

UNIVERSIDADE PRESBITERIANA MACKENZIE

Centro de Ciências Sociais e Aplicadas

Ciências Econômicas

**SETOR AUTOMOBILÍSTICO E A CRISE DOS
SEMICONDUCTORES DURANTE A PANDEMIA DO COVID-19
NO BRASIL**

Gabriel Amir Francis Matta

4190528-8

Orientadora: Vitoria Batista Santos Silva

São Paulo

2023

Gabriel Amir Francis Matta

SETOR AUTOMOBILÍSTICO E A CRISE DOS SEMICONDUTORES DURANTE A
PANDEMIA DO COVID-19 NO BRASIL

Monografia de Graduação do curso de Ciências Econômicas apresentada ao Centro de Ciências Sociais e Aplicadas, da Universidade Presbiteriana Mackenzie, como exigência para o título de Bacharel, sob a orientação da professora Ma. Vitória Batista Santos Silva.

São Paulo

2023

Verso Folha de Rosto

Matta, Gabriel Amir Francis

Título / SETOR AUTOMOBILÍSTICO E A CRISE DOS SEMICONDUTORES DURANTE A
PANDEMIA DO COVID-19 NO BRASIL

Bibliotecária Responsável:

GABRIEL AMIR FRANCIS MATTA

SETOR AUTOMOBILÍSTICO E A CRISE DOS SEMICONDUTORES DURANTE A
PANDEMIA DO COVID-19 NO BRASIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro de Ciências Sociais e Aplicadas da Universidade Presbiteriana Mackenzie como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Ciências Econômicas.

Aprovado em – de – 2023.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Ma. Vitória Batista Santos Silva

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª. Drª. Andresa Silva Neto Francischini

Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. André Fernandes Lima

Universidade Presbiteriana Mackenzie

À minha família que sempre me apoiou e acreditou na realização deste trabalho, além de meus colegas que sempre estiveram comigo ao longo desta trajetória.

AGRADECIMENTOS

À Prof^a. Ma. Vitória Batista Santos Silva, pelo muito que me ensinou durante a realização deste trabalho, e por todo o acompanhamento desde antes da escolha do tema em nossas aulas de técnicas de pesquisa em economia.

Aos colegas do trabalho, pelo apoio e incentivo na realização da pesquisa.

À Universidade Presbiteriana Mackenzie, que possibilitou a realização deste trabalho com o auxílio de profissionais muito bem-preparados, fornecendo todo o preparo necessário durante toda a minha trajetória ao longo da graduação.

A todos os meus professores, pelo auxílio à minha formação intelectual, social e pessoal, além de ajudar no desenvolvimento do meu pensar econômico.

“É preciso sentir a necessidade da experiência, da observação, ou seja, a necessidade de sair de nós próprios para aceder à escola das coisas, se as queremos conhecer e compreender” (Émile Durkheim).

SUMÁRIO

Introdução	11
1 Referencial Teórico	14
1.1. Histórico da indústria automotiva	14
1.2. O papel do semicondutor na cadeia produtiva automotiva	17
2 Método	23
3 Resultados e discussão	24
Considerações finais	31
Referências Bibliográficas	32

RESUMO

O principal objetivo do trabalho foi pesquisar e demonstrar de que maneira a crise dos semicondutores impactou economicamente a produção de automóveis no Brasil. A originalidade do tema se justifica por se tratar de um tema recente e que ainda está ocorrendo no ano de 2023. Quanto ao método, o principal método utilizado foi a Pesquisa Documental, pois ao longo da pesquisa além de relatos escritos, serão analisadas fontes de dados, bases estatísticas e estudos. A principal fonte de dados utilizada ao longo da pesquisa foi a ANFAVEA. A pesquisa documental se mostrou mais adequada para o caso, pois o tema é recente e a maioria dos dados não tem tratamento analítico, as principais fontes de dados são tabelas estatísticas, relatórios (ANFAVEA) principalmente, relatórios de empresas, jornais etc. (FONSECA, 2002). Ao longo de toda a pesquisa, pode-se compreender que a escassez de semicondutores foi uma das principais causas dessa baixa produção e exportação observada. Tal escassez se deu devido ao próprio processo de fabricação de semicondutores, bem como a situação pandêmica. Pois no auge da pandemia, muitas fábricas acabaram parando a produção, e o estoque de semicondutores que estava destinado à esta indústria, teve de ser direcionado para outro setor que continuou ativo, no caso, o de eletrônicos. Este setor ficou mais forte na pandemia, pois com o advento do ensino à distância e trabalho em casa, muitos viram a necessidade de adquirir produtos. E quando a indústria automotiva resolveu retomar as produções, se deparou com uma fila para adquirir novos lotes de semicondutores, e isto acabou levando meses de espera.

PALAVRAS-CHAVE

Semicondutor; setor automotivo; pandemia; crise

ABSTRACT

The main objective of the work was to research and demonstrate how the semiconductor crisis economically impacted the production of automobiles in Brazil. The originality of the theme is justified because it is a recent theme and that is still occurring in the year 2023. As for the method, the main method used was Documentary Research, because throughout the research, in addition to written reports, data sources, statistical bases and studies will be analyzed. The main source of data that was used throughout the research is ANFAVEA. The documentary research proved to be more suitable for the case, as the topic is recent and most of the data does not have analytical treatment, the main sources of data are statistical tables, reports (ANFAVEA) mainly, company reports, newspapers etc. (FONSECA, 2002). Throughout the research, it can be understood that the shortage of semiconductors was one of the main causes of this low production and export observed. This shortage was due to the semiconductor manufacturing process itself, as well as the pandemic situation. Because at the height of the pandemic, many factories ended up stopping production, and the semiconductor stock that was destined for this industry had to be directed to another sector that remained active, in this case, electronics. This sector became stronger during the pandemic, as with the advent of distance learning and working from home, many saw the need to purchase electronic products such as notebooks, computers, screens, webcams, mice, keyboards, headphones... and so on. on. And when the automotive industry decided to resume production, they found themselves in a queue to acquire new batches of semiconductors, and this ended up taking months of waiting.

KEY-WORDS

Semiconductor; automotive sector; pandemic; crisis

INTRODUÇÃO

O presente artigo tem a pretensão de demonstrar quais são os impactos e a forma com que a crise dos semicondutores afeta o setor automobilístico. Além disso, tem como um de seus objetivos também demonstrar a reação em cadeia que é causada sobre o setor de transporte e demais setores da economia.

Segundo dados da ANFAVEA (2022), em 2019 no período pré-pandemia do COVID-19, o número de veículos produzidos foi de 2,95 milhões, enquanto em 2020 no período de pandemia, este mesmo número foi de 2,02 milhões. Já as exportações, segundo a ANFAVEA (2022), em 2019 foram de 440.348 veículos, enquanto em 2020 as exportações foram de 330.354 veículos.

Durante a pandemia do COVID-19 houve o fechamento de fábricas do setor automobilístico (ANFAVEA, 2021). Com isto, os semicondutores que estavam destinados para a produção de automóveis foram redirecionados para outros setores, um exemplo foi o setor de aparelhos eletrônicos. As exportações e a produção de veículos, segundo o anuário ANFAVEA (2022), tiveram seus números reduzidos quando se compara o ano de 2019 com 2020.

Tratando de valores monetários, segundo um estudo realizado pela consultoria Bain & Company (2021), o setor automobilístico teve uma perda de aproximadamente US\$60 bilhões só no primeiro trimestre do ano fiscal de 2021. Valor este, representado por 1,3 milhão de veículos que não foram produzidos devido à escassez dos semicondutores.

Ao longo desta pesquisa serão analisados os dados referentes a disponibilidade de semicondutores ao setor automobilístico pré-pandemia e ao longo do período pandêmico. Também será abordado quais foram as principais causas para a redução do fornecimento deste componente para este respectivo setor. Por fim, serão identificados quais foram os problemas ocasionados por este fenômeno.

Apesar do prazo inicial para o retorno à normalidade da disponibilidade de semicondutores é até meados de 2022, conforme declarou Libera (2021), já foi declarado pela ANFAVEA (2021) que o abastecimento normal dos chips pode ocorrer somente a partir de 2023. Esta é mais uma demonstração de que está ocorrendo uma crise no fornecimento de semicondutores.

Portanto, o que se espera desta pesquisa é demonstrar os efeitos e causas da crise, no fornecimento de semicondutores para a indústria automotiva, a partir da apresentação de dados

concretos proporcionados principalmente pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA). Também será demonstrado de que forma isto impacta o setor automobilístico, setor de transportes, exportações, e assim por diante.

Desta forma, a pergunta de pesquisa que norteia este trabalho é: Quais são os efeitos e de que forma a crise dos semicondutores afeta o setor automobilístico, promove uma reação em cadeia no setor de transporte e afeta demais setores da economia?

Este tema foi escolhido pois trata diretamente de um problema que gera uma reação em cadeia, reação esta que tem afetado demais setores da economia, bem como as exportações. Os veículos atualmente estão embarcados com um alto nível de tecnologia, ou seja, demandam uma grande quantidade de semicondutores. Com a baixa produção de automóveis devido à esta escassez, o setor de transportes também sofre impactos. Além disso, é um tema recente e atual (2022). O mundo sofre com essa escassez, assim como o Brasil, uma vez que isto acabou afetando até o mercado de usados, que apresentaram um acréscimo nos preços decorrente da escassez de veículos novos.

Segundo dados da ANFAVEA (2022), em 2019 no período pré-pandemia do COVID-19, o número de veículos produzidos foi de 2,95 milhões, enquanto em 2020 no período de pandemia, este mesmo número foi de 2,02 milhões. Já as exportações, em 2019 foram de 440.348 veículos, enquanto em 2020 as exportações foram de 330.354 veículos.

Durante a pandemia do COVID-19, houve uma crise na produção e fornecimento dos semicondutores, pois devido a pausa na produção de veículos e fábricas fechando, houve uma quebra nas encomendas de semicondutores. Com o *home office* e ensino à distância, o mercado de periféricos eletrônicos cresceu, e desta forma, os semicondutores foram direcionados para tal mercado, e quando o setor automobilístico resolveu retomar as produções, o segmento ficou sem receber semicondutores. Desta forma, resultando em uma baixa produção de meios de transporte, incluindo carros, caminhões, aviões, barcos e demais veículos.

De acordo com um estudo realizado pela consultoria Bain & Company (2021), a falta desse componente em específico, resultou em uma perda para o setor automobilístico de aproximadamente 60 bilhões de dólares apenas no primeiro trimestre de 2021, representado por 1,3 milhão de unidades que não foram produzidas devido à escassez do semicondutor.

Nesta pesquisa, a hipótese inicial é que a crise dos semicondutores afetou a economia como um todo, uma vez que diversos setores estão interligados e dependentes do setor

automobilístico. Portanto, a partir desta pesquisa será possível ser demonstrado de que forma, e o porquê de estar havendo uma crise no setor automobilístico proveniente da baixa disponibilidade de semicondutores, e de que maneira isto afeta demais setores da economia brasileira.

O propósito geral deste estudo é pesquisar e demonstrar de que maneira a crise dos semicondutores impactou economicamente a produção de automóveis no Brasil. O transporte é responsável por movimentar toda a produção, bem como engloba uma cadeia de serviços e setores. Uma vez que no Brasil o transporte se dá majoritariamente por caminhões através de rodovias. Vale mencionar que 75,9% da produção nacional é escoada através de rodovias, 9,2% malha marítima, 5,8% aérea, 5,4% ferroviária, 3% cabotagem e 0,7% hidroviária (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2017).

Este trabalho tem os seguintes objetivos específicos:

A) Analisar dados sobre a disponibilidade de semicondutores para o setor automobilístico pré-pandemia e pós-pandemia.

B) Demonstrar principais causas da baixa disponibilidade de semicondutores.

C) Identificar e analisar quais foram os principais problemas ocasionados por conta da baixa disponibilidade de semicondutores para o setor automobilístico, e quais foram as consequências que foram geradas à economia como um todo.

Além da introdução, no referencial teórico é discutida a crise a partir da escassez de semicondutores, decorrente da dificuldade de produção, além de fábricas fechando durante o período pandêmico, chega-se a baixíssima produção de automóveis, e ao falar em automóveis pode-se englobar os leves e pesados. No caso do Brasil, o transporte rodoviário representa cerca de 75,9% do escoamento da produção nacional (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2017). No referencial teórico foi abordado também a história do setor automotivo, e sua evolução ao longo do tempo. Na seção seguinte foi explicado o método da pesquisa, que no caso é a pesquisa documental. Na seção de resultados foram abordados os tópicos anteriormente mencionados, como a baixa produção, transporte rodoviário no Brasil, bem como a produção de um semicondutor e o escoamento do estoque de semicondutores do setor automotivo para o setor de eletrônicos durante a pandemia. Além de abordar graficamente a quantidade de produção e exportação de automóveis. Por fim, são apresentadas as considerações finais.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

De acordo com a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), por conta da pandemia do COVID-19, houve o fechamento de fábricas do setor automobilístico e pausas nas produções (ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES, 2021). Desta forma, ocorreu uma quebra nas encomendas de semicondutores. O tempo entre a produção e a entrega de um semicondutor esteve entre 38 a 52 semanas, ou até mesmo um ano (SILVEIRA, 2021).

Segundo Stachewski (2021), a falta de disponibilidade de semicondutores ao setor automobilístico, foi devida, entre outros fatores, ao avanço do sistema de *home office* e educação à distância. Isso fez com que a venda de periféricos eletrônicos aumentasse, o que levou ao direcionamento dos estoques de semicondutores para a confecção destes produtos. Após a retomada das produções do setor automobilístico, eles se viram em um cenário no qual predominou a escassez de semicondutores disponíveis a eles, isto por conta do direcionamento desta peça para outros setores.

Por conta disto, houve um aumento nos preços dos produtos que cada vez mais são dependentes dos semicondutores, principalmente devido aos avanços da tecnologia (AGÊNCIA SENADO, 2022). Como consequência disso, a falta deste componente reduziu a produção de veículos em aproximadamente 1,3 milhão apenas no primeiro trimestre de 2021. Isso implicou em uma perda de aproximadamente 60 bilhões de dólares na receita do ano fiscal de 2021 no setor automobilístico, conforme estudo feito pela Bain & Company (2021). Há previsão de que a situação comece a se normalizar em meados de 2022, segundo Libera (2021), sócio da consultoria. Na subseção seguinte, será apresentado o histórico da indústria automotiva, e destacando seus principais marcos históricos.

1.1. HISTÓRICO DA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

A indústria automobilística foi reconhecida por Peter Drucker, pai da administração moderna, como “a indústria das indústrias”, uma vez que esse setor é um dos que mais movimentam a economia como um todo, haja visto que mundialmente esse setor demanda cerca de 50% da produção mundial de borracha, 25% da produção de vidro e 15% de aço (DICKEN, 2010). Tratando-se de volume, a capacidade produtiva em 2019 foi cerca de 2,95 milhões de veículos produzidos no país (ANFAVEA, 2022).

Por volta de 1896, nos Estados Unidos da América, começou-se a produção comercial de veículos motorizados. Cerca de 10 anos depois de Karl Benz patentear sua invenção do primeiro veículo com motor à combustão interna, o que levou a fundação da Mercedes-Benz. O começo dos anos 1900 foi de alta expansão da indústria automobilística, nos Estados Unidos foi criada a Oldsmobile, e a Ford. O modelo T foi o veículo mais popular dentre todos os outros, e para manter os custos de produção menores, Henry Ford buscava melhorar constantemente sua forma de produção. “Ford já havia reduzido o ciclo de tarefa de 514 para 2 minutos; a linha contínua diminuiu este número à metade” (WOOD, 1992, p. 9).

Foi implementada a linha de montagem automatizada, através de esteiras rolantes os veículos seguiam a linha de montagem passando pelos trabalhadores que ficavam parados, ou seja, cada trabalhador acaba se especializando na sua atividade específica, cada vez mais melhorando seu rendimento e desempenho e por consequência, diminuindo o tempo de produção e aumentando a quantidade produzida. Isso feito individualmente, permitiu uma produção em massa e com menores custos.

O Fordismo como modelo de industrialização teve um sucesso tal que engendrou ganhos de produtividade aparente (combinação dos ganhos de produtividade no senso estrito e dos ganhos de intensidade) sem precedentes na história mundial (LIPIETZ, 1988, p. 13).

Isto ficou conhecido como Fordismo, baseado em três pilares: intensificação, economia e produtividade. Henry Ford se baseou no modelo de produção Taylorista, uma vez que o objetivo principal era o ganho de eficiência operacional, porém o que diferenciou o Fordismo foi justamente a inserção da tecnologia na linha de produção, como as esteiras rolantes (CAPITALRESEARCH, 2020).

O Fordismo foi tão bem-sucedido que diversos outros setores acabaram implementando este modelo de produção, como por exemplo o setor têxtil. Porém a partir da década de 70, este modelo ruinou principalmente devido às leis trabalhistas e o Toyotismo surgido no Japão, que consiste na maximização de lucro através do crescimento da eficiência (CAPITALRESEARCH, 2020). Além do fluxo de componentes ser pautado em uma sistemática que acabou ficando conhecida como *just-in-time*, o qual consiste em operar tentando antecipar os problemas (WOOD, 1992). Por volta de 1950, um engenheiro chamado Eiji Toyoda visitou a fábrica da Ford em Detroit e pensou uma maneira de aumentar a eficiência do sistema de produção Fordista. Por conta principalmente do tipo da mão de obra japonesa (em sua maioria camponesa), o modelo de produção taylorista-fordista não funcionaria bem no Japão, além do pequeno mercado doméstico. Visando amenizar essas dificuldades, o governo

mostrou planos protecionistas e medidas para acabar forçando a fusão de pequenas empresas (WOOD, 1992).

Enquanto em 1919, no Brasil, a Ford abre uma filial brasileira. Sendo a primeira montadora a se instalar nessas terras (FORD, 2019). E iniciou-se a produção do Ford Modelo T. Em 1921 foi criada a primeira estrada do Brasil (São Paulo – Campinas). Anos depois, por volta de 1925, a General Motors acaba abrindo uma filial no país e em 1930 inaugura sua fábrica em São Caetano do Sul, São Paulo. Em 1939, criou-se uma nova estrada no país, a Via Anchieta (São Paulo – Santos), além de que neste mesmo ano, ocorreu a primeira colheita de arroz mecanizada no país.

No ano seguinte foi construído o Autódromo de Interlagos e por volta de 1941, durante a Era Vargas, foi fundada a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) e em 1942 foi fundada a Fábrica Nacional de Motores (FNM). Anos depois, em 1953 a Volkswagen veio ao Brasil. Iniciando a montagem dos modelos Fusca e Kombi no Ipiranga, São Paulo. Neste mesmo ano foi fundada também a Mercedes-Benz do Brasil e a primeira fábrica da Ford, no Ipiranga.

Do lado político, implementou-se uma medida protecionista, a qual proibia a importação de automóveis prontos. Também foi fundada neste mesmo ano, a Petrobras. Durante os anos de 1955 e 1955 com a eleição de Juscelino Kubitschek, foi fundada a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), Grupo Executivo da Indústria Automobilística (GEIA) este conhecido por ter criado a legislação que levou à industrialização automotiva brasileira, aprovando o primeiro projeto de produção do Brasil. E neste período a Mercedes-Benz inaugurou sua fábrica localizada em São Bernardo do Campo – São Paulo.

No ano seguinte, 1957, a Volkswagen inaugurou sua fábrica também em São Bernardo do Campo – São Paulo e deu início não mais a montagem, porém a fabricação da Kombi. Em 1958, a Toyota do Brasil foi fundada, a Scania começa a produzir caminhões e a General Motors inaugura sua fábrica em São José dos Campos – São Paulo. No ano de 1959, a Volkswagen começa a produção do Fusca, é fundada a Karmann-Ghia do Brasil, e também foi criado o Plano Nacional da Indústria de Tratores Agrícolas, com vistas a aumentar a produção deste segmento.

No ano de 1961 ocorreu a primeira exportação de veículos comerciais, o Brasil exportou cerca de 380 ônibus Mercedes-Benz para países como Argentina e Venezuela. No ano que se segue, a Scania e Toyota inauguram suas fábricas em São Bernardo do Campo – São Paulo, mesma cidade em que já se encontram as fábricas da Mercedes-Benz e Volkswagen

(ANFAVEA, 2021). E as décadas seguintes foram marcadas por constantes lançamentos de automóveis por parte destas indústrias.

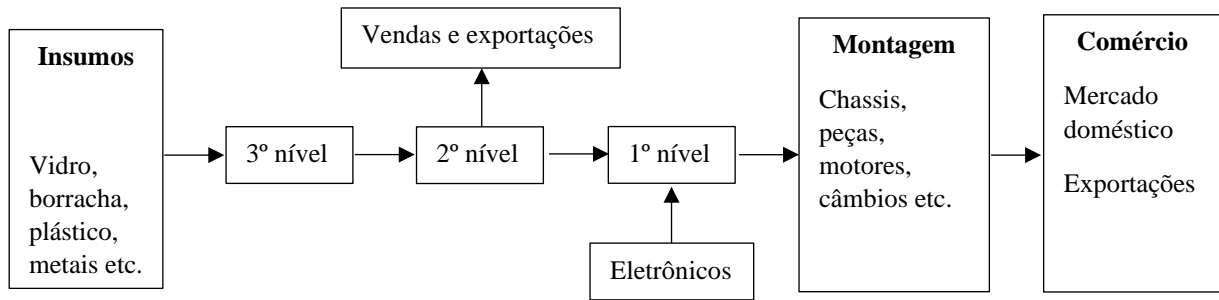
Porém em 1975 foi criado o Programa Nacional de Álcool (Proálcool), considerado como uma das maiores realizações do país no campo da ciência e tecnologia (ALISSON, 2016). Este programa possibilitou o país a diminuir sua dependência do petróleo, haja visto o que ocorreu em 1973 com o choque do petróleo. Porém, além disso, foi observado anos depois que além desse ganho econômico, o etanol se mostrou melhor do que a gasolina do ponto de vista ambiental, uma vez que emite menos carbono.

E a partir de então, as empresas começaram a produzir veículos cada vez mais tecnológicos e focou-se também no lado ecológico. Entretanto, em 2020 durante a pandemia do Covid-19, a produção de automóveis no país chegou a níveis de 1957 (ANFAVEA, 2021). Principalmente devido à falta de componentes que assola o setor, mais em específico, os semicondutores. “Há demanda interna e externa por um volume maior de veículos, mas infelizmente a falta de semicondutores e outros insumos tem impedido a indústria de produzir tudo o que vem sendo demandado...” (ANFAVEA, 2021, p. 1).

1.2. O PAPEL DO SEMICONDUTOR NA CADEIA PRODUTIVA AUTOMOTIVA

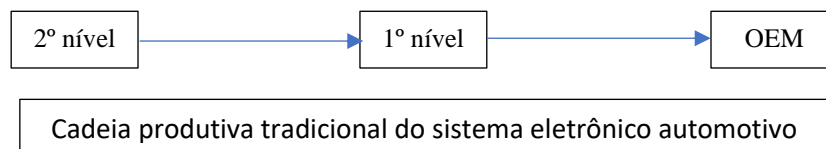
A cadeia produtiva pode ser analisada a partir da ótica de três níveis: o primeiro é o fornecimento de peças diretamente à montadora a partir de empresas multinacionais como Mahle, Bilstein, Sachs, e assim por diante. O segundo nível é representado por empresas que fornecem sistemas eletrônicos, peças eletrônicas como módulos e subconjuntos. Enquanto que o terceiro nível é caracterizado por empresas que são responsáveis pelo fornecimento de mercadoria para os outros dois níveis (FIEPR, s.d.).

Figura 1 – Ilustração da cadeia produtiva do setor automobilístico



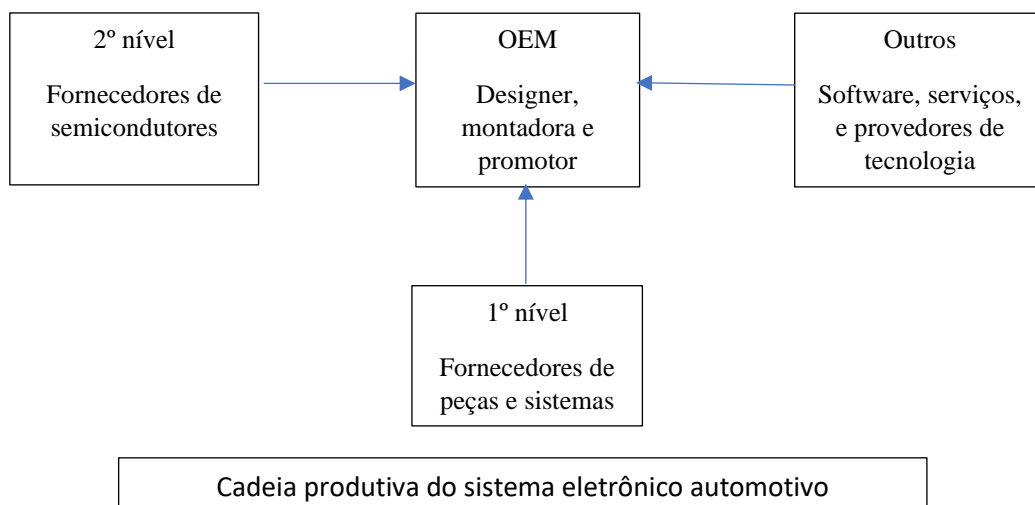
Fonte: Elaboração a partir de informações de DICKEN (2010), MDIC (2020), Fiepr (s.d.) e SILVA (2020)

Figura 2 – Ilustração da cadeia produtiva tradicional do sistema eletrônico automotivo



Fonte: DELOITTE, s.d

Figura 3 – Ilustração da cadeia produtiva do sistema eletrônico automotivo



Fonte: DELOITTE, s.d.

O semicondutor está presente em inúmeros componentes do veículo, sendo utilizado em inúmeras etapas do processo produtivo, os semicondutores se mostram presentes nos sensores, sistemas de segurança, assistentes de direção, sistemas de suporte ao motorista, sistema de iluminação, sistema de entretenimento, em resumo, praticamente em toda eletrônica embarcada. A quantidade média de semicondutores por veículo na China subiu de 438 em 2012, para 934 em 2022 (DELOITTE, 2021), e isso reflete o quanto que os automóveis estão se tornando cada vez mais um produto tecnológico e mais desenvolvido, englobando mais elos nas cadeias produtivas.

Nota-se um elevado nível de integração vertical ao observar o relacionamento direto dos fornecedores da base, o que já era tendência no setor antigamente. Porém a atual tendência está mirando no fornecimento de conjuntos, principalmente sistemas (COSTA, 2017).

O semicondutor pode ser considerado como um dos elementos principais e mais importantes da tecnologia, e ele está presente em todos os setores da economia. Em 2019, pré-Covid-19, a demanda por esse tipo de insumo foi de 26% para celulares, 24% comunicação, 19% computadores, 12% indústria, 10% setor automotivo e 10% para outros dispositivos eletrônicos (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2021).

No ano de 2020 com a pandemia do Covid-19, muitos tiveram que trabalhar de casa (*home office*), estudar à distância, fazer compras on-line, pedir comida através de aplicativos, entre outros exemplos. Isto fez com que a demanda por dispositivos eletrônicos aumentasse, por exemplo notebooks, celulares, mouses, teclados, monitores, televisões, fones de ouvido, microfones, entre outros dispositivos. Paralelamente a isto, alguns setores da economia tiveram sua produção pausada, como por exemplo o setor automotivo, uma vez que não era possível manter o distanciamento social e seguir todas as normas de prevenção à doença. Com isso, a produção de semicondutores que estava destinada ao setor teve de ser escoada para outros setores que apresentavam uma demanda crescente. Isto acarretou a escassez de componentes para o setor automotivo quando foi decidido retomar as produções (STACHEWSKI, 2021).

Tal escassez demonstrou a vulnerabilidade do setor com relação ao fornecimento de semicondutores, se mostrando cada vez mais necessário existir uma cadeia de suprimentos efetiva para esses produtos. Uma vez que carros e caminhões estão vindo cada vez mais tecnológicos e com mais sistemas embarcados. “A aplicação dos semicondutores acompanha a velocidade da evolução tecnológica, com efeitos no aumento da produtividade de toda a economia” (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2021, p. 5).

Pelo fato da microeletrônica ser horizontal na indústria, diversos países já notaram que é de suma importância ter a produção de semicondutores, uma vez que eles são aplicados em praticamente todos os setores da economia (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2021). Pensando nisso, o governo brasileiro lançou em dezembro de 2021 um plano de ação chamado Produção de Componentes Semicondutores no Brasil. Além desta questão da microeletrônica ser horizontal na indústria, países como os EUA acreditam que é importante ter este domínio tecnológico também por questões de segurança nacional (THORBECKE, 2022).

A produção de semicondutores em 2015 mostra sua predominância na Ásia, mais precisamente em Taiwan (21,7%), mesmo com a maioria das empresas deste setor sendo de origem americana. Tal predominância se mostrou capaz devido a cooperação do Estado com a academia e a iniciativa privada (FILLIPIN, 2020). A seguir listam-se os 10 maiores fabricantes de semicondutores no 1º trimestre de 2021:

Tabela 1 – 10 maiores fabricantes de semicondutores no 1º trimestre de 2021

Posição	Empresa	Sede
1	Intel	Estados Unidos da América
2	Samsung	Coréia do Sul
3	TSMC	Formosa (Taiwan)
4	SK Hynix	Coréia do Sul
5	Micron	Estados Unidos da América
6	Qualcomm	Estados Unidos da América
7	Broadcom	Estados Unidos da América
8	Nvidia	Estados Unidos da América
9	TI	Estados Unidos da América
10	MediaTek	Formosa (Taiwan)

Fonte: Elaboração a partir de informações de Ministério da Economia (2021).

Na década de 80 e nos anos 2000, o Brasil colocou na pauta governamental a indústria de semicondutores. Durante os anos 80, ocorreu incentivos por parte do governo para a indústria eletrônica e de semicondutores, porém 10 anos depois foi abandonada. Já nos anos 2000, a questão era de que o semicondutor era o ponto chave que faltava na indústria eletrônica e desta forma, acabaria afetando a competitividade do país. Em 2002 houve o primeiro passo desta pauta, o chamado Programa Nacional de Microeletrônica (PNM) que demonstrou uma proposta

que abrangia todo o processo de produção (MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 2002).

Em 2003 o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) contratou um estudo que visava mapear a cadeia produtiva. Tal estudo chegou à conclusão de que para desenvolver essa indústria são necessários investimentos de caráter de longo prazo, incentivos por parte do governo, instalação de um polo tecnológico e entre outras ações. E então nos anos seguintes foram sendo implementadas medidas com vistas a atingir estes pré-requisitos (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2021).

Porém desde 2020 tem-se observado um regresso em relação ao caráter de prioridade desta indústria, o Centro de Excelência em Eletrônica Avançada (CEITEC) foi liquidado pelo governo em meados de 2020, além de que o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS) – Lei Nº 11.484/2007 (BRASIL, 2007) não admite mais programas desde julho/2020. Contudo, os fomentos ao PADIS se estenderão até 2026 através do Projeto de Lei 3042/2021 (BRASIL, 2021), que foi aprovado no dia 7 de janeiro de 2022, tornando-se a Lei Nº 14.302/2022 (BRASIL, 2022).

Visando o desenvolvimento do plano de ação posto anteriormente, abaixo encontra-se o mapeamento da demanda de módulos do setor automotivo brasileiro para 2023, em milhões de unidades. A demanda pode ser definida através da curva de demanda, que basicamente ilustra a quantidade de um certo produto que os consumidores têm o desejo de comprar, ao passo que é alterado o preço unitário (PINDYCK; RUBINFELD, 2013).

Quadro 1 – Mapeamento da demanda de módulos para o setor automotivo brasileiro em 2023 (em milhões de unidades)¹

PERFIL	MÓDULO	DEMANDA (milhões de unidades)
Body	1 Body Control Module	3,55
	2 Módulo de controle de motor levantador de vidro	3,09
	3 Gateway	2,68
	4 Módulo de controle do sistema de limpador	2,26
	5 Módulo de controle do sistema de arrefecimento	1,81
	6 TPMS	0,59
	7 Módulo de controle do assento	0,11

Dirigibilidade	8	Câmera de ré	3,02
	9	Controle de estabilidade	3,12
	10	Módulo de direção elétrica	3,04
	11	Módulo de controle de setas	2,69
	12	Controle de tração	2,69
	13	Sensor de estacionamento	2,29
	14	Módulo cruise control / Adaptative Cruise Control	2,26
	15	Módulo de parking assistance	2,14
	16	Módulo do acelerador eletrônico	2,26
	17	Sensor de luz	1,76
	18	Side distance warning	1,44
	19	Sonar sensor	1,35
	20	Sensor ultrassônico	1,40
	21	Câmera frontal	1,10
	22	Sensor de chuva	0,99
	23	Panoramic view monitor	0,47
24	CMS - Camera Monitoring System	0,45	
25	Top surround view	0,43	
26	Módulo de visão noturna	0,04	

Conectividade	27	Painel de instrumento	3,55
	28	Multimidia - silver box	2,70
	29	USB HUB	2,66
	30	Módulo Diagnose - OBD	2,67
	31	Digital display	2,30
	32	Módulo da antena	2,30
	33	Board computer	2,19
	34	Módulo display	1,76
	35	Audio USB Deckless	1,36
	36	Módulo de conectividade	1,02
	37	Amplificador de áudio	0,63
	38	Carregador sem fio	0,61
	39	Módulo V2V	0,43
	40	HeadUp display	0,13

Motor e Tração	41	ECU	3,55
	42	Módulo de controle de aquecimento de combustível	3,07
	43	Módulo de controle de transmissão	2,73
	44	Módulo controle admissão de ar	2,19
	45	Módulo de gerenciamento de bateria	1,85
	46	Módulo de alternador inteligente	1,74
	47	Módulo controle start stop	0,50
	48	Módulo de controle de motor elétrico	0,07

Segurança	49	Módulo de controle do ABS/ESP	3,55
	50	Módulo de Air Bag	3,07
	51	Imobilizer	2,64
	52	Módulo de controle de acesso	1,80
	53	Blind spot detection	1,44
	54	Sensores de detecção de faixa	1,06
	55	Controle de faixa de direção	0,99
	56	Módulo de frenagem de emergência	1,02
	57	Radar	1,02
	58	Módulo de frenagem automática	0,63
	59	Módulo de controle de rastreamento	0,53
	60	Módulo de monitoramento do motorista	0,04

Outros	61	Módulo HVAC	2,31
	62	Controle de iluminação interna	1,85
	63	Vehicle computer / Domain controller	1,33
	64	Conversor DC/DC	1,06
	65	Tacógrafo	0,55
	66	Módulo de gerenciamento de ruído	0,43
	67	Inversores	0,22

TOTAL 112,58

Fonte: Elaboração a partir de informações de Ministério da Economia (2021).

¹ Este total considera a somatória de veículos leves, veículos leves de luxo e veículos pesados (caminhões e ônibus).

2. MÉTODO

O método escolhido foi Pesquisa Documental, pois ao longo da pesquisa além de relatos escritos, serão analisadas fontes de dados, bases estatísticas e estudos. A principal fonte de dados que será utilizada ao longo da pesquisa, é a ANFAVEA. A pesquisa documental se mostrou mais adequada para o caso, pois o tema é recente e a maioria dos dados não tem tratamento analítico, as principais fontes de dados são tabelas estatísticas, relatórios (ANFAVEA) principalmente, relatórios de empresas, jornais etc (FONSECA, 2002).

Ao longo da pesquisa são analisados os dados referentes a disponibilidade de semicondutores ao setor automobilístico pré-pandemia e ao longo do período pandêmico. Também será abordado quais foram as principais causas para a redução do fornecimento deste componente para este respectivo setor. Por fim, serão identificados quais foram os problemas ocasionados por este fenômeno.

Além disto, a pesquisa documental além de permitir a realização de análises qualitativas, também é possível realizar análises de caráter relativamente mais numérico através de bancos de dados. O objetivo deste método é principalmente de alcançar o entendimento de um fenômeno, neste caso, a crise dos semicondutores.

Nesta pesquisa serão analisados dados como demanda, quantidade de emplacamentos pré-COVID-19, quantidade de emplacamentos antes e durante a crise, produção de automóveis leves e pesados, e claro a comparação destas variáveis entre os dois períodos. Além de demonstrar se houve ou não algum impacto na balança comercial (importações/exportações) destes veículos.

Ao abordar a questão de demanda, tanto da ótica dos automóveis como da ótica dos semicondutores, demonstrando a quantidade de semicondutores que o setor automotivo demanda, bem como a demanda por automóveis, uma vez que devido à falta deste componente muitas pessoas tiveram de recorrer a veículos seminovos/usados.

A quantidade de emplacamentos reflete de maneira intrínseca, o número de automóveis produzidos e vendidos pelo setor em dado período. Será analisado o período pré-pandemia e durante a pandemia.

Na ótica de importações e exportações, será demonstrado se ocorreu algum impacto nestas variáveis analisando a quantidade de veículos exportados e importados. E o quanto impactou o setor de transportes brasileiro quando se fala da produção de veículos pesados como caminhões e ônibus.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quais são os impactos, e de que forma a crise dos semicondutores afeta o setor automobilístico, promove uma reação em cadeia no setor de transporte e afeta demais setores da economia?

A crise dos semicondutores durante a pandemia do COVID-19 impactou diversos setores, este trabalho visa demonstrar de que forma este impacto ocorreu. Com as restrições de distanciamento social e contato durante a pandemia, muitas fábricas precisaram lidar com um cenário de pouquíssima ou nenhuma produção, isto fez com que fechassem as portas por um determinado período (ANFAVEA, 2021).

Como já dito no referencial teórico, a produção de semicondutores que antes estava destinada a produção de veículos, agora teve que ser escoada para outro setor, uma vez que as fábricas do setor automotivo estavam inoperantes. E o setor beneficiado com essa quantidade de semicondutores foi o setor de eletrônicos, pois com o avanço do ensino a distância e *home office*, muitas pessoas se viram na necessidade de adquirir produtos tais quais mouses, teclados, monitores, *notebooks*, *webcams*, computadores, e assim por diante (STACHEWSKI, 2021).

Porém, quando a pandemia foi normalizando e as fábricas voltando às suas operações, foi necessário pedir um novo fornecimento de semicondutores para dar início as produções, entretanto, deram de cara com uma enorme fila para conseguirem adquirir os semicondutores, pois este é um insumo que são necessários meses de antecedência para adquiri-lo, o que consequentemente, acabou prejudicando a produção de automóveis (SILVEIRA, 2021).

Quanto fala-se de automóveis, engloba-se além de veículos leves também veículos pesados como caminhões. E no caso dos caminhões, que são responsáveis pelo transporte de 75,9% da produção nacional (FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2017), o cenário é preocupante. Uma vez que o caminhão é um bem de uso extremo, muitos rodando mais de 100.000 quilômetros por ano... sendo necessária a constante renovação de frota, sem contar que os mais antigos acabam poluindo ainda mais a atmosfera.

O preço dos produtos que dependem dos semicondutores subiu, e a quantidade de produtos que dependem dos semicondutores sempre aumenta por conta dos avanços tecnológicos (AGÊNCIA SENADO, 2022). Por conta destes avanços tecnológicos também no setor automotivo, a escassez do semicondutor diminuiu em 1,3 milhão a produção de veículos somente nos três primeiros meses de 2021, o que acarretou 60 bilhões de dólares a menos de receita em 2021 por parte do setor automotivo de acordo com um estudo realizado pela consultoria Bain & Company (2021).

Segundo Libera (2021), sócio da consultoria, a previsão do início da normalidade seria em meados de 2022, porém de acordo com Anlitz, diretor financeiro da Volkswagen, a interrogação deve persistir ao mínimo até 2024. Ao dar uma entrevista ao *Boersen-Zeitung*, também mencionou que há uma previsão de crescimento no fornecimento de semicondutores para 2022 e 2023, porém reforçou que a normalização não ocorrerá até metade da década. Um agravante, além das consequências do Covid-19, são os conflitos que estão ocorrendo entre Ucrânia e Rússia. Pois acarretou deficiências na aquisição de chicotes elétricos, paládio e gás neônio, que são insumos necessários para produzir os chips.

No senso realizado com associados pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica ANBINEE (2023), revelou que a quantidade de empresas que previam a situação de normalidade nos semicondutores até o final de 2023 é de 41%, até meados de 2023 é 26%, a partir de 2024 é 21% e sem previsão 12%.

Abordando agora o tema da fabricação dos semicondutores, eles são construídos através de materiais considerados semicondutores, como é o caso do silício que é considerado como um dos materiais mais frequentes utilizados na produção de chips. Tratando sobre o processo de fabricação de um semicondutor, pode-se citar algumas etapas principais, pois o processo completo envolve muitos processos que são mais profundos teoricamente. Desta forma, uma análise mais geral do fluxo da produção consiste no seguinte passo a passo (INTEL, 2012):

1. Purificação do silício

Este material é adquirido através de sua extração da areia, e então submetido a um processo rigoroso e repetitivo de purificação para garantir sua pureza. Este processo de purificação consiste em vários processos físicos e químicos, como expor o material a gases e também a fusão do silício no forno a vácuo.

2. Crescimento do cristal

O silício então já purificado é formado em um cristal através de um processo denominado crescimento do cristal, que consiste basicamente em deixar o silício em sua forma líquida em um forno para que então se torne um cristal em forma sólida.

3. Corte do cristal

Este cristal por sua vez é cortado em várias camadas finas, denominadas de “wafers”, estas que são utilizadas como base para a produção dos chips.

4. Implantação iônica

Com fim de ter circuitos no chip, é preciso inserir impurezas controladas em pontos específicos do silício, e isto por sua vez é realizado através de um processo denominado implantação iônica. Tal processo consiste em disparar com uma altíssima precisão íons no silício.

5. Revestimento

O “wafer”, que são as finas camadas do cristal de silício, é então revestido com uma fina camada de um material isolante, como por exemplo, o óxido de silício, com fins de preservar os circuitos.

6. Litografia

Após este processo de revestimento, um padrão é impresso nesse revestimento através do processo de litografia, que consiste na projeção de luz através de uma máscara, que nada mais é do que um modelo do circuito que está sendo criado, ilustrando o padrão para então gravar no revestimento.

7. Gravação

O processo de gravação no revestimento é realizado através de um processo físico ou químico, e consiste na remoção das partes do revestimento que não são utilizadas para fabricar os circuitos.

8. Repetição

Os processos de revestimento, litografia e gravação são realizados algumas vezes com fim de produzir mais camadas de circuitos, criando várias camadas acima do wafer.

9. Testes e embalagem

Essa é a etapa final, que consiste no teste dos chips para checar seu funcionamento, e após isso, são retirados do wafer e embalados em um pacote protetor.

Como citado no referencial teórico na **tabela 1**, a produção de semicondutores tem sua predominância na Ásia, em países como Coreia do Sul, Taiwan. Representados por empresas como: Samsung, TSMC, SK Hynix e MediaTek. Também vale mencionar a participação dos Estados Unidos da América na produção de semicondutores, representado por empresas como: Intel, Micron, Qualcomm, Broadcom, Nvidia e TI (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2021)

Dentre os fatores que limitam a produção de semicondutores, pode-se destacar o alto custo da produção de semicondutores. O custo de investimento em uma fábrica de semicondutores vai de US\$350 milhões até US\$5 bilhões a depender da planta da fábrica (EXAME, 2008). A capacidade de produção também pode ser considerada como sendo um fator limitante, escassez de materiais como por exemplo o silício, além de leis ambientais cada vez mais rígidas, pois a produção de semicondutores pode liberar resíduos tóxicos como ácido fluorídrico e ácido nítrico.

Os semicondutores são utilizados em uma ampla gama de produtos, uma vez que a tecnologia está cada vez mais presente na vida do ser humano, como citado no referencial teórico, a demanda por este tipo de insumo em 2019 se deu por 26% para aparelhos celulares, 24% comunicação, 19% computadores, 12% indústria, 10% setor automotivo e 10% para outros dispositivos eletrônicos (MINISTÉRIO DA ECONOMIA, 2021).

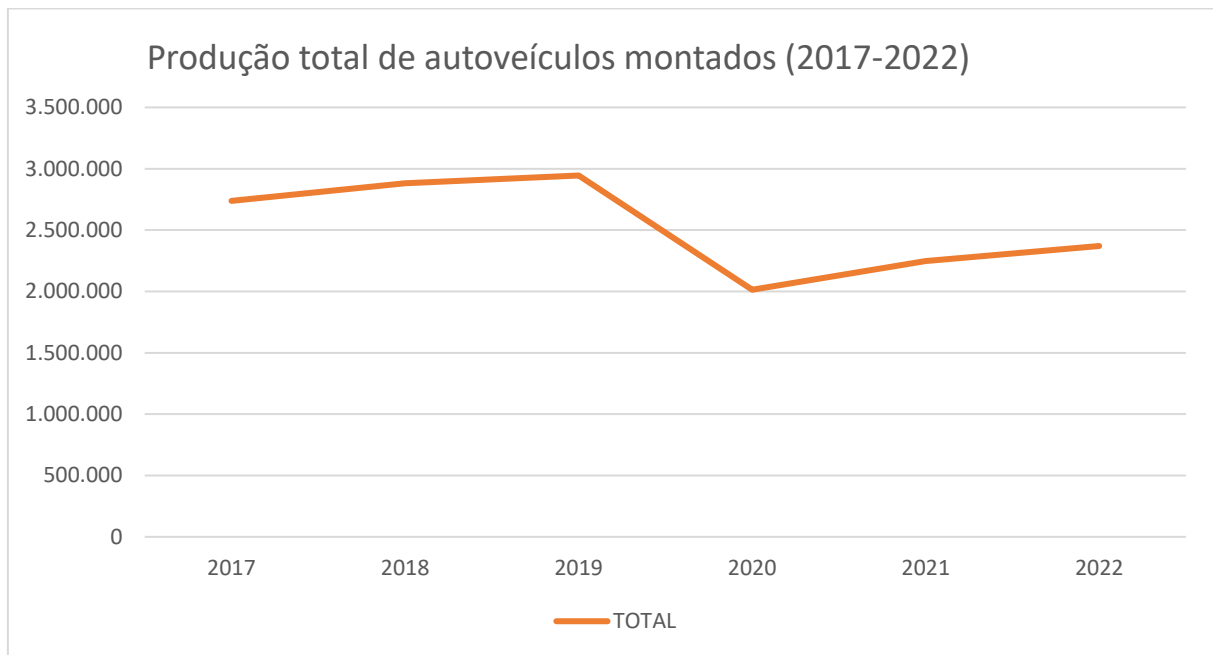
Como mencionado no referencial teórico, no ano de 2020 com a pandemia do Covid-19, muitas pessoas tiveram que trabalhar de casa, estudar à distância, fazer compras on-line e pedir comida através de aplicativos no celular. Isto fez com que a demanda por dispositivos eletrônicos aumentasse, como por exemplo *notebooks*, celulares, *mouses*, teclados, monitores, televisões, fones de ouvido, microfones, entre outros dispositivos e aparelhos. Enquanto isto, alguns setores tiveram sua produção pausada, como por exemplo o setor automotivo. Com isso, a produção de semicondutores que estava destinada ao setor, teve de ser escoada para outros setores que apresentavam uma demanda crescente. Isto acarretou a escassez de *chips* semicondutores para o setor automotivo quando foi decidido retomar as produções (STACHEWSKI, 2021).

Na **tabela 2** e **gráfico 1** a seguir, pode-se notar que entre os anos de 2017 a 2022, o ano em que houve a menor produção foi em 2020, quando era o ápice do período pandêmico com fábricas fechando e toques de recolher. Percebe-se que a produção de autoveículos montados referente a 2017 consolidou-se em 2.737.256 unidades, crescendo para 2.881.018 unidades em 2018, 2.944.988 unidades em 2019, e caindo para 2.014.055 unidades em 2020 (cerca de 930.933 automóveis a menos, em relação ao ano anterior). Em 2021 pode-se notar uma melhora na situação, aumentando para 2.248.253 unidades, e 2.369.769 no ano de 2022. Desta forma, percebe-se uma retomada gradual da produção de autoveículos montados no Brasil (ANFAVEA, 2023).

Tabela 2 – Produção de autoveículos montados (2017-2022)

ANO	AUTOMÓVEIS	COMERCIAIS LEVES	CAMINHÕES	ÔNIBUS	TOTAL
2017	2.307.897	325.672	83.044	20.643	2.737.256
2018	2.387.967	358.981	105.534	28.536	2.881.018
2019	2.448.490	355.351	113.476	27.671	2.944.988
2020	1.607.175	297.539	90.936	18.405	2.014.055
2021	1.707.851	362.711	158.810	18.881	2.248.253
2022	1.824.833	351.167	161.992	31.777	2.369.769

Fonte: Elaboração a partir de informações de ANFAVEA (2023).

Gráfico 1 – Produção de autoveículos montados (2017-2022)

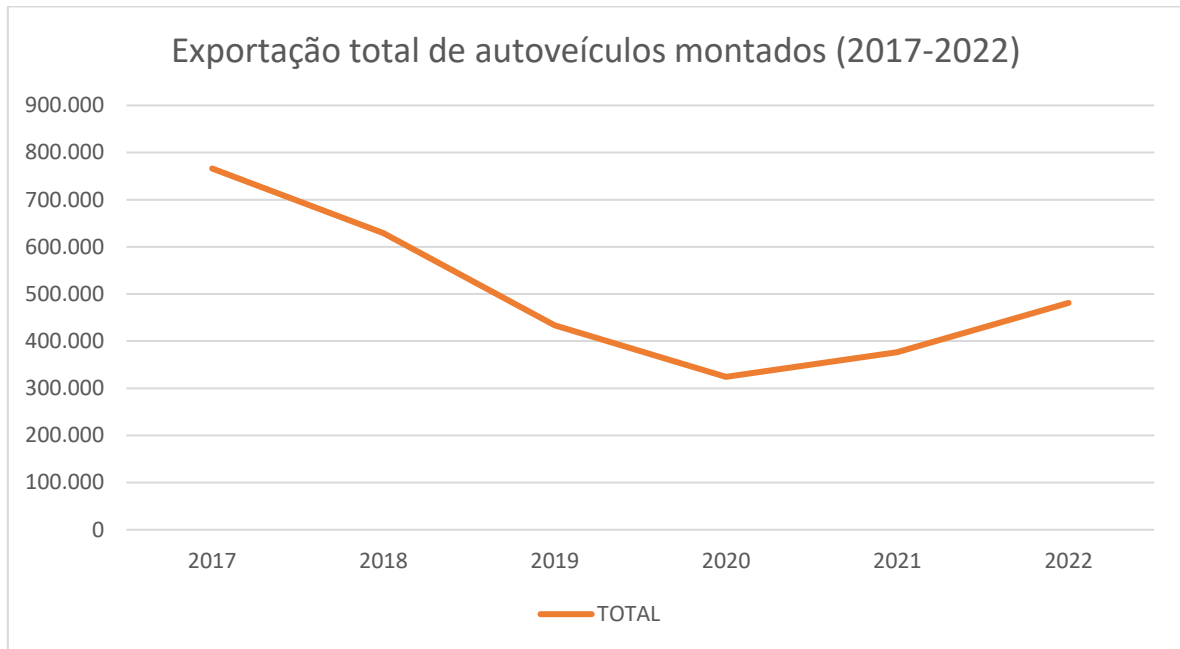
Fonte: Elaboração a partir de informações de ANFAVEA (2023).

Observando a **tabela 3** e **gráfico 2** a seguir quanto a exportação, o cenário se repete. No ano de 2017, o total de exportações de autoveículos montados foi de 766.061 unidades, caindo para 628.996 unidades em 2018, 433.512 em 2019, e 324.330 unidades em 2020 (menor valor registrado dentro deste período analisado), retomando as exportações em 2021 com um aumento de 52.053 autoveículos atingindo a marca de 376.383 unidades, e fechando o ano de 2022 com 480.913 unidades exportadas. Percebe-se também uma melhora no cenário, e uma retomada na quantidade de autoveículos montados exportados.

Tabela 3 – Exportação de autoveículos montados (2017-2022)

ANO	AUTOMÓVEIS	COMERCIAIS LEVES	CAMINHÕES	ÔNIBUS	TOTAL
2017	623.976	104.763	28.220	9.102	766.061
2018	500.164	95.089	24.642	9.101	628.996
2019	351.203	61.621	13.552	7.136	433.512
2020	258.279	48.689	13.243	4.119	324.330
2021	298.012	51.438	22.699	4.234	376.383
2022	386.406	63.918	25.258	5.331	480.913

Fonte: Elaboração a partir de informações de ANFAVEA (2023).

Gráfico 2 – Exportação de autoveículos montados (2017-2022)

Fonte: Elaboração a partir de informações de ANFAVEA (2023).

Respondendo à pergunta de pesquisa que norteia este trabalho, ao realizar a análise dos dados referentes a antes e durante a pandemia, pode-se inferir que 2020 foi o pior ano dentro deste período analisado, isto devido principalmente à crise dos semicondutores, bem como a pandemia como um todo. A falta de semicondutores foi uma das principais causas dessa baixa produção e exportação registrada, bem como dito no referencial teórico, houve o fechamento de fábricas do setor automotivo durante o período pandêmico, e por consequência, o estoque de semicondutores que estava destinado a este setor acabou sendo escoado para o setor de eletrônicos, que acabou crescendo devido ao ensino à distância e *home office* (STACHEWSKI, 2021).

A hipótese foi corroborada ao demonstrar a baixa produção de veículos (leves e pesados) decorrente da escassez de semicondutores, além de demonstrar que o transporte no Brasil é majoritariamente rodoviário (cerca de 75,9%). Quanto aos objetivos específicos: A) Analisar dados sobre a disponibilidade de semicondutores para o setor automobilístico pré-pandemia e pós-pandemia; B) Demonstrar principais causas da baixa disponibilidade de semicondutores; C) Identificar e analisar quais foram os principais problemas ocasionados por conta da baixa disponibilidade de semicondutores para o setor automobilístico, e quais foram as consequências que foram geradas à economia como um todo. Puderam ser cumpridos ao

longo deste trabalho, quando se abordou as raízes do problema, bem como ao explicar como é a produção do semicondutor, o motivo de ser tão difícil de produzi-lo, tratar do direcionamento de semicondutores de um setor para outro, e tudo isto acabou sendo ilustrado através de gráficos e tabelas apresentando a quantidade produzida e a quantidade exportada de veículos neste período.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os objetivos desta pesquisa foram analisar os dados sobre a disponibilidade de semicondutores para o setor automobilístico pré-pandemia e pós-pandemia, além de demonstrar as principais causas da baixa disponibilidade de semicondutores e identificar/analisar quais foram os principais problemas ocasionados por conta da baixa disponibilidade de semicondutores para o setor automobilístico, e quais foram as consequências que foram geradas à economia como um todo.

E eles acabaram sendo cumpridos ao abordar as raízes do problema, bem como ao explicar como é a produção do semicondutor, os motivos de ser tão difícil de produzi-lo, tratar do direcionamento do estoque de semicondutores de um setor para outro, e tudo isto acabou sendo ilustrado através de gráficos e tabelas a respeito da quantidade de veículos produzidos e exportados neste período analisado.

Desta forma, ao longo de toda a pesquisa, pode-se compreender que a escassez de semicondutores foi uma das principais causas dessa baixa produção e exportação observada. Tal escassez se deu devido ao próprio processo de fabricação de semicondutores, bem como a situação pandêmica. Pois no auge da pandemia, muitas fábricas acabaram parando a produção, e o estoque de semicondutores que estava destinado à esta indústria, teve de ser direcionado para outro setor que continuou ativo, no caso, o de eletrônicos. Este setor ficou mais forte na pandemia, pois com o advento do ensino à distância e trabalho em casa, muitos viram a necessidade de adquirir produtos eletrônicos como *notebooks*, computadores, telas, *webcams*, *mouses*, teclados, fones de ouvido... e assim por diante. E quando a indústria automotiva resolveu retomar as produções, se viram em uma fila para adquirir novos lotes de semicondutores, e isto acaba levando meses de espera. Tudo isto contribuiu e refletiu para chegar aos resultados ilustrados nos gráficos e tabelas quanto a quantidade de produção e exportação de automóveis.

Para fins de pesquisas futuras, é interessante tentar inserir o percentual de quanto os semicondutores fizeram essa diferença na produção observada neste período da crise, uma análise econométrica. Também é válido inserir dados cada vez mais recentes, como 2023 em diante. Além de estudar novas possibilidades/formas de produção do semicondutor tentando evitar essa crise futuramente, atualmente já existem alguns estudos sobre isto. Seria interessante para o Brasil, pois a produção de semicondutores globalmente é danosa para o meio ambiente, e caso se descubra uma possibilidade de produzir semicondutores de maneira mais sustentável e economicamente viável, o Brasil já por ser uma liderança em alternativas sustentáveis como o Proalcool poderia impulsionar este desenvolvimento.

Através desta pesquisa, foi possível enxergar melhor a dinâmica da produção, cadeia de suprimentos, cadeia produtiva, oferta e demanda, impactos na economia oriundos da falta de um insumo, análise setorial, e através destes conceitos em conjunto e análises realizadas através de dados (ANFAVEA), resultou nos valores mais baixos de produção e exportação no ano de 2020.

Tratando de limitações da pesquisa, o tempo é o ponto principal. Pois trata-se de um assunto recente e ainda há pouco material para pesquisa, além de que ainda não foi aferido um percentual quantitativo do impacto do semicondutor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA SENADO. **Prejudicada pela pandemia, produção de semicondutores ganha lei de incentivo** [S. l.], 10 jan. 2022. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2022/01/10/prejudicada-pela-pandemia-producao-de-semicondutores-ganha-lei-de-incentivo>. Acesso em: 17 ago. 2022.

AGUIAR, Gabriel. **Escassez de semicondutores vai até metade de 2022, diz sócio da Bain:** Entenda por que a crise deste componente afetou a indústria global e qual é a solução para evitar novos problemas. [S. l.], 10 dez. 2021. Disponível em: <https://exame.com/negocios/escassez-de-semicondutores-vai-ate-metade-de-2022-diz-socio-da-bain/>. Acesso em: 10 ago. 2022.

ALISSON, Elton. **Proálcool:** uma das maiores realizações do Brasil baseadas em ciência e tecnologia. [S. l.], 5 dez. 2016. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/proalcool-uma-das-maiores-realizacoes-do-brasil-baseadas-em-ciencia-e-tecnologia/24432/>. Acesso em: 6 set. 2022.

ANFAVEA. **Anuário da indústria automobilística brasileira**. Disponível em: <https://anfavea.com.br/anuario2021/anuario.pdf>. Acesso: 26 abr. 2023.

ANFAVEA. **Anuário da indústria automobilística brasileira**. Disponível em: <https://anfavea.com.br/anuario2022/2022.pdf> Acesso: 26 abr. 2023.

ANFAVEA. **ANUÁRIO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA BRASILEIRA**. Disponível em: <https://k8t3b3j9.rocketcdn.me/site/wp-content/uploads/2023/04/ANUARIO-ANFAVEA-2023.pdf> Acesso em: 01 abr. 2023.

ARNT, RICARDO. **Quanto custa uma fábrica de chips?** EXAME, 2008. Disponível em: <https://exame.com/economia/quanto-custa-uma-fabrica-de-chips-m0039926/> Data de acesso: 21 abr. 2023

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei 3042/2021, de 08 de dezembro de 2021**. Altera a Lei nº 11.484, de 31 de maio de 2007, para dispor sobre a prorrogação do prazo de vigência de incentivos do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (Padis); e dá outras providências. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2297078>. Acesso em: 12 ago. 2022

BRASIL. Lei nº 11.484, de 31 de maio de 2007. Dispõe sobre os incentivos às indústrias de equipamentos para TV Digital e de componentes eletrônicos semicondutores e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 31 mai. 2007. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/111484.htm

BRASIL. Lei nº 14.302, de 7 de janeiro de 2022. Altera a Lei nº 11.484, de 31 de maio de 2007, para dispor sobre a prorrogação do prazo de vigência de incentivos do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (Padis); e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 7 jan. 2022. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2022/lei-14302-7-janeiro-2022-792220-norma-pl.html>

CAPITALRESEARCH. **Fordismo**: o que é, como funciona e principais características: Descubra o que é o Fordismo, qual foi o seu papel na Revolução Industrial e como funciona no contexto atual da economia. [S. l.], 12 mar. 2020. Disponível em: <https://capitalresearch.com.br/blog/fordismo/#:~:text=Uma%20das%20principais%20mudan%C3%A7as%20proporcionados%20pelo%20Fordismo%20foi,mais%20organizado%2C%20>

com%20um%20in%C3%ADcio%2C%20meio%20e%20fim.https://www.scielo.br/j/rae/a/nYfcsD8bM6xQtCMFztp9ZDz/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 3 set. 2022.

COMPLEXO Automotivo. [S. l.], s.d. Disponível em: <https://www.fiepr.org.br/fomentoedesarvolvimento/cadeiasprodutivas/uploadAddress/Complexoautomotivo%5B19591%5D.pdf>. Acesso em: 9 set. 2022.

COSTA, Fernando Nogueira. Cadeia Produtiva do Setor Automobilístico e Capacitação Tecnológica. **Blog Cidadania & Cultura** [S. l.], 2 dez. 2017. Disponível em: <https://fernandonogueiracosta.wordpress.com/2017/12/02/cadeia-produtiva-do-setor-automobilistico-e-capacitacao-tecnologica/>. Acesso em: 13 set. 2022.

DELOITTE. **Fighting an unprepared battle:** Rethinking auto semiconductor strategy in an uncertain era. Semiconductor Industry Series, [s. l.], Novembro 2021. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cn/Documents/consumer-business/deloitte-cn-cb-automotive-semiconductors-strategic-en.pdf>. Acesso em: 11 set. 2022.

DICKEN, Peter. **Mudança global:** mapeando a novas fronteiras da economia global Porto Alegre: Bookman, 2010.

FILIPPIN, Flavia. **Estado e desenvolvimento:** a indústria de semicondutores no Brasil. 37º Prêmio BNDES de Economia, [s. l.], Março 2020. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/19660/1/Premio37_Mestrado.pdf. Acesso em: 21 set. 2022.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica.** Fortaleza: UEC, 2002. Apostila

GIACOMINI, Pedro. **FORD:** uma história de pioneirismo, inovação e confiança no Brasil. [S. l.], 4 ago. 2019. Disponível em: <https://www.ford.com.br/content/dam/Ford/website-assets/latam/br/about/historia/conheca-a-historia-completa/Ford%20100AnosBrasil-Hist%C3%B3ria.docx>. Acesso em: 3 set. 2022.

INTEL - **“Making of a Chip” Illustrations,** 2023. Disponível em: https://download.intel.com/newsroom/kits/chipmaking/pdfs/Sand-to-Silicon_22nm-Version.pdf Data de acesso: 14 abr. 2023.

LEBORGNE, Daniele; LIPIETZ, Alain. O pós-fordismo e seu espaço. **Espaço & Debate**, São Paulo, v. 8, n. 25, p. 12-28, 1988.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. **Contribuições para a formulação de um Plano Estruturado de Ações.** Programa Nacional De Microeletrônica, Brasília Dezembro 2002. Disponível em: <https://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/973/1/Plano%20Nacional%20de%20microeletr%C3%B4nica.pdf>. Acesso em: 25 set. 2022.

MINISTÉRIO DA ECONOMIA. **Plano De Ação:** Produção De Componentes Semicondutores No Brasil. Componentes Semicondutores Aplicados à Cadeia Automotiva, [s. l.], Dezembro 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/produtividade-e-comercio-exterior/pt-br/ambiente-de-negocios/competitividade-industrial/setor-automotivo/PlanoBrasilSemicondutores.pdf>. Acesso em: 17 set. 2022.

PINDYCK, Robert S; Rubinfeld, Daniel L. **Microeconomia**, 8 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2013.

PINNA, Rodrigo Tavares Marzagão; OLIVEIRA, Lucas Melo. **A história da indústria automobilística e o impacto na sociedade atual.** Monografia (graduação) – Curso de administração, Departamento de Gestão e Negócios, Universidade de Taubaté, Taubaté. 2019. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br:8080/jspui/bitstream/20.500.11874/3909/1/Lucas%20Melo%20Oliveira-%20Rodrigo%20Tavares%20Marzagao%20Pinna.pdf> Data de acesso: 17 set. 2022

RESENDE, Paulo Tarso Vilela de (Coord). **Custos logísticos no Brasil 2017**, FUNDAÇÃO DOM CABRAL, 2018. Disponível em: <https://www.fdc.org.br/conhecimento/publicacoes/relatorio-de-pesquisa-33324> Data de acesso: 20 fev. 2023.

SILVEIRA, Flavio. **Crise dos chips:** entenda por que faltam carros zero no mercado e os preços dos usados dispararam: Por que faltam carros zero e muitas montadoras pararam? A culpa é da escassez de semicondutores. Explicamos as causas da crise do chips desaparecidos e mostramos até quando ela deve durar. [S. l.], 1 out. 2021. Disponível em: <https://motorshow.com.br/crise-dos-chips-entenda-por-que-faltam-carros-no-mercado-e-os-precos-dos-usados-dispararam/>. Acesso em: 15 ago. 2022.

STACHEWSKI, Ana Laura. **Entenda o que são semicondutores e por que eles estão em falta no mundo todo:** Aumento na demanda e entraves à produção dos componentes tem afetado setores diversos, sobretudo o automotivo. [S. l.], 30 mar. 2021. Disponível em:

<https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2021/03/entenda-o-que-sao-semicondutores-e-por-que-eles-estao-em-falta-no-mundo-todo.html>. Acesso em: 17 ago. 2022.

THORBECKE, Catherine. **EUA estão investindo US\$ 52 bilhões para impulsionar fabricação de chips no país:** Em uma série de tuites no início deste mês, presidente Joe Biden prometeu: “A América vai liderar a fabricação de microchips”. [S. l.], 21 out. 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/business/eua-estao-investindo-us-52-bilhoes-para-impulsionar-fabricacao-de-chips-no-pais/>. Acesso em: 18 set. 2022.

WOOD, Thomaz. Fordismo, toyotismo e volvismo: “ os caminhos da industria em busca do tempo perdido. **Revista de Administração de Empresas**, [s. l.], Setembro, Outubro 1992.