia brasileira.

3.1 IMPACTOS NOS SETORES BRASILEIROS

a) Indústria Automotiva

- 1) Interrupção de produção: A pandemia da COVID-19 levou ao fechamento temporário de fábricas automotivas em todo mundo, inclusive no Brasil, interrompendo a produção e causando atrasos significativos na cadeia produtiva. A demanda por veículos novos caiu drasticamente devido à incerteza econômica e às restrições de mobilidade e a escassez de semicondutores, exacerbada pela pandemia, afetou gravemente a produção de veículos, resultando em menor oferta e aumento dos preços dos carros novos e usados (G1, 2023).
- 2) Queda na produção e exportação: Em 2019, o Brasil produziu 2,95 milhões de veículos, enquanto em 2020, esse número caiu para 2,02 milhões devido à pandemia. As exportações de veículos também foram afetadas, caindo de 440.348 unidades em 2019 para 330.345 em 2020 (ANFAVEA, 2022).

- 3) Impacto econômico: A escassez de semicondutores resultou em uma perda de aproximadamente US\$ 60 bilhões no setor automobilístico global, apenas no primeiro trimestre de 2021, representando 1,3 milhão de unidades que não foram produzidas. Com essa falta de semicondutores e outros insumos aumentou os custos de produção e, conseqüentemente, os preços dos veículos novos (EXAME, 2021).
 - 4) Impactos na cadeia de suprimentos: A produção automotiva brasileira é altamente dependente de componentes importado, incluindo semicondutores. A interrupção na importação desses componentes destacou a vulnerabilidade da cadeia de suprimentos. Como resposta à queda no consumo interno, as montadoras brasileiras aumentaram suas exportações, especialmente de veículos premium, para mercados externos que por sua vez, aumentaram os valores de preço de compra para o consumidor final (PIMENTEL *et al.*, 2023).
- b) Indústria de Eletrônicos
- 1) Aumento da demanda: Com a necessidade de trabalhar e estudar em casa remotamente aumentou substancialmente a demanda por produtos eletrônicos como notebooks, tablets, monitores, webcam, mouses teclados e fones de ouvido. Isso levou um aumento significativo nas vendas desses dispositivos (EXAME, 2021).
 - 2) Escassez de componentes: Devido a pausa na produção automotiva, os semicondutores que eram destinados à fabricação de veículos foram redirecionados para a indústria de eletrônicos. Esse redirecionamento foi impulsionado pela alta demanda por dispositivos eletrônicos durante o período de isolamento social. As fábricas de semicondutores enfrentaram interrupções e redirecionamento de seus estoques, o que levou a uma escassez significativa de componentes essenciais para a produção de eletrônicos (MATTA, 2023).
 - 3) Impacto econômico: A escassez de semicondutores elevou os preços dos componentes eletrônicos, impactando o custo final dos produtos. Com a alta demanda e baixa oferta, os preços de dispositivos eletrônicos aumentaram. A falta de semicondutores atrasou na produção e resultou em perdas financeiras significativas para as empresas que dependem desses componentes para fabricar seus produtos. Com a necessidade de adaptar-se às condições de trabalho remoto impulsionou a inovação e a adoção de novas tecnologias. Houve um aumento de serviços de nuvem e ferramentas de colaboração online para suportar a nova realidade de trabalho e de estudo (CNN, 2021).
- c) Indústria de equipamentos médicos
- 1) Expansão da capacidade de produção: Houve um aumento exponencial na demanda por equipamentos médicos, como ventiladores, máscaras, luvas e outros EPIs. Isso exigiu uma rápida expansão da capacidade de produção das empresas para atender à necessidade global emergente. Em paralelo, as empresas enfrentaram dificuldades para manter o abastecimento devido à alta demanda e às interrupções nas cadeias de suprimento (COSEMSSP, 2020).
 - 2) Interrupções na cadeia de suprimentos: A produção de muitos equipamentos médicos depende de componentes importados (chips). As restrições de transporte e fechamento de fronteiras durante a pandemia interromperam a cadeia de suprimentos, causando atrasos e escassez de

produtos essenciais. Com a escassez de chips (semicondutores) que são essenciais em muitos dispositivos médicos, houve uma necessidade de redirecionar recursos e encontrar alternativas para manter a produção. Entretanto, o atraso na entrega dos equipamentos foi inevitável, custando vidas humanas (CNN, 2022).

- 3) Impacto econômico: A alta demanda e a escassez de suprimentos aumentaram os custos de produção dos equipamentos médicos. Esses custos foram repassados aos consumidores e aos sistemas de saúde. Isto resultou no aumento de investimentos em tecnologia médica e inovação, com empresas buscando desenvolver soluções mais eficientes e menos dependentes de cadeias de suprimentos vulneráveis (CNN, 2022).

d) Agronegócio

- 1) Logística e transporte: A pandemia causou grandes interrupções nas cadeias de suprimentos globais, afetando o transporte de insumos agrícolas, sementes, fertilizantes e equipamentos. Essas interrupções resultaram em atrasos e aumentos nos custos logísticos (RIBEIRO *et al.*, 2022).
- 2) Mudanças na demanda: Houve uma mudança significativa nos padrões de consumo de alimentos, com um aumento da demanda por alimentos básicos e produtos de longa duração devido ao isolamento social e ao fechamento de restaurantes e serviços de alimentação (RIBEIRO *et al.*, 2022).
- 3) Impacto econômico: Pequenos agricultores foram particularmente afetados, enfrentando dificuldades financeiras devido à redução na venda de seus produtos e ao aumento dos custos de produção. Outros aspectos no impacto econômico estão associados aos investimentos em tecnologia para manter a produção em um ambiente seguro por meio de uso da automação e uso de drones para monitoramento de cultura e aplicação de insumos. Isso resultou num aumento significativo na adoção de tecnologias de Internet das Coisas (IoT) para automação e monitoramento remoto de plantações e animais. Dispositivos IoT, como sensores de solo e sistemas de irrigação automatizados, permitiram uma gestão mais eficiente e segura das operações agrícolas (DA SILVA, 2023).

Os desafios na cadeia de suprimentos, provocados pela escassez de semicondutores, afetaram significativamente todos os setores mencionados, mostrando a fragilidade e a dependência do Brasil por países produtores de semicondutores.

3.2 ESTRATÉGIAS DE MITIGAÇÃO E OPORTUNIDADES PARA INOVAÇÃO

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica (ABINEE), as importações de produtos somaram US\$ 4,1 bilhões em abril de 2024, um valor superior ao registrado no mesmo mês do ano anterior (US\$ 3,2 bilhões). Destacam-se crescimentos expressivos nas áreas de Automação Industrial (+35,3%) e Componentes Elétricos e Eletrônicos (+31,5%). Os Componentes Elétricos e Eletrônicos totalizaram US\$ 2,1 bilhões, resultando em aumentos nas compras de componentes para informática (+61%), semicondutores (+48%), componentes para utilidades domésticas (41%), entre outros itens (ABINEE, 2024a).

O Quadro I a seguir mostra as importações do Setor Eletroeletrônico referentes ao mês de abril de 2023 e ao mês de abril de 2024. A importação aumentou, significativamente, para os componentes, em 31,5%.

Quadro I. Importações do Setor Eletroeletrônico - Abril.

Áreas	US\$ milhões		Var %
	2023	2024	
Automação Industrial	364,5	493,0	35,3%
Componentes	1.570,9	2.065,9	31,5%
Equipamentos Industriais	376,7	443,3	17,7%
GTD	354,3	375,0	5,8%
Informática	151,4	174,0	15,0%
Material de Instalação	63,9	65,6	2,5%
Telecomunicações	225,5	247,1	9,6%
Utilidades Domésticas	141,1	194,2	37,6%
Total	3.248,3	4.058,1	24,9%

Fonte: ABINEE (2024).

No Quadro II é possível observar que no período de janeiro a abril de 2024, os produtos relacionados aos semicondutores tiveram um aumento expressivo de 23% em relação ao ano de 2023, resultando num valor de US\$ 2,2 bilhões (ABINEE, 2024a).

Quadro II. Produtos mais importados – Janeiro - Abril.

Produtos	US\$ milhões		Var %
	2023	2024	
Semicondutores	1.809	2.218	23%
Módulos Fotovoltaicos	1.279	1.077	-16%
Componentes para Informática	750	1.045	39%
Comp. p/ Telecomunicações	1.035	1.038	0%
Eletrônica Embarcada	822	923	12%
Instrumentos de Medida	626	736	18%
Comp. p/ Equip. Industriais	534	500	-6%
Aparelhos Eletromédicos	362	423	17%
Comp. p/ Mat. de Instalação	307	354	15%
Componentes Passivos	289	322	11%

Fonte: ABINEE (2024).

No Relatório de Indicadores, a ABINEE conclui que, no acumulado dos quatro primeiros meses de 2024, o déficit da balança comercial de produtos elétricos e eletrônicos somou US\$12,99 bilhões, 11,6% acima do registrado no mesmo período do ano passado (US\$11,64 bilhões) (ABINEE, 2024a).

O Brasil necessita de um posicionamento mais ativo no mercado global de semicondutores. É imperativo que o país passe de uma postura passiva para uma postura ativa, caso contrário, as importações aumentarão com o tempo devido à rápida evolução da Transformação Digital e da Indústria 4.0. O mercado de semicondutores no Brasil é fortemente dependente das indústrias de semicondutores instaladas em países como China, Taiwan, Coreia do Sul, Estados Unidos, Japão e Alemanha (MILLER, 2023).

Desta forma, a análise PESTEL (*Political, Economic, Social, Technological, Environmental, and Legal*: Político, Econômico, Sociocultural, Tecnológico, Ambiental

e Legal) para a Indústria de semicondutores no Brasil é essencial para tentar mitigar os efeitos indesejáveis que uma crise de chips pode causar em setores da economia brasileira. A análise PESTEL para a indústria de semicondutores no Brasil é apresentada a seguir.

Com relação ao aspecto Político:

- Regulamentações Governamentais: Governos ao redor do mundo têm grande influência na produção de semicondutores através de regulamentações ambientais e comerciais.
- Tensões Geopolíticas: Conflitos comerciais, como a guerra comercial entre EUA e China pode impactar a cadeia de suprimentos.
- Subsídios e Incentivos: Políticas de incentivos fiscais e subsídios podem estimular a produção local de semicondutores, como visto com os investimentos dos EUA em sua indústria.

Com relação ao aspecto Econômico:

- Demanda Global: A crescente demanda por dispositivos eletrônicos, automóveis e tecnologias emergentes como IA e IoT impulsionam o mercado de semicondutores.
- Cadeia de Suprimentos: Interrupções na cadeia de suprimentos devido a pandemias ou desastres naturais podem causar escassez de componentes.
- Investimentos em P&D: Economias fortes tendem a investir mais em pesquisa e desenvolvimento, promovendo inovação e liderança no setor.

Com relação ao aspecto Sociocultural:

- Consumo de Tecnologia: O aumento do consumo de produtos tecnológicos em todo o mundo eleva a demanda por semicondutores.
- Educação e Mão de Obra Qualificada: A disponibilidade de profissionais qualificados em engenharia e tecnologia influencia a capacidade de produção e inovação.
- Mudanças nos Padrões de Consumo: A pandemia de COVID-19 alterou significativamente os padrões de consumo, aumentando a demanda por dispositivos eletrônicos para trabalho e entretenimento em casa.

Com relação ao aspecto Tecnológico:

- Inovações Tecnológicas: Avanços em tecnologias como IA, IoT, e 5G aumentam a necessidade de semicondutores mais avançados.
- Capacidade de Produção: A evolução nas técnicas de fabricação, como a litografia de EUV (*Extreme Ultraviolet*: Ultravioleta extremo), permite a produção de chips mais poderosos e eficientes.
- Colaborações e Parcerias: A cooperação entre empresas de diferentes países pode acelerar o desenvolvimento tecnológico e a produção de semicondutores.

Com relação ao aspecto Ambiental:

- Sustentabilidade: A produção de semicondutores consome grandes quantidades de energia e água, além de gerar resíduos tóxicos. A sustentabilidade se torna um fator crítico para o desenvolvimento da indústria de semicondutores.
- Impacto Ambiental: Leis ambientais rigorosas podem afetar a produção e aumentar os custos operacionais.
- Energia Renovável: Empresas de semicondutores estão se comprometendo com o uso de energia renovável para reduzir a pegada de carbono.

Com relação ao aspecto Legal:

- Propriedade Intelectual: Proteção de patentes e direitos de propriedade intelectual são cruciais para a inovação e a competição justa no setor de semicondutores.
- Conformidade Regulamentar: A conformidade com regulamentações locais e internacionais é essencial para evitar sanções e interrupções na produção de chips.
- Leis Trabalhistas: Regulamentações trabalhistas impactam a disponibilidade e os custos da mão de obra na produção de semicondutores.

A Análise PESTEL, representada por suas seis categorias de fatores externos, proporciona uma compreensão abrangente e uma resposta eficaz às forças macroambientais que podem impactar o desenvolvimento da indústria de semicondutores no Brasil. Esta análise ajuda a prever tendências futuras e a se preparar para os desafios e oportunidades que podem surgir no ambiente externo. A seguir, é aplicado o *Balanced Scorecard* (BSC) desenvolvido por Kaplan e Norton (1997).

O *Balanced Scorecard* para a indústria de semicondutores no Brasil oferece uma visão do mapa estratégico que pode ser implementado para que o país se torna um *player* ativo no mercado global de semicondutores.

O Quadro III apresenta as quatro perspectivas do *Balanced Scorecard* da indústria de semicondutores no Brasil. O BSC apresentado é simples e serve para demonstrar a sua aplicabilidade para a indústria de semicondutores no país. As quatro perspectivas do BSC e seus parâmetros permitem obter uma visão da dinâmica dos processos e seus impactos na indústria de semicondutores no Brasil.

Quadro III. *Balanced Scorecard* (BSC) para a Indústria de Semicondutores no Brasil.

Mapa Estratégico	Objetivos	Indicadores	Meta	Iniciativas
Perspectiva Financeira	Maximizar a eficiência financeira e reduzir custos de produção	Redução dos custos de P&D	Reduzir custos em 15% nos próximos 3 anos	Implementar práticas de inovação aberta e parcerias estratégicas
Perspectiva do Cliente	Aumentar a satisfação e a fidelização dos clientes	Nível de satisfação dos clientes	90% de satisfação dos clientes	Desenvolver produtos de alta qualidade e personalizados
Perspectiva Interna	Otimizar operações e processos internos	Eficiência operacional	Melhorar eficiência em 20%	Adotar tecnologias avançadas e automatização na produção
Aprendizado e Crescimento	Fomentar a inovação e sustentabilidade	Número de novas patentes registradas	10 novas patentes por ano	Investir em capacitação profissional e em P&D, além de fortalecer a colaboração com instituições de pesquisa

De uma forma geral, a Análise PESTEL e o BSC contribuem para:

- a) Planejamento estratégico: Ajudam as organizações a entender o ambiente externo e a desenvolver estratégias para aproveitar oportunidades e mitigar ameaças.
- b) Tomada de Decisão: Fornecem informações valiosas para uma tomada de decisão informada, garantindo que todas as influências externas sejam consideradas.
- c) Gestão de Riscos: Identificam fatores externos que podem representar riscos para organização, permitindo a criação de planos de contingências.
- d) Desenvolvimento de produtos: Orientam o desenvolvimento de produtos e serviços que estão alinhados com as tendências e demandas do mercado.
- e) Expansão de Mercado: Avaliam a atratividade de novos mercados e identifica desafios que precisam ser superados.

Com relação a estratégia de mitigação:

- a) Diversificação da cadeia de suprimentos. Reduzir a dependência de um único fornecedor ou região, buscando alternativas em diferentes países e regiões para garantir a continuidade do fornecimento de semicondutores.
- b) Incentivo à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D): Investir em P&D para fomentar a inovação e o desenvolvimento de tecnologias locais, reduzindo a dependência de importações.
- c) Formação de mão de obra qualificada: Desenvolver programas de capacitação e formação para criar uma força de trabalho qualificada na área de semicondutores.

Com relação a oportunidade de inovação:

- a) Desenvolvimento de novas tecnologias: Fomentar a criação de novas tecnologias e produtos inovadores que atendam às demandas do mercado e aproveitem as tendências emergentes.
- b) Expansão do mercado de IoT e Automação: Investir na expansão do mercado de IoT e automação, aproveitando a crescente demanda por dispositivos conectados e soluções automatizadas.

Neste ano, a ementa do PL 719/2024 “dispõe sobre a prorrogação do prazo de incentivos da Política Industrial para o setor de Tecnologias e Comunicação e para o setor de Semicondutores.” A aprovação dessa ementa estimula o Programa Brasil Semicon, favorecendo linhas de crédito via BNDES para financiamento dos custos diretos de capital de custeio, com redução a zero da alíquota IOF (CAMARA, 2024).

Isto proporciona maior incentivo em (ABINEE, 2024b):

- Investimentos em infraestrutura produtiva e automação de linhas de manufatura;
- Compra de máquinas e equipamentos nacionais ou importados;
- Licenciamento de software para gerenciamento integrado dos processos de design ou manufatura;
- Pesquisa e desenvolvimento e ampliação da capacidade produtiva ou atualização tecnológica;
- Demais despesas operacionais e administrativas.
- Investimento no recém-criado Fundo Nacional de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico (FNDIT).
- Tecnologia Nacional: teto do incentivo investimento P&D de 13,65% para 17%.

Os três principais pilares da Lei de TICs são: a) investimento em PD&I; b) produção local e c) estímulo fiscal.

Com a sinergia desses pilares, são gerados diversos efeitos, tais como: a) Transformação digital da economia; b) Aumento na arrecadação; c) Produtos seguros para o consumidor brasileiro e coibição do mercado ilegal; d) Geração de empregos de qualidade em todas as regiões do Brasil; e) Externalidade positivas para demais setores indiretos; f) Inserção nas cadeias globais de valor; g) Integração das *startups* e PMEs no ecossistema produtivo e de inovação; h) Geração de propriedade intelectual; e i) Descarbonização e mobilidade (ABINEE, 2024b).

No dia 01 de julho de 2024, a Revista Exame publicou uma reportagem sobre o investimento de R\$ 650 milhões da Zilia Technologies, empresa brasileira de semicondutores de cartões de memória, sediada em Atibaia, a 60 km de São Paulo. O objetivo da empresa é expandir sua capacidade produtiva e ampliar o portfólio de produtos. A empresa também planeja intensificar a exportação de chips (EXAME, 2024a).

Após 53 anos do desenvolvimento do primeiro chip brasileiro, em 1971, pelo Prof. Dr. João Antônio Zuffo, o Brasil precisa avançar na indústria de semicondutores para que possa se proteger e não depender fortemente dos países produtores de chips. Assim, em eventos com a pandemia do COVID-19, o país não será tão afetado, evitando a paralisação do desenvolvimento científico e tecnológico de diversos setores da economia brasileira.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crise global de chips evidenciou a vulnerabilidade da economia brasileira em relação à dependência de semicondutores importados, impactando negativamente setores estratégicos como automotivo, eletrônico de consumo, equipamentos médicos e agronegócio. A escassez de semicondutores, exacerbada pela pandemia de COVID-19, resultou em interrupções na produção, aumentos de custos e atrasos na entrega de produtos, revelando a fragilidade da cadeia de suprimentos e a necessidade urgente de um posicionamento mais ativo do Brasil no mercado global de semicondutores.

A análise PESTEL demonstrou que fatores políticos, econômicos, socioculturais, tecnológicos, ambientais e legais influenciam significativamente o desenvolvimento da indústria de semicondutores no Brasil. A implementação de estratégias de mitigação, como a diversificação da cadeia de suprimentos e o incentivo à pesquisa e desenvolvimento (P&D), é crucial para reduzir a dependência externa e fortalecer a resiliência da indústria nacional.

Além disso, o *Balanced Scorecard* (BSC) aplicado à indústria de semicondutores no Brasil proporcionou uma visão estratégica para a otimização de operações, a melhoria da eficiência financeira e a promoção da inovação. As iniciativas propostas, incluindo investimentos em infraestrutura produtiva, formação de mão de obra qualificada e desenvolvimento de novas tecnologias, são fundamentais para posicionar o Brasil como um *player* competitivo no mercado global de semicondutores.

A aprovação de políticas industriais, como a ementa do PL 719/2024, que prorroga incentivos fiscais e promove o Programa Brasil Semicon, representa um passo importante para estimular a produção local de semicondutores e fortalecer a indústria nacional.

É imperativo que o Brasil adote uma abordagem proativa e coordenada, envolvendo governo, indústria e academia, para desenvolver uma estratégia integrada de longo prazo. A criação de um ecossistema robusto e colaborativo, com foco em inovação, sustentabilidade e competitividade, é essencial para garantir que o país possa

enfrentar futuras crises de semicondutores com resiliência e continuar a avançar na Transformação Digital e na Indústria 4.0.

REFERÊNCIAS

ABINEE. Indicadores Abinee. Balança comercial de produtos do Setor eletroeletrônico - janeiro-abril/2024. Disponível em: <<https://www.abinee.org.br>>. Acesso em: 30 jun. 2024a.

ABINEE. Indicadores Abinee. Inovação por missões: Deep Tech e a Neoindustrialização. Disponível em: <<https://www.abinee.org.br/wp-content/uploads/2024/06/ABINEE-painel-semicondutores-USP-20-jun-2024.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2024b.

ANFAVEA. Anuário da indústria automobilística brasileira. Disponível em: <<https://anfavea.com.br/site/anuarios/>>. Acesso em: 30 jun. 2024.

CAMARA DOS DEPUTADOS. PL 719/2024. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2420536>>. Acesso em: 01 jul. 2024.

CNN BRASIL. O mundo passa por uma escassez de chips, e isso é uma má notícia para você. Publicado em: 29 abr. 2021. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/o-mundo-passa-por-uma-escassez-de-chips-e-isso-e-uma-ma-noticia-para-voce/>>. Acesso em 29 jun. 2024.

CNN BRASIL. Falta de chips na indústria vai durar ao menos 1 ano, diz executivo global da Intel. Publicado em: 25 MAR. 2022. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/economia/negocios/falta-de-chips-na-industria-vai-durar-ao-menos-1-ano-diz-executivo-global-da-intel/>>. Acesso em 29 jun. 2024.

COSEMSSP. Gestores de Saúde paulistas se surpreendem com os custos para aquisição de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) para enfrentar a pandemia do COVID-19. Publicado em: 25 mai. 2020.

Disponível em: <<https://www.cosemssp.org.br/noticias/gestores-de-saude-paulistas-se-surpreendem-com-os-custos-para-aquisicao-de-equipamentos-de-protecao-individual-epi-para-enfrentar-a-pandemia-do-covid-19/>>. Acesso em: 28 jun.2024.

DA SILVA, Márcia Terra; GONÇALVES, Rodrigo Franco; BONILHA, Sílvia Helena; SACOMANO, José Benedito. Transformação Digital e Indústria 4.0: Produção e sociedade. São Paulo: Blucher, 2023.

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.

EXAME. Escassez de semicondutores vai até metade de 2022, diz sócio da Bain. Publicado em: 10 dez. 2021. Disponível em: <<https://exame.com/negocios/escassez-de-semicondutores-vai-ate-metade-de-2022-diz-socio-da-bain/>>. Acesso em 29 jun. 2024.

EXAME. Trabalho remoto pode aumentar produtividade em 5%, diz estudo. Publicado em: 22 abr. 2021. Disponível em: <<https://exame.com/carreira/trabalho-remoto-pode-aumentar-produtividade-em-5-diz-estudo/>>. Acesso em: 29 jun. 2024.

EXAME. Fábrica brasileira de semicondutores investe R\$ 650 milhões para produzir mais e até exportar chips. Publicado em: 01 jul. 2024. Disponível em: <<https://exame.com/negocios/fabrica-brasileira-de-semicondutores-investe-r-650-milhoes-para-produzir-mais-e-ate-exportar-chips/>>. Acesso em: 01 jul. 2024.

FILIPPIN, Flavia. Estado e desenvolvimento: a indústria de semicondutores no Brasil. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/19660/1/Premio37_Mestrado.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2024.

FAZCOMEX. Produtos mais comprados de Estados Unidos. Disponível em: <<https://www.fazcomex.com.br/comexstat/america-do-norte/importacao-estados-unidos/>>. Acesso em 30 jun. 2024.

G1 GLOBO. Paralisação das montadoras: falta de compradores não deve reduzir preços de automóveis; entenda. Publicado em: 22 jun. 2023. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2023/03/22/paralisacao-das-montadoras-falta-de-compradores-nao-deve-reduzir-precos-de-automoveis-entenda.ghtml>>. Acesso em: 27 jun. 2024.

KAPLAN, Robert Samuel; NORTON, David Paul. A estratégia em ação. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

MATTA, Gabriel Amir Francis. Setor automobilístico e a crise dos semicondutores durante a pandemia do COVID-19 no Brasil. Monografia de Graduação. UPM, 2023.

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

ONU NEWS. Novos casos de Covid-19 sobem 4% em 28 dias. Publicado em: 23 jan. 2024. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2024/01/1826622#:~:text=A%20agência%20da%20ONU%20ressalta,mortes%20em%20todo%20o%20mundo>>. Acesso em: 27 jun. 2024.

PEIXOTO, Eduardo Cesar. Transformação digital: Uma jornada possível. São Paulo: Jandaíra, 2021.

PIMENTEL, André de Pieri; PINHO, Isabela Vianna; MANO, Apoená; SOARES, Ana Clara Pereira. A escassez dos semicondutores e as transformações recentes do mercado automotivo. Tempo Social. Revista de Sociologia da USP. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ts/a/7nSYRKBfZSFy3Hh83f6j3qv/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 30 jun. 2024.

PORTER, Michael Eugene. Estratégia competitiva: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência. 7a ed. Rio de Janeiro, RJ: Campus, 1987.

RIBEIRO, Vinícius Souza; LEAL, José Eustáquio Canguçu; DA SILVA, Luciano Pereira; ROCHA, Alysso Soares. A COVID-19 e os efeitos sobre as cadeias do agronegócio: Observações preliminares a partir de uma revisão narrativa. Research Society and Development. v.11, n.9, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/361800737_COVID-19_and_effects_on_agribusiness_chains_Preliminary_observations_from_a_narrative_review>. Acesso em 30 jun. 2024.

UOL. Brasil precisa investir na indústria de semicondutores ou ficará para trás. Disponível em: <<https://congressoemfoco.uol.com.br/area/pais/brasil-precisa-investir-na-industria-de-semicondutores-ou-ficara-para-tras/#:~:text=Desenvolver%20o%20setor%20de%20semicondutores,na%20corrida%20global%20pela%20inovação>>. Acesso em: 22 jun. 2024.

WADE, Michael; BONNET, Didier; YOKI, Tomoko; OBWEGESER, Nikolaus. Transformação Digital. São Paulo: M.Books do Brasil Editora Ltda, 2023.

YAO, Deborah. A New 'Tech Supercycle' is Emerging – SXSW 2024: Futurist Amy Webb returns to SXSW with her 2024 Tech Trends Report. Disponível em: <<https://aibusiness.com/ml/a-new-tech-supercycle-is-emerging-sxsw-2024>>. Acesso em: 30 jun. 2024.