

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA

MORGANE LARA DA CUNHA SOARES

**FORMAS DE GOVERNANÇA NAS CADEIAS GLOBAIS DE VALOR E SEUS
POSSÍVEIS IMPACTOS AO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO: O CASO DO
SETOR DE SEMICONDUTORES NO BRASIL**

UBERLÂNDIA- MG

2023

MORGANE LARA DA CUNHA SOARES

**FORMAS DE GOVERNANÇA NAS CADEIAS GLOBAIS DE VALOR E SEUS
POSSÍVEIS IMPACTOS AO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO: O CASO DO
SETOR DE SEMICONDUCTORES NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Economia.

Área de concentração: Desenvolvimento Econômico

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Ana Paula Macedo de Avellar

UBERLÂNDIA- MG

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S676 Soares, Morgane Lara da Cunha, 1995-
2023 Formas de governança nas Cadeias Globais de Valor e
seus possíveis impactos ao desenvolvimento tecnológico:
O caso do setor de semicondutores do Brasil [recurso
eletrônico] / Morgane Lara da Cunha Soares. - 2023.

Orientadora: Ana Paula Macedo de Avellar.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de
Uberlândia, Pós-graduação em Economia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.294>
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Economia. I. Avellar, Ana Paula Macedo de, 1975-
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-
graduação em Economia. III. Título.

CDU: 330

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA****Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Economia**

Av. João Naves de Ávila, nº 2121, Bloco 1J, Sala 218 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902

Telefone: (34) 3239-4315 - www.ppge.ie.ufu.br - ppge@ufu.br

**ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO**

Programa de Pós-Graduação em:	Economia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, Nº 315, PPGE				
Data:	28 de junho de 2023	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	16:30
Matrícula do Discente:	12112ECO007				
Nome do Discente:	Morgane Lara da Cunha Soares				
Título do Trabalho:	Formas de governança nas Cadeias Globais de Valor e seus possíveis impactos ao desenvolvimento tecnológico: o caso do setor de semicondutores no Brasil				
Área de concentração:	Desenvolvimento Econômico				
Linha de pesquisa:	Economia Aplicada				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Avaliação das Políticas de Inovação no Brasil: Impactos sobre Esforço Inovativo e Desempenho				

Reuniu-se, na sala 1J232, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Economia, assim composta: Professoras Doutoras: Marisa dos Reis Azevedo Botelho - UFU; Camila do Carmo Hermida - UFAL; Ana Paula Macedo de Avellar - UFU orientadora da candidata.

Iniciando os trabalhos a presidente da mesa, Dra. Ana Paula Macedo de Avellar, apresentou a Banca Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir a senhora presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, às examinadoras, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

Aprovada.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Ana Paula Macedo de Avellar, Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/06/2023, às 16:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marisa dos Reis Azevedo Botelho, Professor(a) do Magistério Superior**, em 28/06/2023, às 16:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Camila do Carmo Hermida, Usuário Externo**, em 28/06/2023, às 16:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4568183** e o código CRC **37F0D992**.

Dedico a todos que torceram por mim, em especial: aos meus pais, Moraes e Abadia; minha irmã, Mara; meu namorado, Benito; e minha orientadora, Prof^a. Dr^a. Ana Paula Macedo de Avellar.

AGRADECIMENTOS

É com o coração transbordando de alegria e gratidão que direciono os meus agradecimentos. Primeiramente a Deus por ter concedido saúde mental e física para mim e todos os meus entes queridos. Mesmo que diante de todos os obstáculos enfrentados, demonstrou que eu seria capaz de vencer mais esta etapa. Também devo a Deus, por ter colocado pessoas que suavizaram essa trajetória, em especial meu companheiro de vida, Benito, por sempre acolher com sabedoria as minhas angústias e acreditar mais em mim que eu mesmo.

Segundo, direciono os meus agradecimentos ao programa da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), que tornou esse sonho factível, através da bolsa financeira. Espero que o governo tenha a ciência da importância das agências de fomento à pesquisa, e sempre busque o aperfeiçoamento dessas

Em terceiro lugar, e não menos importante, direciono os meus agradecimentos a minha orientadora, Ana Paula Macedo de Avellar, que sempre compreendeu as minhas limitações, se prontificando a me ajudar, se fazendo sempre presente. Antes mesmo de ser minha orientadora, já admirava como professora, agora admiro ainda mais como pessoa, demonstrando muita dedicação e amor pelo trabalho que se propõe a fazer. Muitos foram os momentos de angústia sobre a validade da pesquisa, e em todas as vezes que me reuni com ela, sempre era muito receptiva e otimista, via que depositava em mim expectativas de realizar um bom trabalho, o que sem dúvidas foi um dos combustíveis para concluir todo esse árduo percurso. Também se faz necessário direcionar os agradecimentos aos demais membros da banca, na pessoa da Camila do Carmo Hermida e Marisa dos Reis Azevedo Botelho, que desde a qualificação fizeram importantes apontamentos, contribuindo bastante para o *upgrading* do trabalho.

Em quarto lugar, agradeço ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Uberlândia por avaliar e dar o aval para prosseguir na pesquisa de campo, que se mostrou tão crucial para a conclusão desta dissertação. Neste sentido, também direciono agradecimentos a todas as empresas que participaram da pesquisa, que de certa forma confiaram em fornecer dados, que tanto contribuíram para a dissertação.

Em quinto lugar, direciono os meus agradecimentos ao colegiado que compreenderam os motivos de dilação de prazo e deram esse aval. Neste sentido, também agradeço a prorrogação da bolsa, que foi fundamental para a minha permanência, com dedicação exclusiva.

Em sexto lugar, é preciso direcionar agradecimentos a secretaria do PPGE, na pessoa da excelentíssima Camila Lima Bazani, que sempre se prontificou a atender as minhas demandas e dúvidas, sempre muito cordial.

Por fim, agradeço a todos os professores que tive contato no mestrado, certamente contribuíram para o meu desenvolvimento educacional, ainda mais contexto de pandemia com aulas remotas, exigindo o esforço de se reinventar na forma didática, porém foi executado por todos com bastante maestria. Neste sentido, também direciono os meus agradecimentos a todos os colegas de turma, que sempre contribuíram para a formação de um ambiente amistoso e cooperativo.

RESUMO

O objetivo desta dissertação é analisar a estrutura de governança na qual o Brasil está inserido na Cadeia Global de Valor (CGV) da indústria de semicondutores nos anos 2000, buscando compreender se a governança contribui para o desenvolvimento inovativo. No que tange a aspectos metodológicos adotados, para a viabilização da pesquisa utilizou-se como principal procedimento a pesquisa de campo (realizada através de questionário *on-line* direcionado a gestores das principais empresas atuantes no país), devida a escassez de informações de governança e inovação a nível corporativo. Destacam-se os principais resultados: a) O PADIS foi uma importante política de fomento à inovação para a maioria das empresas; b) O seguimento de *Back-end* tem sido beneficiado por iniciativas do governo voltadas à inserção nas CGVs; c) A governança no setor é influenciada por fornecedores e clientes; d) a percepção sobre o grau de complexidade tecnológica é maior nos segmentos de *Design-Houses* e *Fabless*; e) Cerca de 80% das empresas alegaram ter um departamento interno de P&D e o percentual do faturamento investido em P&D é relativamente alto, acima 20% nos seguimentos de *Fabless* e *Design-Houses*; f) dentre os principais esforços inovativos destacam-se a aquisição de *software* e treinamento de pessoal; os métodos de proteção de propriedade intelectual mais adotados são os acordos de confidencialidade e as patentes; g) os principais obstáculos à inovação, segundo os participantes, são os elevados custos e os riscos econômicos, eles alegam, ainda que firmam parcerias de cooperação a fim de desenvolver atividades inovativas, sendo os clientes e fornecedores os principais parceiros; h) Em geral, as empresas alegam um elevado grau de coordenação com parceiros no exterior e 78% dos respondentes consideram que o modelo de governança brasileiro ajuda na construção de parcerias.

Palavras-chave: Cadeia Global de Valor, Cooperação, Governança, Inovação e Modelos de negócios.

ABSTRACT

The objective of this dissertation is to analyze the governance structure in which Brazil is inserted in the Global Value Chain (GVC) of the semiconductor industry in the 2000s, seeking to understand whether governance can contribute to innovative development. Regarding the methodological aspects adopted, to make the research viable, field research was used as the main procedure (carried out through an online questionnaire aimed at managers of the main companies operating in the country), due to the scarcity of governance and innovation information in the country. corporate world. The main results stand out: a) PADIS was an important policy for promoting innovation for most companies; b) Back-end follow-up benefited from government initiatives external to insertion in GVCs; c) Governance in the sector is influenced by suppliers and customers; d) the perception of the degree of technological complexity is greater in the Design-Houses and Fabless segments; e) Around 80% of companies claimed to have an internal R&D department and the percentage of revenue invested in R&D is relatively high, above 20% in the Fabless and Design-Houses segments; f) among the main innovative efforts, the acquisition of software and staff training stands out; the most adopted intellectual property protection methods are confidentiality agreements and patents; g) the main obstacles to innovation, according to the participants, are high costs and economic risks, they claim, even though they establish cooperation partnerships in order to develop innovative activities, with customers and suppliers being the main partners; h) In general, companies claim a high degree of cooperation with partners abroad and 78% of those interviewed agree that the Brazilian governance model helps in building partnerships.

Key-words: *Global Value Chain, Cooperation, Governance, Innovation and Business Models*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. A "Curva Sorriso" do valor adicionado das atividades em CGV	27
Figura 2. Cadeia produtiva e modelos de negócios da indústria de semicondutores	46
Figura 3. Faturamento da indústria mundial de semicondutores, 1977-2015 (US\$ bilhões correntes)	48
Figura 4. Valor agregado da indústria de semicondutores por atividade e região em 2021 (%).	50
Figura 5. Exportações brasileiras de CIs (US\$ milhões), de 1995 a 202	62
Figura 6. Importações brasileiras de CIs (US\$ bilhões), de 1995 a 2020	63
Figura 7. Indicadores industriais voltados ao setor de componentes eletrônicos do Brasil	64
Figura 8. Localização das principais plantas produtivas das empresas/instituições atuantes no setor de semicondutores do Brasil na atualidade	73
Figura 9. Políticas setoriais e a ideologia do governo do período.....	83
Figura 10. Dinâmica da colaboração do Programa CI-Brasil	89
Figura 11. Esquema da base do sustento brasileiro de semicondutores a partir das políticas públicas setoriais	95
Figura 12. Quadro efetivo do Ceitec	135

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comportamento do saldo da balança comercial (US\$ bilhões) brasileira de CI's da década de 1990 a 2022	61
Gráfico 2. Crédito, investimento em PD&I e certificados trimestrais de 2020 a 2022	97
Gráfico 3. Fontes de financiamento	100
Gráfico 4. Evidências empíricas de adoção de algum mecanismo para reduzir riscos de confiabilidade para com a(s) filial(is) ou terceirizada(s)	110
Gráfico 5. Principais impactos da pandemia enfrentado pelas empresas de semicondutores no Brasil	112
Gráfico 6. Trajetória de miniaturização do chip nos últimos 50 anos	117
Gráfico 7. Principais esforços inovativos feitos pelas empresas do setor de semicondutoresFonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.	121
Gráfico 8. Taxa de inovação, em suas diversas instâncias, da indústria de componentes eletrônicos, de 1998-2017 (%)	122
Gráfico 9. Métodos de proteção utilizado pelas empresas de semicondutores	125
Gráfico 10. Evolução do número de patentes concedidas no Brasil para o setor de semicondutores, ao longo dos anos 2000.....	126
Gráfico 11. Percepção das empresas, que participaram da pesquisa de campo, se o modelo de governança implementado no Brasil influencia parcerias tecnológicas (%).....	131
Gráfico 12. Comportamento das vendas e volume de chips vendidos pela Ceitec de 2011 a 2020...	133

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Tipos de governança e principais características.....	32
Quadro 2- Variáveis determinantes da governança em CGV	33
Quadro 3- Tipologia do poder em CGVs.....	34
Quadro 4- Tipos e características do <i>upgrading</i>	37
Quadro 5. Principais modelos de negócios da indústria de semicondutores.....	47
Quadro 6. Empresas que operam de acordo com a lógica IDM	67
Quadro 7. Empresas que operam no segmento <i>Fabless</i>	68
Quadro 8. Empresas que operam no segmento de <i>Back-end</i>	69
Quadro 9. Empresas que operam exclusivamente no segmento de <i>Design House (DH)</i>	71
Quadro 10. Mapeamento de “outras” empresas de semicondutores no Brasil.....	72
Quadro 11. Perfil das empresas/instituições do setor de semicondutores respondentes do questionário	82
Quadro 12. Oportunidades e desafios para inserção do Brasil na cadeia produtiva mundial de <i>Design-house, Foundries e Back-end</i>	85
Quadro 13. Principais medidas da PITCE responsáveis pela criação e desenvolvimento do setor de semicondutores.....	88
Quadro 14. Fluxo de <i>Design houses</i> no Brasil ao longo dos anos 2000	91
Quadro 15. Avaliação dos resultados das estratégias das <i>design houses</i> participantes e parceiras do Programa CI-Brasil	92
Quadro 16. Escala de aceitação do PADIS, como indutor de inovação de acordo com o modelo de negócios.....	99
Quadro 17. Avaliação das ações do governo voltada para inserção em CGV	101
Quadro 18. Principais definições de governança corporativa na literatura.....	103
Quadro 19. Evidências empíricas da governança da direção para a indústria de semicondutores brasileira.....	109
Quadro 20. Evidências empíricas da governança da coordenação para a indústria de semicondutores brasileira.....	111
Quadro 21. Gasto com P&D (% receita) das empresas brasileiras de semicondutores, para os diferentes modelos de negócios.....	120
Quadro 22. Grau de escolaridade da força de trabalho da indústria de semicondutores (referente a 31 dezembro de 2021).....	121
Quadro 23. Obstáculos à inovação, de acordo com as empresas de semicondutores	127
Quadro 24. Escala de importância de parceiros de inovação do setor de semicondutores	130
Quadro 25. Principais projetos em andamento do Ceitec no período do processo de liquidação.....	134

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos do processo de contratação.....	31
Tabela 2. Principais empresas de semicondutores em 2022, segundo a receita	51
Tabela 3. Evolução do <i>Market-share</i> das exportações de circuito integrado, para diversas economias, de 1990 a 2022	52
Tabela 4. Evolução do índice ICII de circuito eletrônico integrado, para diversas economias, de 2000 a 2022	54
Tabela 5. Participação para trás e para frente na CGV da indústria de computador e equipamentos eletrônicos e elétricos para diversas economias, para os anos de 2000, 2010 e 2018.....	55
Tabela 6. Mapeamento das principais empresas/institutos participantes da cadeia de semicondutores no Brasil da primeira geração (implementadas nas últimas décadas do séc. XX)	59
Tabela 7. Principais parceiros comerciais das exportações brasileiras de CIs nos anos 2000	62
Tabela 8. Principais parceiros comerciais das importações brasileiras de CIs nos anos 2000	63
Tabela 9. Relação salário real da indústria de componentes eletrônicos e indústria de transformação, de 1996 a 2020	66
Tabela 10. Indicadores do PADIS, de 2011 a 2019	96
Tabela 11. Indicadores do PADIS, dos anos de 2020 (dados disponíveis somente do 4º trimestre do ano) a 2022.....	98
Tabela 12. Principais empresas patenteadoras no USPTO (número de patentes) em 2015 e 2022....	119
Tabela 13. Grau de novidade da inovação de produto e processo no setor de componentes eletrônicos, de 2006 a 2017	124
Tabela 14. Grau de novidade da inovação de produto e processo em semicondutores.....	124
Tabela 15. Empresas do setor de componentes eletrônicos que implementaram inovações com cooperação e principais parceiros (%), nos anos 2000.....	129

Lista de siglas e abreviaturas

ABISEMI	Associação Brasileira da Indústria de Semicondutores
BM	Banco Mundial
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CGV	Cadeia Global de Valor
CI	Circuito Integrado
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
COMTRADE	<i>United Nations Commodity Trade Statistics</i>
DH	<i>Design House</i>
EMNs	Empresas Multinacionais
EUA	Estados Unidos da América
FMI	Fundo Monetário Internacional
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDE	Investimento Direto Estrangeiro
IDM	<i>Integrated Device Manufacturers</i>
GATT	<i>General Agreement on Tariffs and Trade</i>
ICII	Índice de Composição Intra Industrial
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
NEI	Nova Economia Institucional
OCDE	Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMC	Organização Mundial do Comércio

PADIS	Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores e Displays
PBM	Plano Brasil Maior
PDI	Pesquisa Desenvolvimento e Inovação
PDP	Plano Desenvolvimento Produtivo
PIA	Pesquisa Industrial Anual
PINTEC	Pesquisa de Inovação
PITCE	Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior
SIA	<i>Semiconductor Industry Association</i>
SNI	Sistema Nacional de Inovação
TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TIVA	<i>Trade in Value Added</i>
WSTS	<i>World Semiconductor Trade Statistic</i>

Sumário

INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1. FORMAS DE GOVERNANÇA E <i>UPGRADING</i> TECNOLÓGICO NAS CADEIAS GLOBAIS DE VALOR: UMA REVISÃO DE LITERATURA	20
1.1. Surgimento e intensificação do processo de fragmentação produtiva	20
1.2. Dinâmica das CGVs.....	22
1.2.1. Origem e desenvolvimento do termo “Cadeias Globais de Valor”	22
1.2.2. Caracterização das CGVs	24
1.3. Formas de governança e poder na abordagem das CGVs.....	28
1.3.1. Formas de governança 1.0	29
1.3.2. Formas de governança 2.0.....	30
1.3.3. O poder nas CGVs.....	33
1.4. <i>Upgrading</i> tecnológico.....	36
1.4.1. Introdução do elemento da inovação com vistas ao <i>upgrading</i> (econômico e social)	38
1.5. Políticas públicas (governança externa) como indutor de <i>upgrading</i>	40
Considerações finais do capítulo	41
CAPÍTULO 2- DO PANORAMA DA CADEIA GLOBAL DE VALOR DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES A ANÁLISE NO BRASIL DOS ANOS 2000.....	43
2.1. A importância do setor de semicondutores: uma breve introdução	43
2.2. Dinâmica da indústria de semicondutores global: apontamentos da concorrência em Cadeias Globais de Valor ao longo dos anos 2000.....	45
2.2.1. Evolução dos modelos de negócios adotados na indústria de semicondutores	45
2.2.2. <i>Performance</i> da indústria de semicondutores global.....	48
2.2.3. Competitividade da indústria de semicondutores global: uma análise sobre a ótica de indicadores de comércio internacional (<i>Market-share</i> das exportações, ICII e Participação em CGV)	52
2.3. Dinâmica da indústria de semicondutores no Brasil	55
2.3.1. Desenvolvimento da indústria de semicondutores no Brasil nas últimas décadas do século XX	55
2.3.2. Indicadores de desempenho da indústria de semicondutores do Brasil nos anos 2000.....	60
2.3.3. Mapeamento das empresas do setor de semicondutores no Brasil na atualidade.....	66
Considerações finais do capítulo.....	74

CAPÍTULO 3. FORMAS DE GOVERNANÇA EXERCIDA EM CGV: UMA ANÁLISE DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES BRASILEIRA ANOS 2000	76
3.1. Governança externa: da análise dos casos de sucesso global ao caso da indústria de semicondutores brasileira.....	77
3.1.1. <i>Benchmarking</i> de governança externa bem-sucedida: uma análise para os países que despontaram na indústria de semicondutores	78
3.1.2. Governança externa sob a ótica das políticas públicas voltadas para o setor de semicondutores no Brasil ao longo dos anos 2000.....	82
3.1.3. Avaliação das políticas públicas voltadas ao setor ao longo dos anos 2000 e posicionamento do Brasil frente à Guerra Comercial entre China e EUA	101
3.2.1. Aspectos conceituais da governança corporativa em CGV	103
3.2.2. Características específicas da governança de cada modelo de negócios do setor de semicondutores.....	105
3.2.3. Governança corporativa em CGV de semicondutores: uma análise empírica para o Brasil	108
3.3. Impactos da pandemia da Covid-19 no setor de semicondutores brasileiro.....	112
Considerações finais do capítulo.....	113
CAPÍTULO 4. DINÂMICA DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES NOS ANOS 2000: UMA ANÁLISE EMPÍRICA PARA O CASO BRASILEIRO	116
4.1. Inovação como o princípio que rege a indústria de semicondutores.....	116
4.2. Análise empírica do desenvolvimento tecnológico da indústria brasileira de semicondutores nos anos 2000	119
4.2.1. Esforço inovativo	120
4.2.2. Resultado inovativo.....	122
4.2.3. Proteção de propriedade intelectual	125
4.2.4. Obstáculos à inovação	127
4.3. O modelo de governança executado no Brasil incentiva parcerias tecnológicas nacionais e/ou internacionais?.....	128
4.4. Casos emblemáticos	132
4.4.1. Ceitec.....	132
4.4.2. Unitec Semicondutores	136
Considerações finais do capítulo.....	137
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	140
REFERÊNCIAS	144

APÊNDICE	156
Apêndice A- Questionário aplicado a pesquisa de campo	156
Apêndice B- Modelo genérico de convite à participação da pesquisa	165
ANEXOS	167
Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UFU)	167
Termo de Compromisso Livre e Esclarecido (TCLE)	170

INTRODUÇÃO

A intensificação do processo de globalização e as mudanças tecnológicas deflagradas no final do século XX, principalmente nas áreas de tecnologia da informação e comunicação (TIC) e logística, desencadearam mudanças estruturais no paradigma do sistema produtivo internacional. Nessa nova fase do capitalismo globalizado, as etapas produtivas estão dispersas e compartilhadas entre diferentes países, conformando uma nova divisão internacional do trabalho, estruturada em atividades tangíveis e intangíveis, que ficou denominada de Cadeias Globais de Valor (CGV), em que diferentes firmas em diferentes localidades (guiado principalmente em função das variáveis custo de produção e potencial tecnológico de cada país) desenvolvem um ou mais estágios do processo de produtivo. Em detrimento disso, tem-se observado uma intensificação dos fluxos comerciais internacionais, descritos por um aumento considerável do volume de bens intermediários vis-à-vis ao comércio de *commodities* e produtos finais.

Para melhor compreender esse fenômeno, é interessante discorrer sobre a governança na qual é definida por Gereffi (1994, p.97, “tradução da autora”) como “relação de autoridade e poder que determina o quanto financeiro, material e recursos humanos são alocados e fluem dentro de uma cadeia”. A importância de direcionar maior foco no tema da governança se deve ao fato de influenciar no processo de *upgrading* (modernização).

A indústria de semicondutores se configura como uma das mais essenciais e dinâmicas na atualidade, dentro do contexto da Indústria 4.0. Sua notoriedade está atrelada às crescentes possibilidades de aplicação dos componentes semicondutores, não se circunscrevendo somente na aplicação do campo eletrônico e de telecomunicações, mas também se consolidando como insumo básico nas áreas tecnológicas (Aita, 2013; Filippin, 2020).

Devido a expressividade desta indústria no desenvolvimento tecnológico, se configurando como um vetor de tecnologia, se faz relevante a compreensão de como as cadeias de produção vem se estruturando nas últimas décadas no contexto das CGVs.

De acordo com a *Semiconductors Industry Association* (SIA, 2016), devido à complexidade desse setor sua cadeia é consideravelmente especializada e dispersa globalmente. Sturgeon e Kawakami (2010) apontam que uma das razões da complexidade da cadeia consiste no fato que as peças eletrônicas possuem uma relação de alto valor para peso, tornando o transporte de longa distância relativamente barato.

Outra razão apontada na literatura para o caráter global da produção eletrônica é a natureza da arquitetura do produto e da cadeia de valor da indústria, que pode ser caracterizada como altamente “modular” (Prencipe; Davies; Hobday, 2003).

Por se tratar de um setor dinâmico, com alta demanda, requer volumes consideráveis de investimentos em P&D e *design*, além de baixo custo da produção, testes, montagem, empacotamento e distribuição. Essas pressões têm conduzido empresas do segmento a avançarem em modelos de negócios voltados ao *offshoring*, com o intuito de alcançar potenciais fornecedores com maior nível de eficiência (SIA, 2016). Neste sentido, é importante a compreensão da dinâmica do Brasil neste setor, de que forma está pautada sua atuação para assim entender seus possíveis riscos e oportunidades.

No que tange aos riscos e oportunidades, no contexto atual de pandemia, a cadeia produtiva global em questão sinaliza mudanças no padrão de governança, conduzidas principalmente pelas fragilidades que vieram à tona. Diante de uma possível remodelagem da CGV, é importante avaliar possíveis oportunidades para que o Brasil ascenda na escada tecnológica.

Frente a essa complexa realidade, esta dissertação tem o objetivo de analisar a estrutura de governança na qual o Brasil está inserido na CGV da indústria de semicondutores nos anos 2000, buscando compreender se a governança contribui para o desenvolvimento inovativo.

A partir deste cenário, indaga-se: o modelo de governança exercido na indústria de semicondutores brasileira potencializa a dependência tecnológica do país?

No que tange a hipótese central desta dissertação, acredita-se que nas últimas décadas o país perdeu expressividade no segmento produtivo do setor de semicondutores, principalmente devido ao processo de abertura comercial. Ainda hoje, o país se situa às margens das CGVs, atuando principalmente como na linha de montagem (*back-end*), passível de substituição, na qual agrega baixo valor.

A dissertação utilizará como procedimento a análise bibliográfica, por meio da leitura de materiais publicados em livros, em revistas acadêmicas e anais de congressos científicos. Também é pertinente ressaltar que parte expressiva da dissertação (principalmente capítulos 3 e 4) se baseará em informações primárias obtidas por meio da pesquisa de campo, que inclui a aplicação de questionário direcionado a gestores das principais empresas atuantes no país.

Além desta introdução, a dissertação é composta de mais quatro capítulos, além de uma breve seção de considerações finais. O primeiro capítulo apresenta uma revisão bibliográfica que permite compreender o surgimento do fenômeno do que ficou das CGVs e seus desdobramentos nos padrões de concorrência e nas formas de organização da produção. O

segundo capítulo busca compreender a dinâmica da cadeia produtiva do setor de semicondutores, por vias de uma visão mais abrangente focada na atuação deste setor no Brasil.

O terceiro capítulo se propõe a avançar, identificando e avaliando as formas de governança estabelecidas na indústria de semicondutores nacional perante o contexto das CGVs, ao longo das duas primeiras décadas do século XXI, que permite explicar, em alguma medida, a *performance* desta indústria local.

Dentre as atribuições do quarto capítulo, se destacam: verificar a dinâmica de inovação neste setor no Brasil (que foi viabilizado por vias do questionário aplicado às empresas do setor); e analisar se a forma que está organizada a governança nas CGVs estimula o progresso tecnológico. Por último, as considerações finais apresentam uma breve análise sobre os principais apontamentos e resultados obtidos em cada capítulo desta dissertação.

CAPÍTULO 1. FORMAS DE GOVERNANÇA E *UPGRADING* TECNOLÓGICO NAS CADEIAS GLOBAIS DE VALOR: UMA REVISÃO DE LITERATURA

O presente capítulo tem como objetivo desenvolver uma revisão da literatura que permita compreender o desenvolvimento das Cadeias Globais de Valor (CGVs) e seus desdobramentos nos padrões de concorrência, nas regulações e nas formas de organização da produção.

Para alcançar o objetivo proposto com maior didática, este capítulo será estruturado da seguinte forma: na seção 1 será retratado o surgimento e intensificação do processo de fragmentação produtiva; a seção 2 abordará questões envolvendo a dinâmica das Cadeias Globais de Valor; em seguida, na seção 3, será abordada questões centrais do tema, como as formas de governanças; na seção 4 será *upgrading* tecnológico; e na seção 5 se discutirá políticas públicas (governança externa) como indutor de *upgrading*; por fim, se exhibe as considerações finais.

1.1. Surgimento e intensificação do processo de fragmentação produtiva

A fragmentação da produção encontra suas raízes no conceito de divisão internacional do trabalho, no contexto da primeira revolução industrial. Smith (1776) compreendia que a divisão do trabalho conferia vantagens produtivas às nações, possibilitando a prosperidade econômica. Na presença de limitação na extensão do mercado ou na escala de produção, a continuidade do crescimento econômico seria através do comércio internacional (Hermida, 2017).

O conceito primitivo de fragmentação internacional da produção estava circunscrito em um comércio inter-firmas, caracterizado pelo intercâmbio de bens finais. A partir das últimas décadas do século XX, a noção de fragmentação passou por novos delineamentos, convergindo para uma situação de comércio intra-industrial, tendo como característica predominante o intercâmbio de produtos intermediários.

Essa transfiguração do conceito de fragmentação rompe com o paradigma do comércio exterior, o modelo Heckscher-Ohlin, dotação de fatores. Desse modo, reconfigura a relação de comércio internacional, extinguindo a necessidade de adquirir competência em todos os estágios da produção de um bem e possibilitou que muitos países pudessem se integrar a uma rede de cooperação transfronteiriça, partilhando a produção e concentrando em apenas uma ou algumas etapas produtivas na concepção de um bem final.

Dados estatísticos de organizações internacionais revelam que atualmente mais de 80% do comércio internacional é conduzido por meio de bens e serviços intermediários (UNCTAD, 2013). Essa situação corrobora com a ideia de predominância do comércio intra-firma.

Estevadeordal, Suominen e Blyde (2012), Baldwin e Robert-Nicoud (2004) e Lima (2017a) afirmam que esse tipo de especialização permitiria que os países em desenvolvimento participassem de uma nova estratégia de divisão internacional do trabalho. Segundo os autores, isso abre possibilidades de países em desenvolvimento alavancarem e melhorarem suas exportações, adentrando em um processo de industrialização, ainda que de início seja em etapas que agregam pouco valor.

Dentre os fatores que desencadearam a intensificação da fragmentação, é comum a literatura destacar: avanços tecnológicos nos meios de comunicação, facilitando a coordenação da produção dispersa; avanços nos meios de transporte e logística, como a modularização que permitiu reduzir custos de transporte (geração de economias externas); reformas liberalizantes, como redução de barreiras tarifária e acordos regionais (Hermida, 2017; Oliveira, 2015; Pinto; Fiani; Corrêa, 2016; Sturgeon *et al.*, 2013; Veiga; Rios, 2014).

No tocante ao processo de globalização, Oliveira (2015) entende que pode ser mais bem compreendido a partir de três óticas distintas, nas quais enfrentam mudanças simultaneamente, com ênfase diferentes, mas intensa sincronia, nas quais são: globalização comercial, financeira e a da produção.

A globalização comercial é definida pelo avanço do fluxo comercial internacional, principalmente de produtos intermediários. Este movimento do comércio exterior esteve vinculado aos baixos custos de transporte; expansão da internet, que permitiu obter maior controle da produção dispersa; a abertura de mercados nacionais (como a queda da União Soviética em 1991); também, não menos importante, as negociações no âmbito do GATT/OMC que possibilitaram a liberalização de tarifas e queda de barreiras não tarifárias (Oliveira, 2015).

No âmbito da globalização financeira, destaca-se a aguda intensificação dos fluxos de capital e a velocidade de circulação da moeda e do crédito, podendo ser através de empréstimos, investimento em portfólio ou mesmo em trocas cambiais. Todo esse movimento foi consolidado devido a desregulamentação nos mercados de capitais.

Por fim, a globalização da produção é definida como:

Um processo de internacionalização, fragmentação e dispersão geográfica das atividades produtivas, ou dos vários estágios de produção ao longo da cadeia produtiva de bens e serviços, somada a uma profunda integração funcional entre esses fragmentos (Oliveira, 2015, p.54).

Tal produção fragmentada e globalizada somente encontra viabilidade em virtude do progresso tecnológico que surgiu principalmente na área da informação, comunicação e transporte, pois a estruturação e coordenação desses processos necessitam de uma capacidade de codificação e transferência de dados entre os atores da cadeia dispersos ao redor do globo, para que haja redução de custos, sem tantos riscos. As multinacionais são caracterizadas como os atores principais responsáveis por esse método de produção. Conjuntamente a elas, seus fornecedores e parceiros logísticos constroem as CGVs (Oliveira, 2015; Singer, 2017).

Oliveira (2015) sustenta a ideia de que a globalização econômica e CGVs são processos indissociáveis, pois ambos possuem propulsores comuns. Oliveira (2015, p. 36) afirma que “A formação das cadeias globais seria em realidade um aspecto da globalização da produção, refletindo os altos níveis de interconexão entre comércio, investimentos e serviços”.

1.2. Dinâmica das CGVs

Para a maior compreensão, esta seção 1.2 será estruturada da seguinte forma: a subseção 1.2.1 discorre sobre origem e desenvolvimento das CGVs; 1.2.2 apontará as características determinantes das CGVs; na subseção 1.2.3 faz-se a discussão se as cadeias são de fato globais ou possuem teor regional, através de contribuições teóricas; a subseção 1.2.4 se propõe a apresentar de forma holística a literatura sobre as formas de governança e a forma que essa temática veio evoluindo no decorrer do tempo; a subseção 1.2.5 aborda o conceito de *upgrading*, que busca compreender as estratégias que viabilize países, regiões e firmas a melhorarem seu posicionamento em CGV; por fim, a subseção 1.2.6 aborda questões de governança externa, mais precisamente quais são as políticas que os governos podem utilizar para a inserção e melhoramento dos países nas CGVs.

1.2.1. Origem e desenvolvimento do termo “Cadeias Globais de Valor”

Bair (2005) observa que a literatura se apresenta de forma plural no que tange à temática de cadeias. A autora salienta que houve uma ruptura da tradição original de pesquisa dos autores do “sistema-mundo”, resultando em duas interpretações, nas quais são: “*Global Commodity Chain*” (traduzido para Cadeias Globais de *Commodities*) e “*Global Value Chain*” (traduzido

para Cadeias Globais de Valor). Os autores do “sistema mundo” adotavam uma perspectiva mais holística e macro, ao passo que a literatura das CGVs (mais recente) se volta para uma dinâmica micro.

A literatura aponta que o termo “Cadeias Globais de *Commodities*” foi cunhado por Hopkins e Wallerstein (1977). Esse conceito emerge da necessidade que os autores tinham em identificar o processo produtivo do insumo ao produto final, focados nas relações centro-periferia. Entendiam que todas as firmas que recebem insumos e fazem um processo de modificação de tais insumos, repassando ou finalizando a mercadoria, estarão compondo uma cadeia de mercadorias. Nessa teoria os autores enfatizam o poder dos Estados em suas políticas nacionais sobre o comércio (Oliveira, 2015, p. 14).

Posteriormente, Gereffi e Korzeniewicz (1994) apresentam três principais dimensões do estudo nas Cadeias Globais de Commodities: relação insumo-produto, territorialidade e governança. Uma estrutura insumo-produto, acompanha um processo de mutação de insumo a produtos finais, uma sequência de atividades econômicas que adicionam valor; a territorialidade definida pela concentração de empresas em redes de produção e distribuição; e estrutura de governança, com relações de autoridade e poder. Posteriormente é adicionado uma 4ª dimensão, na qual aborda o contexto institucional, em que é composta de distintas escalas – local, nacional e internacional, que indica a influência sobre a organização e o funcionamento da cadeia. Bair (2005) destaca que dentre as 4 dimensões de estudo, a dimensão da governança é a quem tem despertado maior interesse de pesquisadores, devido evidenciar as relações de poder existentes ao longo da cadeia.

No início dos anos 2000 esses mesmos autores comandam uma nova atualização na terminologia, passando a utilizar o termo “Cadeias Globais de Valor”. Essa atualização era considerada mais apropriada para descrever um grupo maior de produtos que pudessem compor as cadeias (Sturgeon, 2008).

De modo geral, esses autores compreendem a CGV como uma gama completa de atividades que as empresas e os trabalhadores realizam para produzir um produto, desde a sua concepção até o seu uso e além (Gereffi; Fernandez-Stark, 2011). A palavra cadeia mantém seu significado de interconexão entre os diversos atores e atividades, na qual todas as ações dentro da cadeia terão consequências nas etapas seguintes em um sistema de retroalimentação (Singer, 2017).

Utiliza-se o termo global, devida a existência de um nível de coordenação das atividades dispersas no globo, pois não estão apenas dispersas através de fronteiras nacionais, porém, em

algum grau, estão vinculadas funcionalmente (globalização), exigindo coordenação e governança (Hermida, 2017).

Por último, vale destaque ao uso da expressão “valor”, que vem substituir o termo “mercadoria” ou “*commodity*”, e que explicita a ideia de agregação de valor ao produto inerente a cada fase realizada (Singer, 2017). O termo “cadeia de valor”, comumente utilizado na literatura de negócios internacionais seria agregado à análise, ademais, a ideia de que comércio internacional e produção industrial podem ser compreendidos como uma cadeia de agregação de valor (Oliveira, 2015).

1.2.2. Caracterização das CGVs

Identificadas as questões históricas e semânticas do conceito da CGVs, procura-se entender a forma que esse fenômeno vem se consolidando e seus desdobramentos nos padrões de concorrência, nas regulações e nas formas de organização da produção.

Para melhor compreensão do processo dinâmico das CGVs é necessário delinear as diferenças existentes com o processo de fragmentação produtiva. Em essência, ambos buscam compreender esse processo de aprofundamento da globalização dos processos produtivos, porém com enfoques distintos (Carneiro, 2015). Flores Jr (2010) destaca que o conceito de fragmentação da produção tenta captar a dispersão das etapas envolvidas na produção de bens e serviços por diversos países. Carneiro (2015), destaca que as CGVs buscam compreender como funcionam as relações entre empresas que participam destes processos produtivos fragmentados, e a ênfase geralmente recai sobre a estrutura de governança que sentencia o funcionamento dessas cadeias.

O remodelamento da estrutura do comércio exterior está vinculado às mudanças nas decisões corporativas, principalmente das grandes corporações, que outrora priorizavam o modelo de produção fordista, na qual pretendia concentrar todas as etapas produtivas em uma só firma (verticalização), visando atingir maiores economias de escala, e assim, minimizar os custos de produção e transação. Entretanto, as mudanças no paradigma técnico-produtivo, institucionais e a relação com o mercado demandam maior especialização produtiva e desenham novas formas de competitividade, através da interação entre empresas como uma estratégia de obter maior competitividade no mercado global (Tigre, 2006).

O processo de terceirização ocorre da seguinte forma: as grandes corporações realocam suas atividades, concentrando-se em atividades que dialogam com suas competências essenciais sendo predominantemente atividades de maior valor agregado, ao passo que as demais

atividades são fornecidas por empresas terceirizadas, podendo se localizar no mesmo território que as EMN (*outsourcing doméstico*), através de fornecedores nacionais; ou internacionalmente (*offshoring*), podendo ser por fornecedor estrangeiro ou por filiais que operam em outra localidade (Hermida, 2017; Oliveira, 2015). “A fragmentação internacional da produção é entendida na sua plenitude quando da realização do *offshoring*” (Hermida, 2017, p.74).

No âmbito das CGVs o trabalho é dividido entre diversas empresas e países. Ao invés de concentrar toda a cadeia produtiva de um bem em um determinado local, a empresa executa o processo de transferência de algumas atividades que compõem a cadeia para outro(s) país(es) – o que a literatura intitula de *offshoring* de tarefas, ou para outras firmas (*outsourcing*), ou as duas coisas (para outras empresas em outros países) (Carneiro, 2015).

Conforme indicado na seção 1, comumente apontado pela literatura, dentre os fatores que permitiram que essa divisão do trabalho avançasse para além do intercâmbio de produtos finais e alcançassem as etapas intermediárias da produção, se destacam: a redução dos custos envolvidos no comércio, como avanços tecnológicos nos meios de comunicação, o que viabilizou a coordenação da produção dispersa; e o considerável avanço nos meios de transporte e logística, possibilitando a redução dos custos de deslocamento.

Baldwin (2013) ressalta que os desnivelamentos salariais entre países desenvolvidos e em desenvolvimento – e a existência, nestes últimos, de considerável base industrial construída ao longo do século XX possibilitaram que esta separação fosse rentável. Desse modo, Carneiro (2015) salienta que ficou disponível aproveitar as vantagens comparativas não somente a nível de produtos, mas também nas atividades que compõem o processo produtivo. Ficou evidente a possibilidade de explorar salários baixos em países em desenvolvimento para executar tarefas intensivas em mão de obra menos qualificada, como ocorre na fase de montagem.

Carneiro (2015) aponta que o processo de *offshoring*, é caracterizado apenas como uma das dimensões do padrão de divisão internacional do trabalho que foi desenvolvido nas últimas décadas, não sendo elemento satisfatório para explicar a formação das CGVs no seu formato atual. O autor discorre que uma das características marcantes das CGVs se pauta no fato de que a produção não só é dispersa globalmente, como também é compartilhada por várias firmas diferentes. Desse modo, se faz necessário examinar outra dimensão do padrão de divisão do trabalho nas CGVs: entre firmas (*Outsourcing*).

Araújo Jr (2013) chama a atenção para o processo de *Outsourcing* que não é fenômeno recente. No final da década de 30, Ronald Coase já se ocupava em entender os determinantes da decisão de uma firma de integralizar ou não alguma atividade de seu processo produtivo, inserindo o elemento teórico que ficou denominado de “Teoria dos Custos de Transação”.

De forma resumida, a Teoria dos Custos de Transação discute o custo dos vários fatores de produção envolvido para o empreendimento justificar-se, devem ser necessariamente inferiores à aquisição de determinado bem no mercado (Geiger, 2011). Esta relação se configura como um dos determinantes do *trade-off* entre verticalização e terceirização.

Em um contexto histórico, a existência de consideráveis custos de transação, ao longo do século XX, é capaz de explicar o intenso movimento de integração vertical praticado pelas empresas. Este movimento perde força com o avanço das TICs e melhoras no transporte que propiciaram a redução dos custos de transação necessária para que fossem economicamente oportunas a proliferação das práticas de *Outsourcing* e a especialização vertical das firmas (Carneiro, 2015).

Tais avanços viabilizaram o advento de formas cada vez mais complexas de relacionamento entre a empresa-líder e seus fornecedores, dando origem às cadeias de valor com as complexas estruturas de governança que se observam atualmente (Gereffi, Humphrey e Sturgeon, 2005).

A forma de organização das CGVs invocou a importância dos serviços para as atividades produtivas. A expansão dos serviços é consequência do processo de especialização vertical: sempre que uma empresa passa a adquirir no mercado ou terceirizar algum tipo de insumo, concomitantemente gera novas atividades não apenas para o fornecedor deste insumo, mas também para os prestadores de serviços de transportes, seguros, intermediação financeira etc (araújo jr., 2013). Isso se torna ainda mais evidente quando analisamos que muitas das atividades que compõem uma cadeia de valor são, elas próprias, serviços (*design, marketing, relacionamento com clientes* etc).

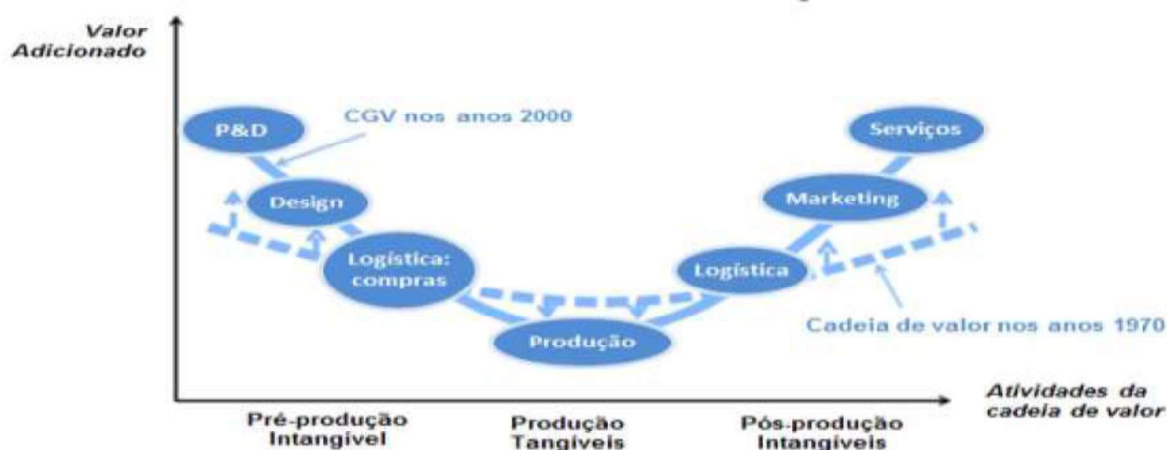
Oliveira (2015) e Baldwin (2013) descrevem o atual padrão de comércio exterior do século XXI da seguinte forma: i) comércio predominantemente de componentes; ii) investimentos internacionais direcionados à esfera produtiva, treinamentos, tecnologia; iii) utilização em larga escala de serviços voltados à infraestrutura para coordenar a produção que está dispersa geograficamente, principalmente serviços de telecomunicações, internet, transporte de cargas aéreas e serviços de despacho aduaneiro; iv) fluxo transfronteiriço de conhecimentos, como propriedade intelectual e outras formas tácitas de transferência de *know-how* e de *marketing*.

Na posição de líderes das CGVs, as multinacionais impõem dominância sobre as empresas terceirizadas (assimetria de poder), determinando prazos, padrões de qualidade e especificações do produto (Oliveira, 2015; Pinto; Fiani; Corrêa, 2016; Rios; Veiga, 2014). Altenburg (2007) salienta que a empresa líder dita os parâmetros das negociações e determina

os padrões de qualidade a serem cumpridos devido a posse de ativos estratégicos, como: marcas consolidadas e conhecimento exclusivo sobre mercados.

Carneiro (2015) destaca que esses ativos estratégicos asseguram à firma-líder um elevado grau de poder de mercado (elevadas barreiras à entrada) que lhe proporciona maior captura do valor gerado ao longo da cadeia. No que tange aos demais agentes que compõem a cadeia, a posição destes depende do grau de barreiras à entrada que é vigente: quanto mais baixas, mais fraca é sua posição negociadora, sendo de fácil substituição, e assim menor será sua capacidade de ditar os rumos da cadeia e menores serão os ganhos. Com o intuito de melhor apresentar esse processo de agregação de valor ao longo das atividades da cadeia produtiva, foi criada a “Curva Sorriso”, conforme exposta abaixo, na Figura 1.

Figura 1. A "Curva Sorriso" do valor adicionado das atividades em CGV



Fonte: OECD (2013 a, p.216).

A curva sorriso tem objetivo de demonstrar que, no ciclo produtivo, as atividades referentes a P&D e serviços agregam valores mais elevados à mercadoria, ao passo que no estágio de montagem é atribuído menor valor (Zhang e Schimanski, 2014). Baldwin (2013) assinala que esses estágios de pré e pós-fabricação capturam maior valor agregado devido às habilidades necessárias às atividades que geram produtos diferenciados. Geralmente são grandes empresas de países desenvolvidos que ocupam estágios na cadeia com maior agregação de valor. O supracitado autor chama a atenção para a mudança na inclinação da curva sorriso dos anos 1970 para os anos 2000, onde atualmente as atividades de pré e pós-produção intangíveis atingem níveis mais elevados que outrora. À medida que o custo é reduzido no processo de *offshoring*, o valor adicionado também acompanha essa redução, sendo esse valor atrelado aos custos, culminando com que as atividades centrais capturem uma maior porcentagem do valor do produto.

As firmas que optam pelo processo de terceirização da etapa de montagem precisam transmitir informações técnicas de determinado componente a ser produzido, de como gerenciar tal fornecedor para redução de custos e até mesmo transferir conhecimento para que o transporte da mercadoria se dê de forma a garantir um padrão de excelência, fortalecendo assim um dos principais ativo intangível: a marca (Singer, 2017).

No que tange a “Curva Sorriso” vale salientar que não é estática, podendo os agentes que compõem a cadeia transitar de uma função que agrega menor valor para outra de maior valor, um movimento no qual é denominado de “*Upgrading*”. Gereffi (1999), descreve *upgrading* como sendo um processo pelo qual uma empresa ou nação se torna hábil a evoluir a nichos econômicos mais rentáveis e/ou tecnologicamente mais sofisticados e intensivos em conhecimento.

Ainda no tocante às possibilidades para os países, a abordagem das CGVs salienta duas questões importantes: de um lado, a governança exercida, ressaltando o modo como as firmas líderes interagem com outras empresas; de outro lado, as políticas executadas nos países em desenvolvimento com vistas ao *upgrading* de suas posições na economia global (Gereffi e Sturgeon, 2013; Gereffi, 2001; Almeida, Lins e Catela, 2020). Nas próximas seções será abordado com melhor precisão conceitos como a governança e *upgrading*, nos quais são elementos chave para a compreensão deste fenômeno.

1.3. Formas de governança e poder na abordagem das CGVs

A presente seção toma para si a tarefa de apresentar a discussão de governança na qual se configura como elemento central na compreensão da dinâmica de CGV e a forma que veio evoluindo ao longo do tempo. A fragmentação internacional da produção se configura como uma pré-condição para o desenvolvimento das CGVs. No entanto, para a maior compreensão do fenômeno das CGVs requer abranger o conceito de governança das cadeias produtivas, identificando como é estabelecida a relação de poder entre os agentes que compõem a cadeia (Gereffi, 2014; Hermida, 2017). E é essa governança que determina a organização e a lógica de funcionamento da cadeia de valor (Lima, 2021).

Pietrobelli e Saliola (2009, p.949) apontam que “em algum momento na cadeia algum nível de coordenação é necessário”, sendo o termo governança mais apropriado que coordenação por retratar o envolvimento e participação proativa dos agentes que compõem a cadeia.

Gereffi (1994, 1999) indica que a participação de um país no processo produtivo fragmentado e em CGV não lhe assegura ganhos, pois nem todos os países integrantes dessas

cadeias conseguem extrair benefícios. Esses benefícios dependerão principalmente do tipo de governança estabelecido na cadeia, e da capacidade de apropriabilidade/cumulatividade de conhecimento pelas firmas nacionais na implementação de determinado estágio do processo produtivo, ligada ao aprendizado e à mudança tecnológica (Hermida, 2017).

1.3.1. Formas de governança 1.0

A última década do século XX testemunhou os primeiros empenhos da comunidade acadêmica voltada ao tema de Cadeias produtivas internacionais em sistematizar uma tipologia e análise das estruturas de governança, a partir do comportamento dos principais agentes participantes – as firmas-líderes (geralmente multinacionais), suas subsidiárias e os fornecedores independentes (Carneiro, 2015).

Gereffi (1994, p.7, tradução da autora) define governança como as “relações de poder e autoridade que determinam como recursos financeiros, materiais e humano serão alocados e fluem dentro de uma cadeia”. Também neste célebre artigo, que de modo pioneiro, o autor classifica as CGVs em duas categorias, de acordo com as estruturas de governança (formas de condução da cadeia):

- 1) **Cadeias orientadas pelo produtor (*producer-driven chains*):** refere-se àquelas indústrias nas quais empresas transnacionais desempenham o papel central no controle da produção. Esse tipo de governança é característico da indústria intensiva em capital e tecnologia, como automotiva e equipamentos elétricos. A subcontratação internacional de componentes é comum, especialmente para o processo de produção intensivo em trabalho.
- 2) **Cadeias orientadas pelo comprador (*buyer-driven chains*):** referem-se àquelas indústrias nas quais grandes varejistas desempenham o papel fundamental na criação de redes de produção descentralizadas em vários países exportadores, geralmente localizados no terceiro mundo. Esse padrão de governança é característico da indústria de bens de consumo intensivo em mão-de-obra, como roupas, calçados e brinquedos. A fabricação por contrato internacional prevalece, mas a produção é geralmente realizada por fábricas independentes de países em desenvolvimento que fabricam produtos acabados (em vez de componentes ou peças). As especificações são fornecidas pelos compradores e empresas de marca que projetam as mercadorias. Altenburg (2007) discorre que nestes setores é menor o nível de barreiras à entrada no segmento de produção. Os ativos estratégicos que garantem o controle da cadeia são fatores de mercado, como reputação, marca ou controle de uma rede de distribuição.

1.3.2. Formas de governança 2.0

Assim como o termo “Cadeias Globais de Commodities” não foi suficiente para abarcar todas as transformações ocorridas no sistema produtivo internacional já nos primórdios do século XXI, sendo substituída por um termo de maior abrangência como “Cadeias Globais de Valor”; assim ocorre com as formas de governança apresentadas acima, não sendo suficiente para explicar essa dinâmica de complexificação da governança.

Para a melhor compreensão da teoria dinâmica de governança que será apresentada, é necessário resgatar aspectos teóricos nos quais essa nova teoria se embasa, como o campo de estudos da chamada “Nova Economia Institucional (NEI)”, mais especificadamente na “Economia dos Custos de Transação (ECT)”, em que fornecem os primeiros *insights* sobre a necessidade de estabelecimento de estruturas de governança em CGVs (Oliveira, 2015).

Em uma aproximação do mundo real, devido à complexidade e limitações existentes, afastando dos pressupostos neoclássicos, a nova economia institucionalista (tendo como seus principais representantes Coase e Williamson) substitui o conceito de função de produção pelo conceito de estrutura de governança. Nesta linha de raciocínio, entende-se que os custos de transação ocorrem à medida que os agentes recorrem ao mercado na aquisição de um bem/serviço e esses custos seriam, de modo formal, os custos de negociar, de garantir que um contrato será efetivado.

A abordagem da ECT adota como premissas fundamentais: a) **racionalidade limitada** dos agentes, afirmando a impossibilidade de prever todas as circunstâncias futuras; e b) **comportamento oportunista**, que surge como decorrência da racionalidade limitada e devido à assimetria de informações entre as partes.

A partir dos pressupostos adotados, Williamson (1989) discorre sobre as características das transações que são analisadas a partir das seguintes perspectivas: **frequência**, quanto maior a frequência das transações, mais complexo será o arranjo contratual na tentativa de inibir ações oportunistas; **grau de incerteza subjacente**, que está correlacionado com o grau de confiança dos agentes, quanto maior a incerteza, maior a complexidade da transação; e por fim, a **especificidade dos ativos**, em que quanto maior a especificidade, mais complexo serão as negociações, demandando uma estrutura de governança mais sólida. Desse modo, quanto maior o grau de complexidade dos contratos, maior será a propensão do agente que convergirá para uma situação de integração vertical, na qual terá mais domínio da governança da cadeia produtiva e será menos refém de práticas oportunistas. A Tabela 1, abaixo, apresenta alguns

atributos no processo de contratação, que guiaram nas tomadas de decisão dos agentes entre internalizar a atividade (integração vertical) ou externalizar para o mercado.

Tabela 1. Atributos do processo de contratação

Racionalidade Limitada	Oportunismo	Especificidade dos ativos	Processo de contratação
0	+	+	Planejamento
+	0	+	Promessa
+	+	0	Competência (mercado)
+	+	+	Governança

Fonte: Williamson (1989, p.41).

Williamson (1985) *apud* Oliveira (2015) contesta a ideia neoclássica sobre a eficiência da coordenação via mercado. De acordo com o autor, conforme o nível de especificidade do ativo envolvido, a frequência com que as partes transacionam, e o nível de incerteza presente, optar-se-ia pela adoção de determinada forma de coordenação que seria a mais eficiente em termos de minimizar custos de transação. O autor sugere três formas de coordenação: mercado, apresenta como determinante o sistema de preços; forma hierárquica (integração vertical) e forma híbrida (relações do tipo *network*), na qual há uma dependência bilateral.

A partir dessas contribuições, Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005) avançam na construção de uma teoria da governança em Cadeias Globais de Valor. Os autores trabalham com as três formas de coordenação apresentadas anteriormente, indo além ao desmembrar as relações do tipo *network*, desmembrando em outras três as quais os autores intitulam de “cativa”, “modular” e “relacional”. Desse modo, nesta nova atualização da teoria da governança, os autores trabalham com cinco formas de governança: mercado, modular, relacional, cativa e hierárquica, conforme detalhado no Quadro 1.

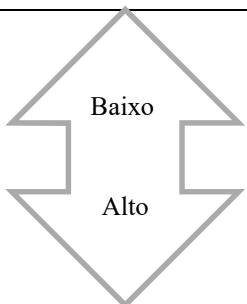
Quadro 1- Tipos de governança e principais características

Tipo de governança	Características
Mercado	<ul style="list-style-type: none"> -Frequência nas transações, com baixa especificação do produto; -O preço é considerado o instrumento principal de governança.
Modular	<ul style="list-style-type: none"> -Transações complexas, em que são minimizadas pelo avanço da área de informação; -Toda a produção das empresas fornecedoras é voltada para atender às necessidades de seus compradores; -As empresas fornecedoras arcam com todo o processo tecnológico; -Estrutura de governança flexível, devido ao grau de substituição tanto dos fornecedores quanto dos clientes. Essa estrutura envolve um fornecedor-chave que atende às especificações da firma líder.
Relacional	<ul style="list-style-type: none"> -Elevado grau de especificidade dos ativos, dificultando a transmissão de conhecimento tácito; -Gerenciamento das informações através da confiança, e reputação; -Os custos de mudança se configuram em um grau elevado e a maior parte são fornecedores de produtos diferenciados.
Cativa	<ul style="list-style-type: none"> -Relação de dependência dos pequenos produtores para com os grandes compradores, recaindo os custos de mudança para esses fornecedores; -As especificações do produto são altas, porém, é baixa a capacidade dos fornecedores, resultante de sua baixa competência. Nesse contexto, as empresas líderes atuam de forma interventora; -Exemplo: a indústria automobilística.
Hierárquica	<ul style="list-style-type: none"> -Verticalização da produção; - O produto/insumo demandado pela firma apresenta especificidades ou, quando não há fornecedores competentes, levando as empresas a internalizar a produção.

Fonte: Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005).

O grau de coordenação explícita e assimetria de poder é menos relevante na governança de mercado, ao passo que no modelo hierárquico o inverso é verdadeiro. Essas estruturas de governança da produção compartilhada internacionalmente são regidas por três fatores, segundo Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005): a) complexidade da informação transferida quanto às especificações do produto; b) capacidade de codificar essa informação; c) capacitação dos fornecedores.

Quadro 2- Variáveis determinantes da governança em CGV

Tipos de governança	Complexidade das transações	Habilidade de codificar transações	Capacidade dos fornecedores	Grau de coordenação explícita e assimetria de poder
Mercado	Baixa	Alta	Alta	
Modular	Alta	Alta	Alta	
Relacional	Alta	Baixa	Alta	
Cativa	Alta	Alta	Baixa	
Hierarquia	Alta	Baixa	Baixa	

Fonte: Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005, p. 87, tradução da autora).

No Quadro 2, acima, é possível visualizar que o grau de coordenação explícita e a assimetria de poder entre as empresas em que o controle e a disparidade são mais elevados no modelo de governança hierárquica ao passo que a assimetria e a coordenação são reduzidas na governança de mercado. Cada modelo de governança implica em *trade-off* distinto sobre os benefícios e riscos da fragmentação da produção. Devido a isso, esse modelo é usado para entender a razão de determinadas atividades da cadeia serem menos complexas de realocá-las geograficamente, enquanto outras não possuem a mesma eficiência se deslocadas de sua origem (Sturgeon, 2008; Singer, 2017).

Dentre as lacunas existentes, Bair (2005) destaca que Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005) focaram em uma abordagem de governança voltada a literatura dos negócios internacionais, não abordando outras vertentes, como as instituições, as regras, leis e as características do capitalismo.

Kaplinsky e Morris (2001) assinalam que a governança é determinada conjuntamente pela coordenação de atividades e pelo exercício do poder nas cadeias de valor. Complementando essa ideia, Gereffi (2011) reiterou a importância das relações de poder dentro e fora da cadeia. Dentro da cadeia o poder é praticado pela firma líder, nos segmentos à montante (tecnologia, capital) e/ou nas etapas à jusante (vendas, *marketing*, pós-venda). No que tange ao poder externo à cadeia tem relação com o Estado e outras instituições.

1.3.3. O poder nas CGVs

Dallas, Pontes e Sturgeon (2019) desenvolveram uma estrutura que esclarece como diferentes tipos de poder podem explicar a dinâmica da governança da CGV. Eles definem a governança como as ações, instituições e normas que moldam as condições de inclusão,

exclusão e modo de participação em uma cadeia de valor, que por sua vez determinam os termos e a localização da adição, distribuição e captura de valor.

Os autores buscam mostrar que o poder de barganha não surge endogenamente das transações entre empresas. Em vez disso, também é moldado por combinações de tipos distintos de poder e uma gama diversificada de atores dentro e fora de uma determinada diáde de negociação. O resultado final é uma tipologia de poder nas CGVs, baseada em duas dimensões: ‘**mecanismos de transmissão**’ e ‘**arena de atores**’. Distinguiram entre mecanismos de transmissão que são “**diretos**” e “**difusos**” e arena de atores que são “**diádes**” e “**coletivos**”.

A combinação dessas duas dimensões resulta em uma tipologia de quatro categorias que incorporam muitos dos tipos de poder observados nas CGVs: **barganha**, **demonstrativo**, **institucional** e **constitutivo**. Essa tipologia de poder fornecem *insights* sobre a formação da governança em CGVs específicas. Vale ressaltar que os quatro tipos de poder não são mutuamente excludentes. A transmissão direta ocorre quando um ator (ou coletivo) exercendo poder e aqueles que são objetos dela são relativamente fáceis de identificar por todas as partes. O Quadro 3, abaixo, será esquematizada as citadas formas de poder nas CGVs.

Quadro 3- Tipologia do poder em CGVs

	Mecanismos de Transmissão	
	Direto	Difuso
	<i>Poder de Barganha</i>	<i>Poder demonstrativo</i>
	Opera de empresa para empresa	Opera através de mecanismos informais de transmissão ao longo das cadeias de valor
	Pode exibir diferentes graus de assimetria nas tipos de governança	Pode ser moldado por convenções de qualidade aceitas implicitamente pelas partes de uma transação diádica
	Pode operar quando empresas líderes interagem individualmente com agências governamentais	Pode conduzir ao isomorfismo entre empresas líderes e fornecedores, ou entre atores não empresariais
Arena de atores	<i>Poder Institucional</i>	<i>Poder constitutivo</i>
	Opera por meio de regul. governamental, iniciativas de multi-atores e/outras formas institucionalizadas	Opera através de expectativas de normas amplamente aceitas e melhores práticas, isomorfismo dentro das indústrias ou entre grupos sociais
	Pode alavancar e ser alavancado por meio de "melhores práticas" codificadas	Pode surgir através da colaboração entre atores, às vezes gerando novas normas e práticas
	Pode ser a definição da agenda, removendo questões da mesa de negociações, estabelecendo padrões de fato e de jure	

Fonte: Dallas, Pontes e Sturgeon (2019, p.9).

A transmissão de energia também pode ser difusa, como quando os atores seguem amplas tendências a transmissão; por meio de demonstração ou por meio de “melhores práticas” emergentes e convenções de qualidade dominantes. O poder também pode ser difuso quando atores individuais ou coletivos não conseguem perceber as muitas consequências não intencionais de suas ações, mesmo quando essas consequências são relevantes para seus interesses. Instâncias menos reconhecíveis de poder difuso nas CGVs pode vir com a chegada repentina de uma tecnologia. Enquanto os agentes que introduzem uma nova tecnologia são geralmente facilmente identificáveis, o processo pelo qual a tecnologia é difundida não é necessariamente controlado pelos pioneiros.

Uma segunda dimensão na tipologia de poder nas CGVs apresentada por Dallas, Pontes e Sturgeon (2019) é a “arena dos atores”. Propõem duas amplas categorias de arenas de atores – díades e coletivos. Uma díade é a arena estudada na teoria da governança CGV, onde a assimetria de poder diminui à medida que se move da hierarquia para as ligações de mercado.

A segunda arena de atores, menos explicitamente pesquisada na literatura, envolve coletivo de atores. O lugar das potências neste caso é uma função do comportamento coletivo de múltiplos atores agindo simultaneamente, intencionalmente ou não. Em um coletivo institucionalizado, geralmente há uma organização focal, como uma agência de governo, que impõe regras (por exemplo, política industrial). A barganha dos atores pode ocorrer, mas no contexto do coletivo (por exemplo, por meio de uma associação industrial).

O poder de barganha nas CGVs mais frequentemente se refere às relações entre empresas e é a forma de poder mais comum encontrada na literatura. Na teoria da governança, há alguma variabilidade na arena de atores: unitária (interna a empresa) na forma hierárquica; fortemente diádica na forma cativa; menos na forma relacional, e enfraquecendo rapidamente nas formas modulares e de mercado onde a codificação da ligação entre empresas permite e exige que os fornecedores atendam várias empresas líderes. Embora “modular” seja um tipo de ligação diádica, o poder de barganha muitas vezes deriva de processos de difusão coletiva – como quando muitas empresas adotam um padrão específico, fornecem ativos complementares ou vendem produtos ou serviços sobre plataformas. Assim, a modularidade pode ser pensada como operando simultaneamente em arenas diádicas e coletivas.

O poder demonstrativo opera por meio de mecanismos informais de transmissão ao longo das cadeias de valor entre compradores e fornecedores. Por exemplo, uma atualização bem-sucedida por um fornecedor específico pode induzir a imitação. Ao contrário do poder de barganha em que as empresas líderes coordenam explicitamente as atividades dos fornecedores, o poder demonstrativo pode entrar em jogo quando as ações da empresa líder não pretendem

provocar melhorias, mas fornecedores fazem isso para se posicionarem em uma CGV específica.

O poder institucional é uma forma de poder direto exercido por coletivos com algum nível de organização formal, como associações empresariais, plataformas tecnológicas ou unidades administrativas do estado. Enquanto o poder nas relações diádicas decorre de recursos controlados por organizações singulares, como *know-how* tecnológico ou organizacional criado internamente ou e outros recursos materiais. O que distingue o poder institucional do poder de barganha é que ele deriva das ações combinadas de atores que compartilham uma participação clara em uma iniciativa ou organização, adotar um padrão específico ou vincular a uma plataforma comum.

O poder constitutivo se manifesta quando as arenas coletivas não apresentam adesão comum. O poder não está incorporado em atores ou instituições particulares e o exercício e os resultados do poder podem ser totalmente involuntários. Com o tempo, o poder constitutivo pode se tornar cada vez mais formalizado e codificado e assim evoluir para o poder institucional. A principal diferença entre o poder institucional e o constitutivo é que no poder institucional a transmissão é direta.

1.4. *Upgrading* tecnológico

A abordagem das CGVs possui um caráter holístico: incorpora análises do tipo *top-down* (de cima para baixo) a *bottom-up* (de baixo para cima). De modo geral, as primeiras analisam os aspectos relacionados à governança e às relações de poder (de cima para baixo), tratadas anteriormente. No que tange à perspectiva de baixo para cima busca compreender as estratégias que viabilize países, regiões e firmas a melhorarem seu posicionamento em CGV (Gereffi; Fernandez-Stark, 2011). Pinto, Fiani e Corrêa (2015) salientam que apesar dessa perspectiva ampla, a teoria da CGV tem dado pouca relevância à regulação do direito de propriedade intelectual (marcas comerciais, patentes, indicações geográficas etc.) e seus efeitos sobre as possibilidades de *upgrading*.

Gereffi (1999) descreve *upgrading* como sendo um processo pelo qual uma empresa ou nação se torna hábil a evoluir a nichos econômicos mais rentáveis e/ou tecnologicamente mais sofisticados e intensivos em conhecimento. Em outras palavras, significa que a empresa conseguiu subir de posição na curva sorridente para poder agregar mais valor ao produto e obter maior remuneração (Humphrey; Schmitz, 2002).

Segundo Humphrey e Schmitz (2002), *upgrading* pode ser compreendido como uma mudança em direção ao aumento da qualificação das atividades e/ou o direcionamento para segmentos com barreiras de entrada, em que tende a ocorrer menores perturbações competitivas. Desse ponto de vista, a estrutura de governança é elemento imprescindível na geração, transferência e difusão das inovações, as quais estão no cerne do *upgrade*. Desta maneira, o tipo de governança das firmas líderes influencia as oportunidades de desenvolvimento dos fornecedores locais. No contexto das CGVs, os autores classificam quatro dimensões do processo de *upgrading*, nas quais são: processo, produto, função e intersetorial (diversificação horizontal).

Quadro 4- Tipos e características do *upgrading*

Tipos	Características
<i>Upgrading</i> de processo	Ampliar a eficiência econômica → novas tecnologias ou reorganização da produção
<i>Upgrading</i> de produtos	Manusear recursos e capacitações adquiridos pela firma para agregar maior valor aos produtos; e/ou avançar para linhas de produtos com maior sofisticação
<i>Upgrading</i> de função	Ampliar atividades exercidas pela firma, concentrando suas competências em estágios que exigem maior esforço tecnológico
<i>Upgrading</i> horizontal (intersetorial)	Inserção em atividades produtivas que são oriundas de setores diferentes, porém semelhantes, possibilitando a aplicação dos conhecimentos já adquiridos

Fonte: Adaptado. Humphrey e Schmitz (2002). Elaboração própria.

Um exemplo emblemático de *upgrading* intersetorial seria o caso em que o conhecimento adquirido na fabricação de televisores passa a ser utilizado para a fabricação de monitores e outros equipamentos de informática. Essa movimentação horizontal teria sido essencial para o caso de Taiwan, que conseguiu projetar-se em setores intensivos em tecnologia (Humphrey e Schmitz, 2002).

Os autores consideram que o processo de *upgrading* é controverso e sujeito a uma série de variáveis entre elas a capacidade regional de acesso ao mercado, a capacidade inovativa da região e, principalmente, a característica da estrutura da cadeia de valor, dos tipos de relações e governança nela existente. Nas cadeias de valor cuja governança é do tipo quase-hierárquica, há possibilidade de *upgrading* de processos e de produtos, porém dificilmente há *upgrading* funcional. Já onde a governança é de mercado, não há estímulo ao *upgrading*, pois as relações entre os atores não são recorrentes de forma a maximizar a confiança. Finalmente, nas cadeias de valor cuja governança é de rede, há maior estímulo à inovação, favorecendo o *upgrading*.

Bair (2005) aponta gargalos que nas postulações iniciais sobre upgrade em CGV, era predominantemente focada no nível das firmas. De acordo com a autora, “as perspectivas de *upgrading* nos países em desenvolvimento não é determinada exclusivamente pela dinâmica organizacional das indústrias globais, mas também é moldada por fatores político-econômicos, incluindo a capacidade institucional dos estados periféricos” (Bair, 2005, p. 173, tradução da autora).

A gênese do conceito de *upgrading*, para Oliveira (2015) é voltada a atender uma temática econômica, e não necessariamente poderá levar ao *upgrading* social. Desse modo, ainda que empresas alcancem estágios produtivos de maior valor agregado, a aplicação de políticas complementares é bem-vinda para tornar mais factível o avanço social de um país, inclusive com relação a emprego e níveis salariais.

Kaplinsky e Morris (2001) alertam para o risco de retrocesso do desenvolvimento de países via inserção em CGV, pois a hegemonia das firmas líderes pode “trancar” (*lock-in*) firmas em funções que agregam pouco valor, tendendo a permanecer aprisionadas em segmentos tecnologicamente rasos e poucos rentáveis, pois os limites de aprendizagem são rapidamente alcançados. Portanto, pode minguar as possibilidades de crescimento econômico e de melhorias no bem-estar social no longo prazo. Com o avanço das CGVs foram incorporadas novas modalidades de *upgrading*, nas quais são (Frederick; Gereffi, 2011; Sturgeon *et al.*, 2013a):

- ***Upgrading de Mercado***: consiste em atuação em novas localizações/novos mercados, principalmente mercados caracterizados com consideráveis barreiras à entrada;
- ***Upgrading no Sistema de articulação da cadeia (backward linkages)***: maior atuação em estágios mais a montante no interior da cadeia doméstica, viabilizando o aumento da quantidade/qualidade ofertada por fornecedores domésticos, reduzindo assim a dependência de importações;
- ***Upgrading vertical (intrasetorial)***: geração de produtos e processos ao longo da cadeia (a montante e a jusante), principalmente entre empresas globais e locais;
- ***Upgrading social***: aperfeiçoamento das condições sociais na CGV, principalmente no que tange a melhorias nas condições de trabalho (padronização de regulações).
- ***Upgrading institucional***: maior engajamento dos atores locais em ações coletivas.

1.4.1. Introdução do elemento da inovação com vistas ao *upgrading* (econômico e social)

A estratégia de *upgrading* dialoga com os princípios Schumpeterianos uma vez que vislumbram a utilização de tecnologia como um mecanismo indispensável na dinâmica do desenvolvimento econômico. Desse modo, a inovação se configura como uma janela de oportunidade que pode vir a beneficiar aspectos econômicos e sociais, por meio de: ampliação da acumulação de capital; melhoria no processo de produção e/ou produto, agregando maior valor aos produtos e serviços; identificar novos mercados; aumento da competitividade internacional; melhoria da balança comercial dos países; contribuir em melhorias dos níveis de empregos e salariais; melhoria nas condições trabalhistas; dentre outros.

Humphrey e Schmitz (2002), argumentam que saltos significativos (notadamente *upgrading* funcional) tendem a estar correlacionados com o vigor inovativo local. O problema da inovação ocupa posição de destaque no debate de CGV. A OMC assinala que “a natureza da tecnologia usada em produtos desempenha um papel maior na determinação da estrutura de governança de cadeias de valor e dos benefícios da participação de países em desenvolvimento” (Dollar, 2019, p. 4, tradução da autora). Rikap (2018, p. 69, tradução da autora) considera que “O grande *gap* entre as capacidades de inovação das firmas deixa aquelas não inovadoras sem qualquer opção melhor do que o aceite da subordinação”.

Viotti e Macedo (2003), entre outros, defendem a ideia de que a inovação flui a partir de relações interempresariais amparadas por infraestrutura, pesquisa pública e privada – permeado por um sistema normativo, constituindo um Sistema Nacional de Inovação (SNI). Pietrobelli e Rabellotti (2006) salientam o quanto, em países em desenvolvimento, os SNI pode ser benéfico na promoção do acesso ao conhecimento e o aprendizado e, assim, para o apoio à inovação nas firmas nacionais.

O processo de endogeneização tecnológica para os países em desenvolvimento exige uma ampliação de seus sistemas nacionais de inovação, com participação de atores nacionais. Sem essa condição satisfeita, o país consegue, no máximo, se inserir na CGV ou obter alguns *upgradings* até um determinado nível, sem conseguir ultrapassar a barreira da renda média (Pinto, Fiani e Corrêa, 2015).

Hsieh *et al.* (2017) salientam que o trabalho em conjunto com universidades é crucial nas inovações em produto, viabilizando novas formas de participação do mercado. Os autores também enfatizam a importância de parcerias com consultores e institutos de pesquisa privados, principalmente no que tange a inovações incrementais, pois favorecem o acesso a ideias, *benchmarking*, experiência em observação de diferentes empresas e locais. Almeida, Lins e Catela (2020) compreende que tal processo pode gerar *upgrading* de processo e o *upgrading* de produto.

1.5. Políticas públicas (governança externa) como indutor de *upgrading*

As CGVs além de ser um fenômeno multidisciplinar, envolvendo diversos atores econômicos, políticos e organismos multilaterais, também se configura como uma via de mão de dupla, no sentido que, a depender do modo de inserção dos países e firmas, pode acarretar riscos ou benefícios. Dentre os benefícios gerados na participação em CGVs, a UNCTAD (2013, p. 150, tradução da autora) destaca que “à medida que os países aumentam sua participação nas CGVs, suas taxas de crescimento tendem a crescer também”. Sendo o crescimento econômico, mensurada através do Produto Interno Bruto (PIB), um dos grandes objetivos a ser trilhado por todas as nações. Desse modo, o fenômeno das CGVs certamente não é algo desprezível na tomada de decisão sobre políticas interna pelos Estados.

É comum na literatura a ideia de que a inserção nas cadeias não ocorre de modo automático e pode até mesmo apresentar riscos, como a especialização em estágios menos “nobres” das cadeias de valor e o aprisionamento nesta situação. Neste cenário, toma fôlego a discussão das políticas públicas capazes de maximizar benefícios e mitigar riscos da estratégia de conexão com cadeias de valor (Carneiro, 2015; Veiga e Rios, 2014).

No aspecto interno da cadeia, o poder é delegado à empresa líder em virtude de sua capacidade de influenciar as outras firmas da cadeia. Externamente, o poder é regido pelo Estado (que utiliza como instrumento políticas) e de outras instituições nacionais ou internacionais com potencial de adotar medidas que perturbam as estratégias empresariais das firmas na cadeia (Gereffi, 2011). Complementando essa ideia, Pinto, Fiani e Corrêa (2015) entendem que além da governança privada e de seus elementos de custo de transação, a hierarquia das firmas no âmbito da CGV é também fruto: i) do grau de eficiência das políticas comandadas pelo Estado; e ii) das regulamentações criadas pelos organismos internacionais, como a Organização Mundial do Comércio (OMC) e o Fundo Monetário Internacional (FMI), entre outros.

No contexto de arquitetura de políticas que induza a inserção e/ou melhoramento do país nas CGVs, algo que precisa ser indagado pelos *policy maker's* é: qual(is) seria(m) a(s) política(s) adequada(s) para inserção ou *upgrading* no padrão produtivo das CGVs? Desse modo, na literatura apresenta dois condicionantes para inserção e *upgrading* de países em desenvolvimento em CGVs. O primeiro procede da disponibilidade de fatores de produção, na qual tem por característica ser determinado exogenamente: “O processo de transferência de etapas produtivas das grandes corporações intensivas em mão de obra para países em

desenvolvimento abundantes em tal fator de produção é um exemplo da influência desse condicionante” (Pinto, Fiani e Corrêa, 2015, p. 20). No que se refere ao segundo condicionante, está relacionado a criação de vantagens competitivas endógenas, que é obtida através da coordenação das políticas industriais, tecnológicas e comerciais (Gereffi e Sturgeon, 2013; Pietrobelli e Rabelloti, 2006; 2011; Sturgeon *et al*, 2013b; Pinto, Fiani e Corrêa, 2015).

Embasados no condicionante de vantagens competitivas endógenas, Pinto, Fiani e Corrêa (2015) descrevem um *mix* de políticas industrial, comercial, tecnológica e de investimento direto.

- I) A **política industrial** precisa ter como diretrizes o estímulo à concorrência e medidas de apoio à produção e ao comércio, como: subsídios, isenção fiscal, criação de parques industriais e zonas econômicas. Podem ser políticas verticais ou horizontais;
- II) A **política comercial** precisa ter como diretrizes a liberação comercial e os incentivos de integração regional. Em um primeiro momento, a política de liberalização ganha destaque pela necessidade de se impedir que o aumento da utilização dos insumos importados intensifique o custo de produção. Para isto, é necessária a redução de barreiras protecionistas e medidas de facilitação de comércio;
- III) A **política tecnológica** adota como pressuposto a necessidade de construção de uma infraestrutura tecnológica nacional (protótipo de SNI) que viabilize a endogeneização de tecnologia;
- IV) Na **política de investimento** devem ser considerados os regimes de investimento, os incentivos à atração de investimento direto estrangeiro (IDE) e os estímulos à cooperação tecnológica.

Considerações finais do capítulo

Diante das evidências apresentadas, foi possível observar que o movimento das Cadeias Globais de Valor é multidimensional, reorganizando diversas instâncias (de ordem econômica, organização da produção, política, social, regulações, questões quanto a soberania de países etc.) de nível micro a macro, a nível da firma, novas práticas de gerenciamento, de países e organismos multilaterais. Atualmente se tem a clareza que neste sistema complexo cada instância exerce alguma influência, fato que não era devidamente explorado nas primeiras formulações teóricas.

A nível da firma, se observa uma intensificação de práticas de especialização em determinados nichos e não mais a integração vertical da produção. Essa flexibilização da produção foi além do âmbito nacional, buscando parceiros comerciais em outras localidades. Todo esse movimento de terceirização possui como vetor a redução nos custos de transportes e os intensos avanços nas tecnologias da informação e comunicação (TIC), que facilitou essa dispersão e ao mesmo tempo possibilitou a governança dessa cadeia produtiva que é comandada por grandes empresas, denominadas de “líder” na cadeia, detendo atividades essenciais, com elevadas barreiras à entrada, nas quais determinam padrões de qualidade às suas subordinadas. A literatura entende que há possibilidade de empresas em países em desenvolvimento se inserir em CGVs e ascender em estágios de maior valor agregado, *upgrading*, através da intensificação de práticas inovativas (como alianças estratégicas com outras empresas, transferência de conhecimento entre empresas líderes e subordinadas etc.).

A nível mais macro, os organismos multilaterais, como a OMC, chamam para si a tarefa de compreender esses fenômenos, desenvolvendo estudos estatísticos, *cases* de sucesso, e orientar os países na tomada de decisão, em quais políticas seriam mais adequadas para a inserção em CGVs e possíveis caminhos para o *upgrading* no sentido mais amplo (como o econômico e social). Um dos pressupostos utilizados orbita na ideia de liberalização da economia.

A nível de países, todas essas mutações do comércio internacional exige uma postura do Estado. Levando em conta os benefícios que podem ser alcançados, os países em desenvolvimento vem buscando construir um ambiente favorável à inserção neste novo sistema, através de políticas, como: comercial, industrial e tecnológica. Muitos países em desenvolvimento abandonaram políticas de cunho protecionistas.

Por fim, os elementos teóricos apresentados no presente capítulo darão norte para a discussão que será apresentada nos próximos capítulos, em que serão abordadas questões de modelos de negócio e mapeamento de mercado (Capítulo 2), também questões relacionadas à dinâmica da governança (Capítulo 3), além de desenvolvimento tecnológico aplicadas ao setor de semicondutores, buscando entender a forma que o Brasil se insere no contexto das CGVs (Capítulo 4).

CAPÍTULO 2- DO PANORAMA DA CADEIA GLOBAL DE VALOR DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES A ANÁLISE NO BRASIL DOS ANOS 2000

O presente capítulo visa compreender a dinâmica global da cadeia produtiva do setor de semicondutores, verificando a forma de inserção do Brasil nesta CGV, bem como investigar, de maneira holística (macro e micro), o desempenho local desta indústria no decorrer do século XXI. A análise macro servirá como fio condutor para a melhor compreensão da governança externa, ao passo que a análise micro sustentará a governança interna (corporativa), que será melhor abordada no Capítulo 3.

No que tange a aspectos metodológicos adotados, para a viabilização da pesquisa, o vigente capítulo utilizará como procedimento a análise bibliográfica, por meio da leitura de materiais publicados em livros, em revistas acadêmicas, anais de congressos científicos e jornais. Além disso, serão analisados dados estatísticos de fontes de pesquisas internacionais e nacionais: ABISEMI, COMTRADE, PIA/IBGE, SIA, TIVA/OCDE e WSTS.

Para atingir o objetivo proposto com mais eficiência, este capítulo será dividido da seguinte maneira: na primeira seção, será apresentado de forma sucinta a importância do setor de semicondutores; a segunda seção abordará questões que dizem respeito à dinâmica da indústria global de semicondutores, de maneira geral, passando pelos seguintes tópicos: evolução do modelo de negócios, performance e indicadores de competitividade da indústria global; a terceira seção, abordará a dinâmica da indústria de semicondutores no Brasil passando pelos seguintes pontos: surgimento e desenvolvimento da indústria local, indicadores de desempenho da indústria local e para o encerramento desta seção, será abordado o mapeamento das empresas atuantes no Brasil. Por fim, se apresentará as considerações finais.

2.1. A importância do setor de semicondutores: uma breve introdução

A indústria de semicondutores está no âmago da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), sendo indispensável para a manufatura de equipamentos eletrônicos. A intensificação dessa tecnologia está pautada na massificação do consumo de bens eletrônicos, principalmente computadores, celulares (*smartphones* na atualidade), televisores e demais produtos desta natureza, a partir da década de 1980. A utilização de tais bens, contribuiu para o aumento da produtividade do trabalho nas últimas décadas, acelerando o processo de circulação de informações ao redor do mundo e possibilitando o aumento cada vez mais rápido do comércio de bens e serviços e fluxo internacional de conhecimento/tecnologia, essenciais

para a vida contemporânea. Todo esse contexto criou um ambiente favorável a se pensar em questões relacionadas à fragmentação produtiva e reduções de custos através da especialização produtiva entre os países (Deng e Deng, 2022).

À medida que a indústria de semicondutores foi evoluindo (o que se configura como um pressuposto a sobrevivência deste setor), esse produto intermediário passou a ser sinônimo de tecnologia, se consolidando como insumo básico nas áreas tecnológicas, como: indústria de defesa, saúde, aeronáutica, automobilística, robótica, *Internet of things* (IOT), energias renováveis etc. (Aita, 2013; Filippin, 2020). Na promoção da sustentabilidade ambiental a tecnologia de semicondutores também possui muita empregabilidade. Para a manutenção da sociedade contemporânea, para a escalada tecnológica, a utilização de equipamentos eletrônicos é tão vital quanto a água é importante para garantir a subsistência da vida.

Como *proxy* de crescimento do setor nas últimas décadas, podemos utilizar dados de faturamento global, que de acordo com a *Semiconductor Industry Association* (SIA) em 1990 era de aproximadamente US\$50 bilhões, ao passo que em 2000 estava próximo a US\$200 bilhões. Mais recentemente, a consultoria da Gartner estimou um faturamento da ordem de US\$601,7 bilhões de dólares em 2022. Devido a expressividade dessa indústria no desenvolvimento tecnológico, se configurando como um vetor de tecnologia, torna-se relevante a compreensão de como as cadeias de produção se estruturaram nas últimas décadas em meio às CGVs.

De acordo com a SIA (2016), devido à complexidade desse setor sua cadeia é consideravelmente especializada e dispersa globalmente. Sturgeon e Kawakami (2010) apontam que uma das razões da complexidade da cadeia consiste no fato que as peças eletrônicas possuem uma relação de alto valor para peso, tornando o transporte de longa distância relativamente barato. Outra razão apontada na literatura para o caráter global da produção eletrônica é a natureza da arquitetura do produto e da cadeia de valor da indústria, caracterizada como altamente “modular” (Prencipe; Davies; Hobday, 2003).

Devido à relevância estratégica deste setor, não somente a nível corporativo, mas também está presente no escopo de preocupações dos países, principalmente de grandes potências. Harada (2010) salienta que a liderança norte americana no segmento de semicondutores é imprescindível para a manutenção da hegemonia global dos Estados Unidos. De acordo com o relatório da SIA (2022), em 2021 semicondutores ocupou a quarta colocação de produto mais exportado dos EUA, ficando atrás somente de petróleo refinado e bruto, e aeronaves, respectivamente.

Os governos ao compreenderem a potencialidade do setor de semicondutores, estimulam de forma agressiva esse setor, por meio de recursos financeiros, creditícios, isenções tributárias e tarifárias, aporte em P&D e outros (Zulke, De Paula e Richter, 2017).

As dificuldades no desenvolvimento desta indústria ultrapassam as competências do governo sendo preciso uma ação conjunta e sistemática entre três esferas: governo, empresas e instituições de ensino e pesquisa. Gutierrez e Leal (2004) apontam que o atrofamento dessa indústria gera prejuízos econômicos com impactos nos diversos ramos do complexo eletrônico, afetando a autonomia nacional para este setor que vem sendo considerado estratégico para a nova economia do conhecimento. Deng e Deng (2022) salientam que a indústria de semicondutores se configura, na atualidade, como um dos epicentros da guerra comercial entre a China e os EUA.

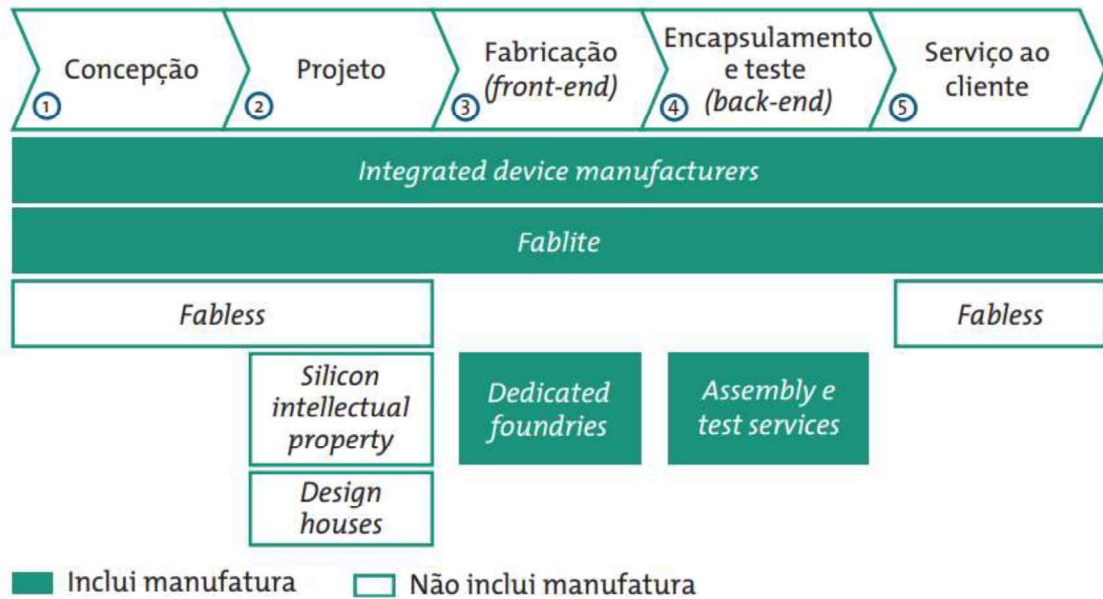
Devido aos acontecimentos dos últimos anos, como a pandemia da Covid-19 e guerra da Rússia e Ucrânia, os indícios de guerra comercial ganharam novas proporções. Os governos passaram a adotar políticas industriais mais explícitas, que em algum grau toca em setores de tecnologia, como é o caso da cadeia produtiva de *chips*. Em muitos países se discute a reindustrialização, como é o caso dos EUA, que visa o readensamento da cadeia produtiva local. Apresentada esta breve introdução, ao longo das seções abaixo será melhor cristalizado a importância deste setor ao desenvolvimento econômico das nações.

2.2. Dinâmica da indústria de semicondutores global: apontamentos da concorrência em Cadeias Globais de Valor ao longo dos anos 2000

2.2.1. Evolução dos modelos de negócios adotados na indústria de semicondutores

Intarakumnerd e Techakanont (2016) apontam que o setor de semicondutores é caracterizado pela existência de poucos produtores, acompanhado de uma crescente dominação tecnológica e larga escala de capital. Deng e Deng (2022) salientam que o processo de fabricação de componentes integrados- CI (produto representativo do setor) é considerado um dos processos mais complexos de manufatura. A produção de um CI, pode ser dividida em cinco etapas, como mostrado na Figura 2:

Figura 2. Cadeia produtiva e modelos de negócios da indústria de semicondutores



Fonte: FILIPPIN, 2020.

Por se tratar de um setor dinâmico, com alta demanda, requer volumes consideráveis de investimentos em P&D e *design* além de baixo custo da produção. Essas pressões têm conduzido empresas do segmento a avançarem em modelos de negócios voltados ao *offshoring*, com o intuito de alcançar potenciais fornecedores com maior nível de eficiência (SIA, 2016). De acordo com a divisão da produção nas 5 etapas supracitadas, as empresas do setor podem aderir a variados modelos de negócios, nos quais estão apresentados no Quadro 5.

Para cada uma dessas etapas há distinção no grau de conhecimento, investimento exigido e valor agregado ao produto (conforme apresentava a Figura 1, “Curva Sorriso”, no capítulo 1). O custo de instalação de uma DH está na ordem de alguns milhões de dólares, enquanto uma planta de *Back-end* requer investimentos de centenas de milhões de dólares e *Foundry*, alguns bilhões de dólares (Bampi, 2004; De Carvalho, 2006; Zulke, De Paula e Richter, 2017).

Quadro 5. Principais modelos de negócios da indústria de semicondutores

Modelos de negócios	Característica	Principais empresas representantes
<i>Integrated device manufacturers</i> (IDM)	Comandam todas as etapas de produção (integração vertical)	Intel (EUA) e Samsung (Coreia do Sul)
<i>Design House (DH)</i>	Contratadas pelas demais empresas para realizar a fase de <i>design</i> do componente	
<i>Fabless</i>	Concentram na concepção, projeto do circuito e serviço ao cliente. Terceirizam a manufatura	Qualcomm (EUA) e Broadcom (EUA)
<i>Fablite</i>	Realizam todas as etapas de produção de CI's em determinadas geometrias e terceirizam a fabricação de CI's em outras geometrias, geralmente menores e mais modernas	Texas Instruments (EUA) e NXP (países baixos)
<i>Foundries</i>	Concentram na atividade manufatureira do <i>chip</i> , nos quais são processos de excessiva complexidade. Sob contratação de outras empresas	TSMC (Taiwan) e Global Foundries (EUA)
<i>Back-end</i>	Realizam a fase de corte e encapsulamento do <i>chip</i>	ASE (Taiwan), a Amkor (EUA) e a SPIL (Taiwan)

Fonte: Elaboração própria, com base Filippin (2020).

De acordo com o relatório da SIA (2016), o modelo IDM provém das eficiências da integração vertical, ao passo que o modelo *Fabless-Foundry* é proveniente das eficiências delineadas pelas especializações. As *Fabless* concentram no *design* e inovação para se resguardar de grandes investimentos em capital produtivo nas fábricas. Deng e Deng (2022) apontam que essa divisão delineou uma situação de ganha-ganha, na medida que possibilitou que as *Fabless* minimizassem os custos e riscos associados ao aumento crescente dos custos fixos das plantas de manufatura para concentrar em segmentos produtivos de maior valor adicionado, ao passo que as *Foundries* se beneficiariam através de economias de escala e aprendizado, por possibilitarem atender inúmeros clientes *Fabless* simultaneamente.

Referente às mudanças no modelo de negócios na indústria de semicondutores, Deng e Deng (2022), mencionam:

Até o final da década de 1970, as empresas concentravam todos os segmentos produtivos dentro de suas próprias empresas, num modelo de negócios IDM. Durante este período, o único segmento produtivo que era eventualmente realizado no exterior era o de *assembly, testing and packing*, por meio de fabricação *offshore*, através do estabelecimento de uma subsidiária no exterior. No entanto, a partir da década seguinte, diversos fatores levaram a mudanças do sistema produtivo da indústria de semicondutores, entre eles o aumento substancial dos custos de produção, decorrente do aumento crescente da complexidade tecnológica; as reformas institucionais neoliberais sobre o sistema econômico internacional, que favoreceram o aumento substancial da mobilidade de fatores de produção; e os avanços significativos da TIC, que revolucionou o processo de transmissão de informação ao redor do mundo. Em

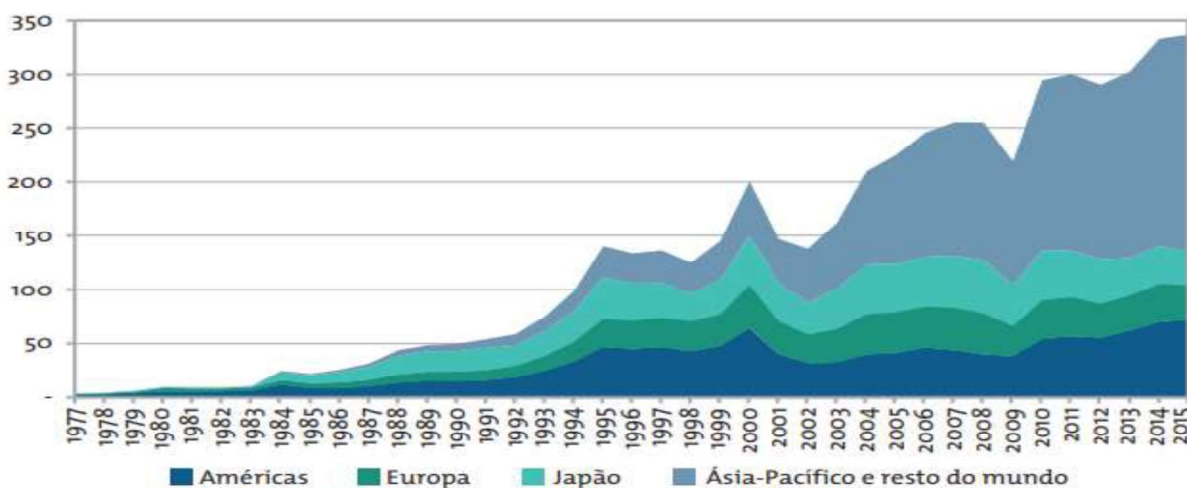
decorrência disso, diversas transnacionais americanas passaram a reestruturar as suas cadeias produtivas internacionalmente, por meio de fabricação *outsourcing*, com o propósito de aumentar a competitividade global através da redução do custo de produção, levando à segmentação produtiva em que diversas empresas independentes entre si, e especializados em determinados segmentos produtivos (Deng e Deng, 2022, p.7).

No que se refere à curva sorridente (apresentada no Capítulo 1), o relatório da SIA (2016) aponta que os polos de P&D da indústria de semicondutores estão predominantemente concentrados nas seguintes regiões: China, Alemanha, Israel, Singapura, Coreia do Sul e Estados Unidos. Referente às atividades de menor valor agregado, a produção/montagem, estão concentradas: China, Malásia e outros países da Ásia. A Holanda possui uma forte participação como fabricante de equipamentos *high-end* para a fabricação de CIs.

2.2.2. Performance da indústria de semicondutores global

Para avaliar a performance, tanto no âmbito micro (empresarial) quanto no âmbito mais macro/setorial, um dos principais indicadores de *performance* (KPI, em inglês) é o nível de faturamento em um determinado período, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3. Faturamento da indústria mundial de semicondutores, 1977-2015 (US\$ bilhões correntes)



Fonte: Filippin, 2020.

De acordo com Figura 3, pode-se verificar que a indústria em análise é relativamente jovem e passou a ganhar fôlego a partir da década de 1990. O primeiro país a despertar o interesse pelo estudo e aplicação dos semicondutores foram os EUA. Não ficando circunscrita somente no ocidente (como EUA e países desenvolvidos da Europa), o Japão foi o primeiro país do oriente a entender a potencialidade deste produto.

De acordo com IC *Insights* (2015) apud Filippin (2020), o mercado de CI's exibiu uma taxa média de crescimento anual elevada nos anos 1980 (16,8%) em função da demanda por memórias DRAM propiciada pelo surgimento do computador pessoal. No que tange aos anos 1990, o crescimento elevado (13,6% ao ano) atribuiu-se à intensa competição entre Intel e AMD no mercado de MPU e ao lançamento de novos sistemas operacionais pela Microsoft, o que aquecia a demanda por memórias DRAM.

Segundo o relatório do *World Semiconductor Trade Statistics* (WSTS-2015 a) a média histórica de crescimento deste setor, de 1977 a 2015, é de 12,2%. Apesar de apresentar uma média de crescimento expressiva, se comparada a setores mais maduros, tem um comportamento extremamente volátil.

Em 2019, a queda expressiva de aproximadamente 12% esteve correlacionada a diversos fatores, como afirma a consultoria da Gartner. Dentre esses fatores, destacam: disputa comercial entre EUA e China, juntamente com a fraca demanda por PC's e *smartphones*, desencadeando um excesso de oferta e redução nos preços dos *chips*.

Inversamente ao que se observou em 2019, de fraca demanda, em 2020 devido ao choque externo de pandemia da Covid-19, o *lockdown* praticado como forma de conter o contágio pelo vírus suscitou a demanda por equipamentos eletrônicos. Esse *boom* na demanda se sustentou até 2021, porém no ano seguinte (2022) se registrou uma taxa de crescimento tímida, de apenas 1,13% em relação ao ano anterior.

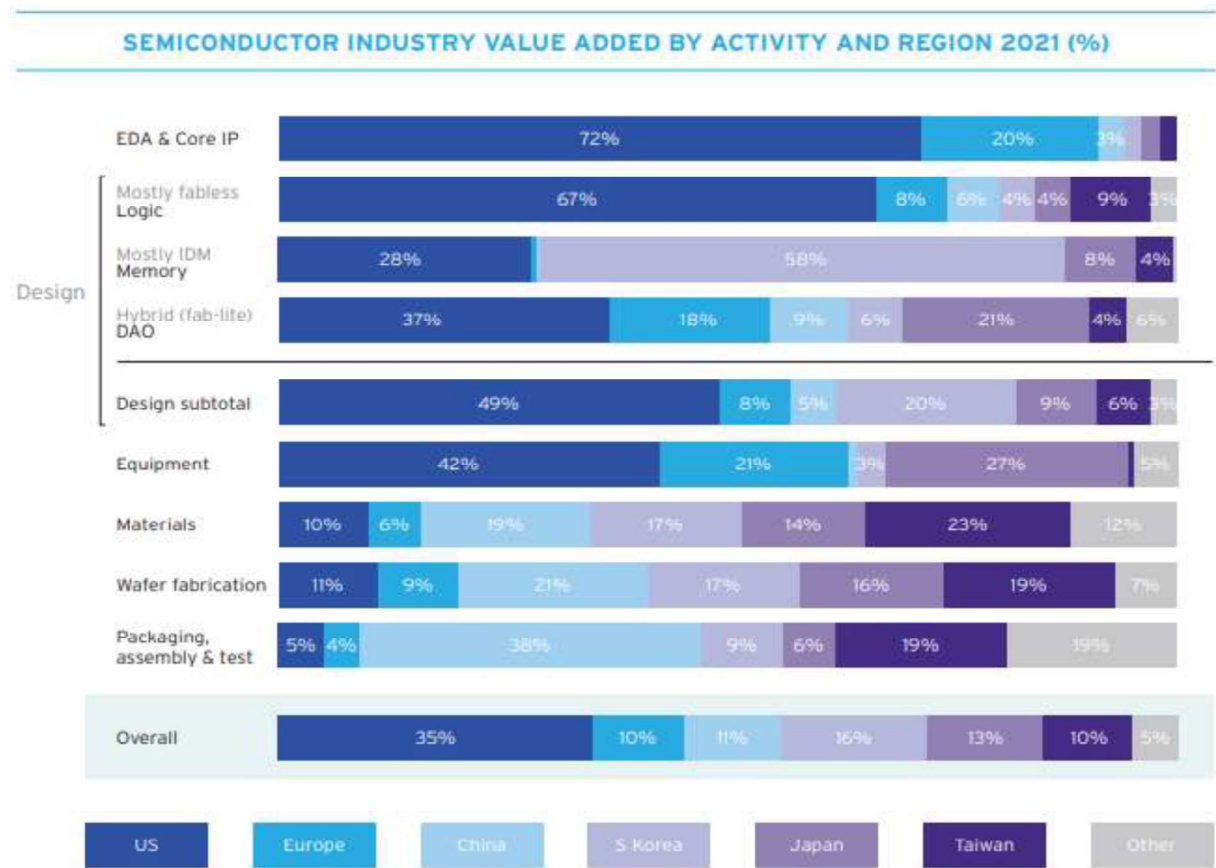
A projeção do WSTS para crescimento em 2023 é de faturamento em valor absoluto abaixo do que foi registrado em 2022. A consultoria da Gartner prevê uma queda de 3,6% nas receitas globais de semicondutores em 2023. Segundo a Gartner, a piora nas perspectivas de curto prazo são reflexo da rápida deterioração da economia mundial (aumento da inflação e juros), resultando em menor renda disponível dos potenciais clientes. Também salientam que o número de casos de Covid-19 em declínio há uma realocação de gastos para outras áreas como viagens e entretenimento.

No médio prazo a consultoria da McKinsey projeta que o faturamento deve sair de aproximadamente US\$600 bilhões em 2023 para US\$ 1 trilhão até 2030. Dentre os setores que mais contribuirão com esse crescimento, se destacam: automotivo, computação, armazenamento de dados e comunicação sem fio e o setor industrial.

Outro indicador relevante para compor esta seção consiste na análise do valor agregado da indústria de semicondutores por atividade e região, conforme exposto na Figura 4, abaixo. De acordo com a SIA (2022) as empresas de semicondutores com sede nos EUA são líderes de

mercado por modelos de negócios e subprodutos, mas para alguns subsegmentos, a indústria dos EUA fica atrás de seus concorrentes, principalmente da Ásia.

Figura 4. Valor agregado da indústria de semicondutores por atividade e região em 2021 (%)



















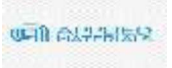



Fonte: SIA (2022).

De um modo geral, a indústria de semicondutores dos EUA mantém a liderança de mercado nas atividades que são mais intensivos em P&D: *Eletronic Design Automation* (EDA) e Propriedade Intelectual (IP), *design* de *chips* e equipamentos de fabricação. O *Front-end* e processos de fabricação *Back-end*, no entanto, estão em grande parte concentrados na Ásia. Estima-se que 75% da capacidade global de fabricação, incluindo fabricação, montagem, teste e embalagem de *wafer* de *chips* de ponta estão concentrados na Ásia. Além disso, enquanto os EUA lideram em certos subprodutos, tais como semicondutores analógicos e opto, fica para trás em semicondutores de memória.

Com o intuito de atacar essas vulnerabilidades dos EUA, o governo Biden em 2022 divulgou um plano de ações para investir na fabricação de semicondutores local, na qual será destinado um montante de aproximadamente US\$50 bilhões.

Até o momento se trabalha com dado macro, na Tabela 2, será apresentado o *ranking* das principais empresas ao nível de faturamento no ano de 2022.

Tabela 2. Principais empresas de semicondutores em 2022, segundo a receita

Classificação em 2016	Classificação em 2022	Empresa	Regime	Ano de fundação	Origem	Receita (US\$ bilhões)	Empregados (mil)	Opera no Brasil
2°	1°		IDM	1969		233,13	266,7	Sim
3°	2°		Foundry	1987		75,01	65,1	Não
1°	3°		IDM	1968		63,05	131,9	Não
4°	4°		Fabless	1985		42,95	51,0	Sim
6°	5°		Fabless	1983		38,73		Não
5°	6°		Fabless	1961		34,41	20,0	Não
7°	7°		IDM	1978		27,15	49,0	Não
16°	8°		Fabless	1993		26,97	22,5	Não
	9°			1967		26,25	33,0	Não
	10°		Fabless	1969		23,6	25,0	Não

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da “*companiesmarketcap*”, disponível em <https://companiesmarketcap.com/semiconductors/largest-semiconductor-companies-by-revenue/> e IC Insights (2016).

Em consonância do que foi apresentado ao longo desta seção, as empresas top 10 em faturamento possuem origem nos EUA (7), Coreia do Sul (2) e Taiwan (1). Dentre elas estão 5 operando na modalidade de *Fabless*; 3 no modo IDM; e 1 *Foundry*, o que ressalta que não são concorrentes diretas, podendo atuar em cooperação. No que se refere à *Applied Materials*, não se enquadra em nenhum dos regimes existentes, atuando mais a montante na cadeia produtiva, fornecendo equipamentos, serviços e *software* para a fabricação de chips.

A maioria dessas empresas é datada a sua origem nas décadas de 1960 a 1980, o que indica que possuem *expertise* e reputação, elementos importantes para uma governança interna de excelência.

Um fato relevante a ser comentado é a perda relativa de espaço da empresa Intel ao longo dos últimos anos. Desde a década de 1990 detinha a maior parcela de mercado, ao passo que a coreana Samsung em 2022 ocupou essa posição. Entretanto, a Intel está se programando

investir mais de US\$100 bilhões em uma nova fábrica, nos Estados Unidos, com previsão de inauguração em 2025.

Outro fato que nos chama atenção na Tabela 2 é a melhoria de desempenho da empresa Nvidia, na qual ocupava a 16ª posição em 2016 no *ranking*, passando a ocupar o top 8 em 2022. No segmento de placa de vídeo, a Nvidia detém uma parcela de mercado de aproximadamente 79%, enquanto a AMD obteve 20% e a Intel um valor residual de 1%. À medida que a tecnologia foi avançando, se tornaram elemento indispensável para computadores, *smartphones*, *video games*, *data centers* e mais recentemente é uma tecnologia que vem sendo incorporada aos veículos.

Dentre as *top 10* global, somente 2 empresas possuem operação no Brasil. Entretanto, não atuam diretamente na produção e projeção do *chip*. A Samsung possui uma planta produtiva na cidade de Campinas (SP), que trabalha na montagem de produtos eletrônicos. No que se refere à operação da Qualcomm no Brasil desenvolve e comercializa soluções para dispositivos móveis, redes de telecomunicações e outras aplicações.

2.2.3. Competitividade da indústria de semicondutores global: uma análise sobre a ótica de indicadores de comércio internacional (*Market-share* das exportações, ICII e Participação em CGV)

Verificado, de forma geral, o desempenho da indústria de semicondutores global, a partir desta seção abordaremos com mais ênfase a atuação do Brasil, perante essa dinâmica cadeia produtiva. Na presente subseção faremos uma análise comparativa da inserção do Brasil neste setor.

Tabela 3. Evolução do *Market-share* das exportações de circuito integrado, para diversas economias, de 1990 a 2022

País	1990	2000	2010	2020	2022
Estados Unidos		21,50%	9,43%	5,61%	14,76%
Japão	34,60%	12,00%	8,65%	3,67%	9,61%
Singapura	12,40%	11,50%	19,28%	10,95%	
Coreia do Sul	16,80%	8,00%	9,49%	10,52%	
Hong Kong		4,30%	13,83%	19,54%	
Alemanha	11,30%	3,90%	2,55%	1,63%	5,65%
Holanda		2,80%	0,97%	1,47%	1,45%
China		1,20%	7,41%	14,85%	
Brasil	0,10%	0,01%	0,01%	0,01%	0,02%

Fonte: Elaboração própria com base UN Comtrade.

-Código COMTRADE- 8542, de circuitos integrados e microconjuntos.

O *market-share* das exportações sendo considerado uma *proxy* de competitividade. No início da série, os principais *players* eram predominantemente países desenvolvidos, ao passo que com a possibilidade de fragmentação produtiva, o capital produtivo migrou para regiões de baixos custos, geralmente concentrando na etapa de montagem, de baixo valor agregado.

Em linhas gerais, com exceção da China e Hong Kong, é possível notarmos que da década de 1990 até o final da segunda década do século XXI a tendência foi de queda na participação nas exportações de CIs. Entretanto, a partir de 2020 se percebe uma inversão desta tendência, onde há uma recuperação significativa de grandes *players*, como: Estados Unidos, Japão e Alemanha. Parte significativa desta melhora no desempenho das exportações dos países citados está correlacionada ao contexto de pandemia da Covid-19, que evidenciou gargalos na cadeia de abastecimento global, influenciando ações governamentais explícitas para a reinternalização da produção do *chip*.

No que tange a participação do Brasil é ínfima, se deteriorando ao longo do tempo. Em 1990 apresentava uma parcela das exportações totais de 0,10%, sendo o 12º maior exportador, ao passo que já em 1995 detinha apenas 0,01%, ocupando o 35º no ranking. Filippin (2020) salienta que parte significativa dessa perda de competitividade repousa no formato que foi executada a abertura comercial, no qual dizimou um número significativo de fábricas no segmento de componentes eletrônicos. Desse modo, no início do ano 2000, atuavam no Brasil apenas 5 empresas e 2 instituições da indústria de semicondutores, sendo parte do mercado interno atendido pela via das importações.

Outro importante indicador de comércio exterior é o denominado de Índice de Composição Intra-Industrial (ICII), elaborado por Grubel e Lloyd (GL), que procura medir o valor da sobreposição entre exportações e importações no comércio total de uma indústria j dada (BALTAR, 2008):

$$ICII = 1 - \frac{|X_j - M_j|}{X_j + M_j}$$

Onde:

X representa a exportação da indústria j, e

M representa a importação da indústria j.

Na parte superior da fração, numerador, está a balança comercial em módulo, ao passo que no denominador está a corrente de comércio. Este indicador varia entre 0 e 1. Quando o valor das exportações for semelhante ao valor das importações, isto é, ICII próximo de 1, o comércio é classificado como intra-industrial, e caso contrário, interindustrial (Baltar, 2008).

Tabela 4. Evolução do índice ICII de circuito eletrônico integrado, para diversas economias, de 2000 a 2022

País	2000	2010	2020	2022
Alemanha	0,91	0,89	0,98	0,91
Hong Kong	0,83	0,88	0,95	0,98
Holanda	0,96	0,81	0,91	0,94
Singapura	0,96	0,81	0,91	
Estados Unidos	0,88	0,73	0,84	0,92
Malásia	0,83	0,89	0,81	
Japão	0,74	0,74	0,79	0,97
Coreia do Sul	0,92	0,77	0,65	
China	0,35	0,32	0,50	
Brasil	0,05	0,03	0,03	0,02

Fonte: Elaboração própria com base UN Comtrade.

Dentre os países apresentados na Tabela 4, a Alemanha é o país com o maior ICII nos anos de 2010 e 2020. De maneira antagônica, o país que mais se caracteriza como inter-industrial é o Brasil, em todos os anos de análise. Esse resultado do Brasil se deve ao fato que a balança comercial do país possui um déficit estrutural, como será apresentado na subseção seguinte. Tudo isso sinaliza o quão isolado o Brasil está desta importante cadeia produtiva.

Koopman *et al.* (2010) desenvolvem dois índices, nos quais são: participação em CGV e a posição em CGV. Os autores compreendem que as economias participam de CGV de duas formas: “para trás” na cadeia, usuários de insumos estrangeiros, com ligações a montante da cadeia e “para frente”, atuando como fornecedores de produtos ou serviços intermediários nas exportações de países terceiros (Hermida, 2017).

Na prática, a participação para trás em CGV é calculada como a participação do valor adicionado estrangeiro nas exportações brutas, denominada de “EXGR_FVASH” na base de dados *Trade in Value Added (TIVA-OCDE)*. A participação para frente em CGV é calculada como o valor adicionado doméstico incorporado nas exportações estrangeiras como parcela das exportações brutas, denominada de “EXGR_DVAFXSH”. O produto da soma da participação para frente e para trás é o índice geral de participação em CGV.

No que tange o cálculo do índice de posicionamento ele é o produto da divisão da participação para frente (numerador) e para trás (denominador). Valores acima de 1, sinalizam que o país p está localizado a montante na CGV da indústria i , proporcionando bens e serviços intermediários para outros países exportadores; valores abaixo de 1, o país p está localizado a jusante na CGV da indústria i , utilizando mais insumos intermediários de outros países para gerar suas exportações (Hermida, 2017). Para viabilizarmos esse cálculo, utilizamos como *proxy* a indústria de computador e equipamentos eletrônicos e elétricos, como veremos a seguir.

Tabela 5. Participação para trás e para frente na CGV da indústria de computador e equipamentos eletrônicos e elétricos para diversas economias, para os anos de 2000, 2010 e 2018

Países	2000		2010		2018	
	Participação para trás	Participação para frente	Participação para trás	Participação para frente	Participação para trás	Participação para frente
Hong Kong	49,1	3,7	65,0	3,8	70,7	3,2
Holanda	37,1	2,4	47,6	2,3	57,8	1,9
Taiwan	43,0	6,1	49,9	8,2	41,3	9,4
Coreia do Sul	28,6	6,6	34,8	7,5	27,4	9,0
China	28,6	3,8	27,4	4,7	24,8	4,5
Brasil	18,9	2,1	19,7	2,6	22,7	2,4
Japão	8,5	9,7	13,8	9,4	18,8	7,3
EUA	15,7	6,1	10,7	4,6	8,3	3,9

Fonte: Elaboração própria com base TIVA-OCDE.

Nos anos de 2010 e 2018, o país que apresentou maior nível de participação para trás foi Hong Kong. Em 2018, a participação do valor adicionado estrangeiro presente nas exportações brutas do país era de aproximadamente 70,7%. De modo contrário, o país com o menor nível de valor adicionado estrangeiro contido nas exportações brutas foram os EUA, sendo 10,7% e 8,3% nos anos de 2010 e 2018, respectivamente.

No que se refere ao país com melhor desempenho em participação para frente, que adicionam maior valor nas exportações, se destacam: Taiwan, Coreia do Sul, Japão e EUA. De modo contrário, o país que menos adicionam valor nas exportações é o Brasil.

2.3. Dinâmica da indústria de semicondutores no Brasil

2.3.1. Desenvolvimento da indústria de semicondutores no Brasil nas últimas décadas do século XX

As seções anteriores já haviam sinalizado, de certa forma, que o Brasil não compõe o rol de principais países produtores de semicondutores e sequer está bem-posicionado na CGV de eletrônicos. Pelo contrário, ao longo dos anos passou por um processo de perda de participação de mercado. No entanto, no decorrer da história da indústria de semicondutores no Brasil há registros de esforços para o seu desenvolvimento local, como veremos a seguir.

O primeiro esboço de iniciativa de pesquisa tecnológica no segmento de semicondutores no Brasil data de 1955, ocorrida no Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IPD) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), em que foi desenvolvida pesquisas para a produção de microcristais de germânio e de gálio, até então matérias-primas indispensáveis na produção de semicondutores (Marzagão, 2017). Devido ao caráter mais escasso do germânio, mais adiante foi substituído pelo silício (segundo elemento mais abundante na crosta terrestre).

De fato, uma ação mais concreta voltada a estudar o setor de microeletrônica surgiu em 1968 com a implantação do laboratório de microeletrônica da Universidade de São Paulo (LME/USP), que desempenhou um papel de relevância no desenvolvimento de novas tecnologias e na capacitação técnica. Na década de 1960 a indústria de componentes eletrônicos ainda era considerada embrionária no Brasil, apesar de que desde a década de 1950 há registros de instalações de Empresas Multinacionais (EMNs) no setor de eletrônicos do país (estágio mais a jusante da cadeia produtiva), com a fabricação de rádios e televisores.

Os primeiros esforços para implementação de uma indústria de semicondutores datam de meados da década de 1960, quando a Philco dava início à produção de transístores. Silva (1985) argumenta que o que se verificou foi a verticalização da produção de duas das maiores empresas de equipamentos de entretenimento, a estadunidense Philco (atuando no Brasil desde 1950) e a holandesa Philips (operando no Brasil desde 1960).

De acordo com Marzagão (2017) o objetivo da Philco em atuar de forma local, neste segmento, visava a redução de custos de seus produtos acabados. Outro fator que influenciou na decisão de produção local consiste nas dificuldades com o câmbio no Brasil. Neste contexto, outras empresas também tomaram decisões nessa direção. Entretanto, a Philco ganha destaque por ser a única com a pretensão de produzir localmente semicondutores, desde o *wafer* até o estágio final, de montagem e testes. “Essa foi a única empresa, até hoje, a realizar o ciclo completo de produção de CI’s no Brasil” (Melo; Rios; Gutierrez, 2001, p. 17).

Em um contexto internacional, já na década de 1960 se verifica uma intensificação do processo de *offshoring* da produção, ainda em um estágio que dialoga com a verticalização em que as grandes corporações realocam suas atividades, passando a instalar subsidiárias em demais localidades (principalmente em países com menor custo produtivo e/ou demanda). Silva (1985) destaca que o surgimento da indústria de semicondutores no Brasil se consolidou predominantemente nesses moldes, com a instalação de subsidiárias. Dentre os fatores (interno e externo) que motivaram a instalação de subsidiárias no país, a autora destaca: desenvolvimento industrial local (tamanho real e potencial do mercado interno de semicondutores, características da indústria de equipamentos eletrônicos finais e fácil penetração do investimento estrangeiro) e, por outro lado, os principais *players* globais desta indústria estavam adotando a estratégia de investimentos *offshore*.

De acordo com Silva (1985) a indústria de semicondutores no Brasil apresenta semelhanças com as encontradas em países em desenvolvimento, particularmente no tocante aos seguintes aspectos; i) etapas de produção internalizadas são as mais intensivas em trabalho, também que agregam menor valor e baixo potencial de conhecimento tecnológico. Dentre os

exemplos destacam-se as fases de encapsulamento e testes (*back-end*). Fogem a esta constatação empresas como a Semikron e a extinta Philco que executam também a etapa de difusão; ii) produtos fabricados com características específicas (idade, especificações e aplicações) e destinados à aplicação de bens eletrônicos de consumo cuja tecnologia empregada já encontra-se consolidada; iii) A transferência de conhecimentos sobre tecnologia de produto e processo é limitada devido a dependência de fontes externas de tecnologia que prejudica o avanço local de P&D; iv) estas empresas apresentam, ainda gestão de capital e decisões centralizadas na matriz no exterior.

Marzagão (2017), em um trabalho de entrevista com acadêmicos e executivos que acompanharam esse processo de implementação da indústria de semicondutores, verifica que as pesquisas em microeletrônica e as atividades industriais foram significativas no período de 1965 a 1975. Naquela época, o Brasil estava mais avançado no setor do que os chamados ‘tigres asiáticos’ (Cingapura, Coreia do Sul, Hong Kong e Taiwan). Porém, evidenciam que atualmente a diferença do Brasil com esses países é brutal.

Conforme observado por Silva (1985), a indústria de semicondutores brasileira nos primórdios era predominantemente de capital estrangeiro. A primeira iniciativa de capital nacional foi a Transit Semicondutores, inaugurada em 1974, absorvendo tecnologia nacional fornecida pelo LME/USP. Devido a algumas parcerias nacionais e internacionais, em meados de 1976 já consegue aplicar a técnica de difusão do silício em escala industrial. Apesar desses esforços, em 1980 há a paralisação da produção. Dentre os fatores que contribuíram para a sua ruína, destacam-se: i) ausência de uma política declarada para o setor; inexperiência dos grupos universitários em repassar conhecimentos para a indústria; ii) má localização da empresa, relativamente distante tanto do mercado consumidor quanto de parceiros tecnológicos e mão de obra qualificada; iii) ausência de um adequado suporte financeiro e iv) ausência de garantia de mercado. Apesar do desfecho, a experiência da Transit é considerada positiva no que tange à formação de novos profissionais na área, assim como foi importante para alertar as dificuldades de serem enfrentadas por qualquer empreendimento nacional na indústria de semicondutores.

O segundo empreendimento nacional certamente foi mais exitoso, se perpetuando até o momento. Melo, Rios e Gutierrez (2001) destacam que a criação do Centro de Pesquisa e Desenvolvimento (CPqD), em 1976, pela Telebrás foi um marco importante para as políticas industrial e tecnológica do setor eletrônico, pois desenvolvia sozinho ou conjuntamente, com indústrias, equipamentos e sistemas voltados às telecomunicações. Os autores também observam a *expertise* do CPqD, na década de 1980, em projetar semicondutores especiais

(ASICs) para seus equipamentos, que eram fabricados em *Foundries* fora do Brasil devido à falta de opções adequadas no país.

Após 1974, com o impacto do choque do petróleo, o controle estatal brasileiro se intensifica e o desejo de autonomia tecnológica se mistura às questões econômicas. Em 1979 é criada a Secretária Especial de Informática (SEI) que orientou o processo de reserva de mercado para a informática. O objetivo do governo, na época, era desenvolver tecnologia nacional por meio do direcionamento do mercado de informática para empresas brasileiras (Marzagão, 2017).

Devido à reserva de mercado de informática para empresas nacionais de pequeno e médio porte, na década de 1980 houve um aumento significativo na quantidade de empresas que compõem a complexa indústria de microcomputadores, que eram obrigadas pela SEI a ter projetos nacionais, o que indiretamente beneficiava a utilização de componentes nacionais. Neste período, foi levado a cabo um controle agudo dos investimentos estrangeiros, redundando a não entrada de novos fabricantes e sentenciou as empresas aqui instaladas em obsolescência tecnológica, devido às dificuldades de importações (Melo; Rios; Gutierrez, 2001). Neste período, década de 1980, houve a primeira fase de saída massiva de capital estrangeiro do país, dentre os quais o que mais se configurou como emblemático foi a saída da Philco em 1982, haja visto que participava de diversas fases do processo produtivo de semicondutores. Mais tarde, em 1984 a SID semicondutores adquire as instalações da extinta Philco, em Minas Gerais.

No âmbito da reserva de mercado, uma das principais iniciativas da SEI, no início da década de 1980, foi a seleção de grupos empresariais nacionais para produzir e gradativamente implementar toda cadeia produtiva de CIs. Dentre os grupos selecionados, estavam: Itau, Docas (Elebra Microeletrônica) e Sharp (SID Microeletrônica). A Itaucom, subsidiária do grupo Itau, instituiu uma infra-estrutura de projeto ASIC's e uma linha de encapsulamento de memórias para auxiliar as empresas de informática; o grupo Sharp, por intermédio da SID, implementou uma empresa de projeto ASICs (a Vértice); por fim, a AsGa, empresa controlada por um executivo oriundo Elebra, instalou linha de produção de componentes optoeletrônicos, cuja tecnologia é oriunda do CPqD (Melo; Rios; Gutierrez, 2001; Umezaki, 2014).

Uma segunda fase de saída massiva de capital (desta vez de distintas naturezas, nacional e estrangeiro) ocorreu na década de 1990, que teve suas raízes na abertura comercial abrupta que se seguiu ao final da reserva de mercado, sendo substituído por importações de equipamentos, que afetou diretamente a balança comercial do setor, como veremos adiante. Laurindo e Carvalho (2003) afirmam que poucos fabricantes sobreviveram a essas alterações da década de 1990, a maioria deles migraram para um papel de prestadores de serviços, focando

no desenvolvimento de *softwares* ou nichos específicos. Os autores elencam que as principais razões para o colapso foram a falta de domínio do estado da arte da tecnologia e o baixo desempenho nos aspectos custo e qualidade.

A Tabela 6 apresenta um resumo do fluxo das principais empresas/institutos de semicondutores no Brasil, desde a década de 1960 até os dias atuais.

Tabela 6. Mapeamento das principais empresas/institutos participantes da cadeia de semicondutores no Brasil da primeira geração (implementadas nas últimas décadas do séc. XX)

Empresa	Início da fabricação de semicondutores	Localização no Brasil (Estado)	País de origem	Saída do mercado brasileiro
Philco	1964	SP → MG	EUA	1982
Ibrape (subsidiária da Philips)	1965	SP	Holanda	1982
Semikron	1967	SP	Alemanha	
Icotron (subsidiária da Siemens)	1973	RS	Alemanha	1998
Texas Instruments	1973	SP → AM	EUA	Década de 1990
Burroughs	1974	SP	EUA	1983
Fairchild	1974	SP	EUA	1989
Sharp	1974	AM	Japão	2002
Thomson	1974	SP	França	2003
Transit	1974	MG	Brasil	1980
RCA	1975	SP	EUA	1980
Fundação CPqD	1976	SP	Brasil	
National semicondutores	1976	SP	EUA	1979
Westinghouse	1976	SP	EUA	1982
Sanyo	1978	SP	Japão	1997
Elebra	1979	SP	Brasil	1990
Itaucom	1979	SP	Brasil	2005
NEC	1979	SP	Japão	1999
Rohm	1980	SP	Japão	1999
Hitachi	1981	SP	Japão	1995
Stevenson	1981	SP	França	Década de 1990
Aegis	1982	SP	Brasil	Anos 2000
Centro de Tecnologia da Informação (CTI)	1982	SP	Brasil	
MC	1982	SP	Brasil	2000
ASA Microeletrônica	1984	SP	Brasil	1995
SID	1985	MG	Brasil	2000
AsGa	1989	SP	Brasil	
TSA do Brasil	1992	SP	Brasil	
C.E.S.A.R	1996	PE	Brasil	
Teikon tecnologia Industrial	1996	RS	Brasil	
Cromatek	1997	SP	Brasil	
Idea!	1997	SP	Brasil	
Centro de Pesquisas Avançadas Wernher Von Braun	1998	SP	Brasil	

HIB Semicondutores	1998	PR	Brasil
Instituto de Pesquisas Eldorado	1999	SP	Brasil

Fonte: Elaboração própria, com base em Macknight e Erber (1983); Silva (1985); Melo, Rios e Gutierrez (2001); Marzagão (2017); Filippin (2020) e pesquisas em *websites*.

No nicho de mercado referente a componentes discretos, havia a Semikron, que supria a metade do mercado, e a Aegis, que atendia uma pequena parcela; o restante do mercado era abastecido por importações. Por volta de 2010 a Aegis decretou encerramento das atividades. No segmento de memórias estava presente a Itaucom, que realizava o encapsulamento e detinha aproximadamente 40% do mercado nacional de módulos de memória, e a única concorrente era a NEC, que fazia a prática de importação de memórias prontas e apenas montava os módulos internamente. A Itaucom encerrou suas atividades em meados dos anos 2000 (Filippin, 2020).

É válido notar a surpreendente permanência da Semikron na indústria brasileira de semicondutores desde os seus primórdios (década de 1960), com todas as intempéries que o setor vivenciou. Melo, Rios e Gutierrez (2001) atribui essa resiliência da empresa ao fato de sempre ter exportado parcela significativa da produção (aproximadamente 40%). Durante sua história, a companhia enfrentou três períodos particularmente difíceis: i) a migração da indústria de consumo para Manaus, que resultou em uma queda de 30% em seu faturamento; ii) a reserva de mercado para empresas nacionais; e iii) as décadas mais recentes se verifica um processo de desindustrialização nos segmentos eletrônicos de bens finais (seus compradores).

Por fim, é válido registrar que dos 8 empreendimentos estabelecidos no Brasil na década de 1990, 3 são centros de pesquisas.

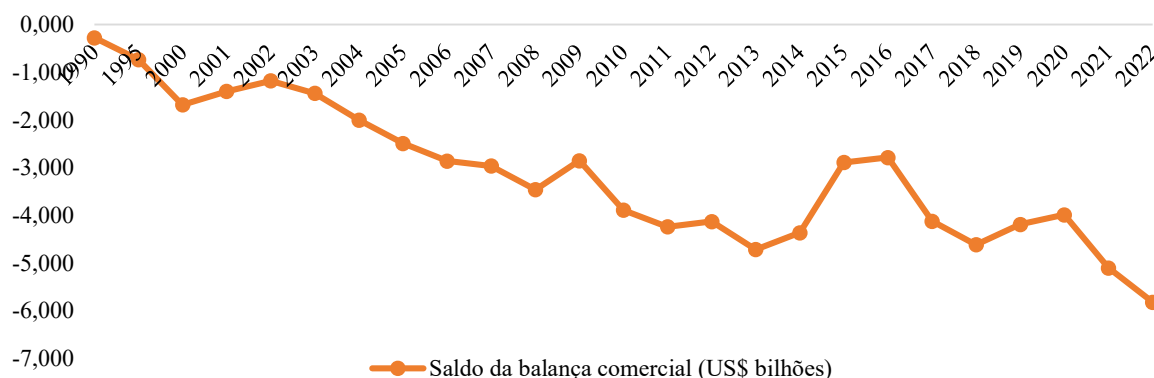
2.3.2. Indicadores de desempenho da indústria de semicondutores do Brasil nos anos 2000

Dentre os indicadores de desempenho que serão analisados ao longo desta subseção, estão: balança comercial, em seguida detalhando o comportamento das exportações e importações, bem como os respectivos parceiros comerciais; Valor de Transformação Industrial (VTI); participação do VTI de componentes eletrônicos na indústria de transformação; produtividade do trabalho (VTI/PO); Trajetória do nível de salário real da indústria de componentes eletrônicos e indústria de transformação brasileira ao longo dos anos 2000 e valor agregado nacional (VTI/VBPI).

De modo geral, um dos principais indicadores a ser analisado se refere a balança comercial. Essa análise costuma ser indispensável, tanto em estudo setorial (como é o caso desta dissertação) quanto a nível macro. A mensuração do fluxo comercial de um produto, de um determinado país, pode sinalizar a questão da dependência tecnológica. De acordo com o atual presidente da ABISEMI, Rogério Nunes, o Brasil produz cerca de 10% dos semicondutores

consumidos internamente, portanto parte considerável da demanda é atendida via importações, o que redonda em dependência, conforme expressa no Gráfico 1.

Gráfico 1. Comportamento do saldo da balança comercial (US\$ bilhões) brasileira de CI's da década de 1990 a 2022



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do COMTRADE.

-Código COMTRADE- 8542, de circuitos eletrônicos integrados

Bampi (2008) aponta que o setor de componentes eletrônicos é o elo mais ausente na cadeia produtiva da indústria eletrônica no Brasil. Devido a essa deficiência, a demanda doméstica é atendida via mercado externo, sendo crescente o *déficit* comercial ao longo da série, se configurando como algo estrutural. Segundo o diagnóstico de Melo, Rios e Gutierrez (2001), a indústria de bens eletrônicos brasileira tinha como alvo apenas a exploração do mercado interno e se dedicava apenas à montagem final dos produtos. Os autores advertem que as atividades de montagem, conforme adota o Brasil, agregam pouco valor, mesmo que houvesse produção para exportação isso pouco contribuiria para a balança comercial.

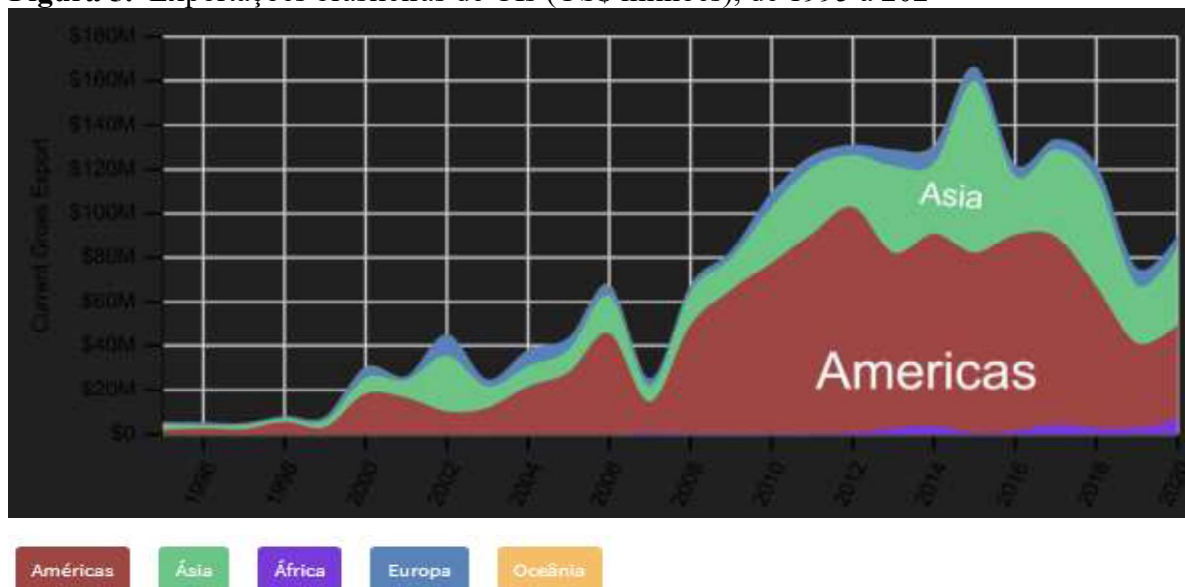
No Gráfico 1, acima, destaca-se que a melhora no nível do déficit comercial em 2015 se deve ao fato da redução em 21% do volume da produção física da indústria eletrônica (Filippin, 2020). Já no ano de 2020 a redução nas importações se circunscreve ao contexto de pandemia, que desencadeou uma crise de abastecimento global.

Apesar dos resultados apresentados referente ao Brasil não serem a um nível satisfatório, houve esforços governamentais para melhorar a performance de tal setor, conforme será apresentado no Capítulo 3.

A seguir será apresentado a trajetória do valor absoluto das exportações e importações, assim como seus respectivos parceiros comerciais. No tocante às exportações, conforme apresentado na Figura 5, nos anos 2000 além de determinados países do continente americano serem o destino das exportações brasileiras, a Ásia (que estava em franca expansão neste setor) também se consolida como grande comprador. É relevante afirmar que as exportações

brasileiras, em todo período, estão em escala de milhões de dólares, mais uma vez sinalizando não ser um ator que desponta no cenário externo.

Figura 5. Exportações brasileiras de CIs (US\$ milhões), de 1995 a 2022



Fonte: Atlas da Complexidade Econômica. Disponível em: <https://atlas.cid.harvard.edu/>

Partindo para uma análise mais desagregada, na Tabela 7 podemos verificar quais são os principais países compradores de circuitos eletrônicos integrados do Brasil. Nos anos 2000, 64% das exportações brasileiras de determinado produto eram destinadas aos EUA, revelando uma grande dependência para com esse parceiro comercial. Ao longo das duas últimas décadas, com todas as transformações da cadeia global de semicondutores, com a intensificação da atividade produtiva em alguns países da Ásia, as exportações para os EUA passaram por uma trajetória de queda, chegando a representar 19% em 2022, níveis próximos do Vietnã (18,58%), China (16,06%) e Hong Kong (13,29%).

Tabela 7. Principais parceiros comerciais das exportações brasileiras de CIs nos anos 2000

Principais parceiros comerciais	2000	2010	2020	2022
EUA	64,00%	20,07%	31,00%	19,00%
Coreia do Sul	6,34%	18,68%	8,30%	2,15%
China	3,63%	28,61%	11,86%	16,06%
Hong Kong	2,22%	6,25%	2,51%	13,29%
Argentina	0,30%	0,35%	0,57%	3,69%
Vietnã		0,42%	31,21%	18,58%
Somatório das exportações para os principais parceiros (Σ)	76,49%	74,38%	85,45%	72,77%

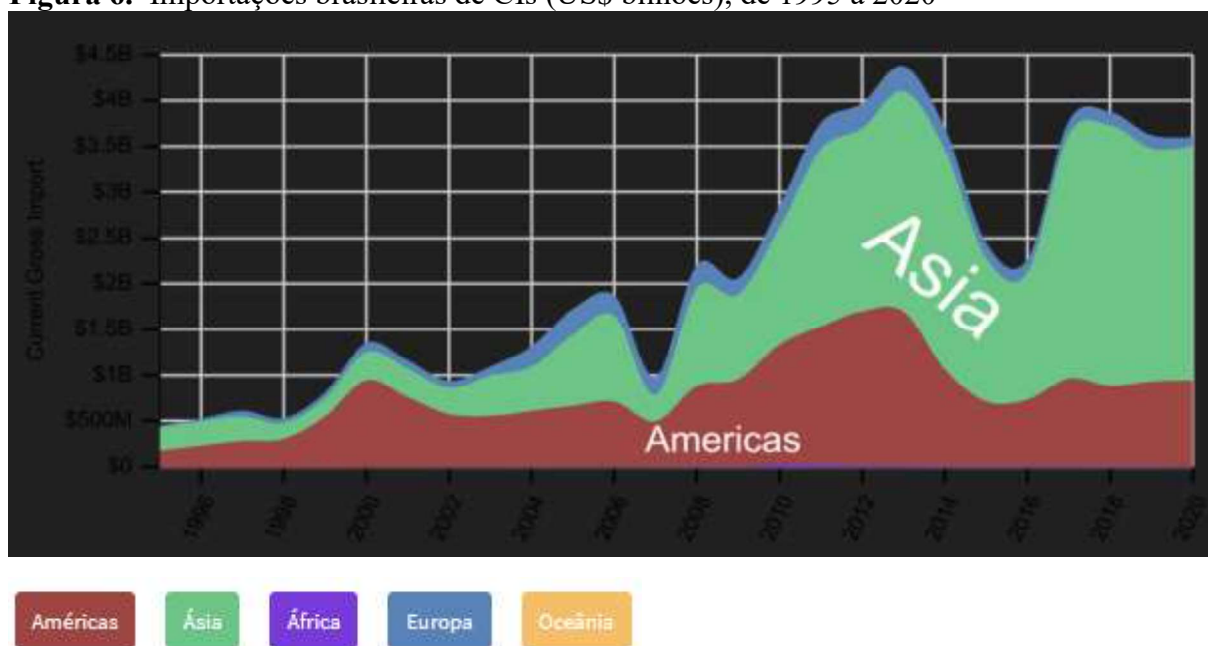
Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do COMTRADE.

-Código COMTRADE- 8542, de circuitos eletrônicos integrados

No caso do Brasil, mais importante que analisar as exportações é analisar as importações, devido estar em uma escala acima e ser o fator determinante para o déficit

estrutural na balança comercial do setor. Na Figura 6 é possível verificar que ao longo dos anos 2000 o continente asiático se consagra como a principal origem das importações de CIs.

Figura 6. Importações brasileiras de CIs (US\$ bilhões), de 1995 a 2020



Fonte: Atlas da Complexidade Econômica. Disponível em: <https://atlas.cid.harvard.edu/>

Caminhando para uma análise mais desagregada das importações de tal produto manufaturado, identifica-se o seguinte cenário: aumento da dependência das importações, dos principais parceiros. Outro fato que nos chama a atenção é o declínio das importações de origem estadunidense, que era próximo a 50% em 2000, passando para 1,44% em 2022. Em detrimento disso, a China vem gradativamente conquistando o mercado brasileiro, passando de 1,31% da origem das importações brasileiras para 27,61% em 2022.

Tabela 8. Principais parceiros comerciais das importações brasileiras de CIs nos anos 2000

Principais parceiros comerciais	2000	2010	2020	2022
EUA	49,34%	4,84%	1,59%	1,44%
Japão	11,49%	3,47%	1,69%	2,42%
Coreia do Sul	7,80%	14,07%	25,25%	22,64%
Outros países da Ásia	6,81%	13,30%	20,90%	18,54%
Malásia	4,94%	15,84%	5,96%	5,34%
China	1,31%	22,70%	23,32%	27,61%
Vietnã			11,64%	12,16%
(Σ) das importações dos maiores parceiros	81,69%	74,22%	90,35%	90,15%

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do COMTRADE.

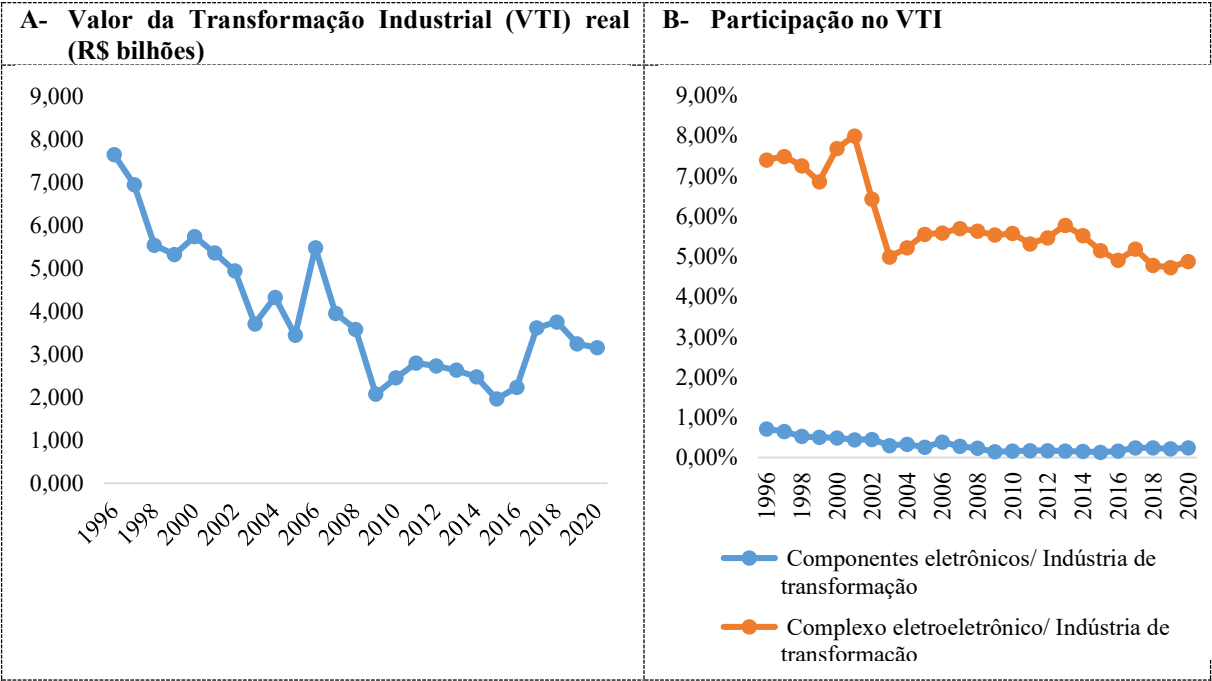
-Código COMTRADE- 8542, de circuitos eletrônicos integrados.

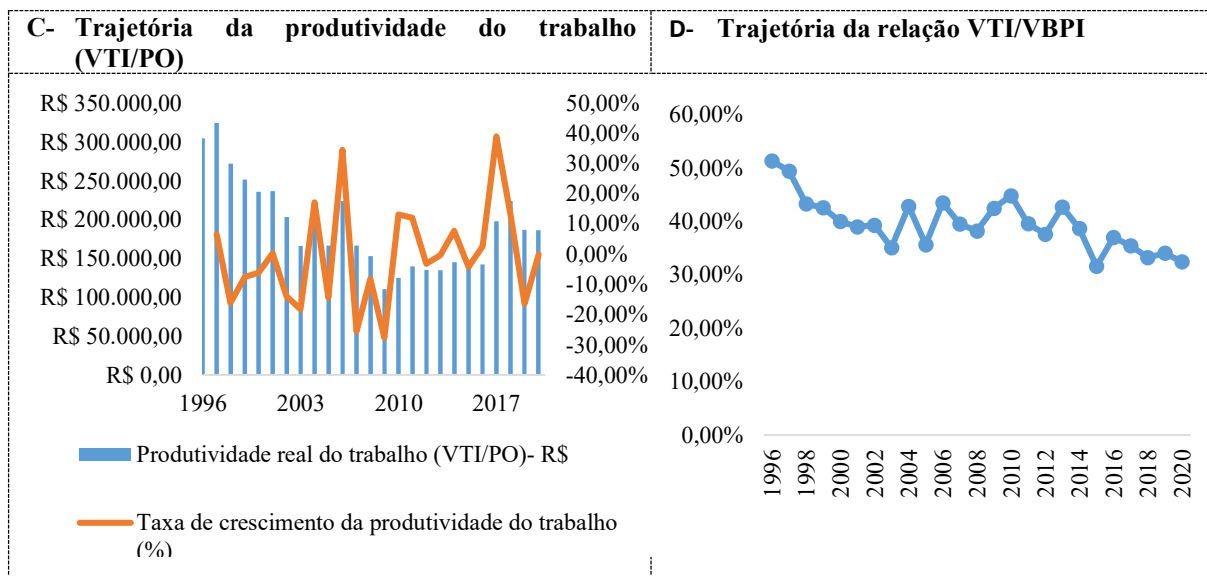
Ainda submersos neste cenário concreto de declínio, os dados agrupados na Figura 7, fornecidos da Pesquisa Industrial Anual (PIA/IBGE), corroboram com a hipótese de que o

Brasil nas últimas décadas perdeu expressividade no segmento produtivo do setor de semicondutores.

Um dos principais dados fornecidos pela PIA/IBGE é o Valor da Transformação Industrial (VTI) de componentes eletrônicos, que corresponde ao valor líquido da produção (diferença entre valor bruto da produção industrial e o custo com operações industriais), no qual será utilizado a seguir em alguns indicadores de desempenho interno. Ao se analisar de forma isolada o VTI em termos reais (constantes, com base 2020) não se verifica crescimento ao longo da série, pelo contrário, o VTI passou de 7,6 bilhões de reais em 1996 para 3 bilhões de reais em 2020. A trajetória do VTI é a manifestação da deficiência brasileira na produção de componentes semicondutores, como afirma Filippin (2020).

Figura 7. Indicadores industriais voltados ao setor de componentes eletrônicos do Brasil





Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA), disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Nota 1: Componentes eletrônicos correspondem, entre 1996 e 2007, ao grupo 32.1 (Fabricação de material eletrônico básico) da Cnae 1.0 e, a partir de 2008, ao grupo 26.1 (Fabricação de componentes eletrônicos) da Cnae 2.0. A série foi deflacionada usando o IGP-DI, e o ano base é 2020.

Nota 2, gráfico B:Complexo eletroeletrônico compreende, entre 1996 e 2007, as divisões 30 (Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática), 31 (Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos) e 32 (Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações) e os grupos 33.2 (Fabricação de aparelhos e instrumentos de medida, teste e controle- exceto equipamentos para controle de processos industriais), 33.3 (Fabricação de máquinas, aparelhos e equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados à automação industrial e controle do processo produtivo), 33.4 (Fabricação de aparelhos, instrumentos e materiais ópticos, fotográficos e cinematográficos) e 33.5 (Fabricação de cronômetros e relógios) da divisão 33 da Cnae 1.0 e, a partir de 2008, as divisões 26 (Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos) e 27 (Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos) da Cnae 2.0.

Na Figura 7B, é apresentada a participação do VTI do segmento de componentes eletrônicos no VTI da indústria de transformação passou por uma trajetória de queda ao longo da série, de 0,71% em 1996 para 0,24% em 2020. No que tange ao complexo eletrônico, também se verifica perda de participação, passando de 7,4% em 1996 para 4,8% em 2020. De acordo com Rivera *et al.* (2015), a redução da agregação de valor na indústria eletrônica brasileira é consequência da insuficiência da indústria brasileira de semicondutores.

Um dos indicadores mais caros para uma análise setorial é a mensuração da produtividade do trabalho (que é a razão do VTI/PO), que assume a função de termômetro do desempenho. No que se refere à produtividade real do trabalho, podemos constatar: i) perda de produtividade ao longo da série, sendo que em 1996 o produto *per capita* anual (em valores constantes, com base em 2020) por trabalhador era em média R\$300.000 ao passo que em 2020 estimou ser R\$186.452; ii) redução significativa da massa de trabalhadores, passando de 25.082 em 1996 para 16.899 em 2020, o que provavelmente não está atrelado a algum uso de tecnologia

poupadora de mão de obra, mas sim redução de mercado que acarretou em menor produção e demissão.

O último indicador a ser apresentado na Figura 7, se configura como uma *proxy* de valor agregado nacional, que nada mais é que o Valor de Transformação Industrial/ Valor Bruto da Produção Industrial. No Gráfico D, podemos verificar que o valor agregado nacional passou por uma trajetória de queda contínua até 2001, saindo de 51,30% em 1996 e chegando a 38,97% em 2003. Devido a algumas políticas direcionadas a este setor, nos anos subsequentes (até 2013) este índice passou por uma leve melhora (apesar de oscilar). A partir de 2014, com o declínio de políticas voltadas ao setor, se estabelece novamente uma trajetória de queda, registrando em 2020 um índice de 32,44% de valor agregado nacional. Essa redução no índice de valor agregado certamente reverbera no saldo da balança comercial.

Para finalizar esta seção de indicadores de desempenho, se faz relevante apresentar a trajetória de remuneração real paga pelo segmento de componentes eletrônicos e a indústria de transformação como um todo. A Tabela 9, abaixo, apresenta essa remuneração em relação ao salário mínimo real.

Tabela 9. Relação salário real da indústria de componentes eletrônicos e indústria de transformação, de 1996 a 2020

	1996	2000	2004	2008	2012	2016	2020
Salário-mínimo real da indústria de componentes eletrônicos/ salário-mínimo real	10,17	7,62	4,80	3,87	3,14	3,10	3,40
Salário-mínimo real da indústria de transformação/ salário-mínimo real	6,63	5,68	4,59	3,91	3,60	3,52	3,18

Fonte: Elaboração própria, a partir dos dados da Pesquisa Industrial Anual (PIA), disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Nota: A série foi deflacionada usando o IPCA, e o ano base é 2020. A série de salário-mínimo real também foi deflacionada pelo mesmo índice e ano base.

Na Tabela 9 constata-se que o salário real da indústria de componentes eletrônicos em relação ao salário-mínimo foi gradativamente decrescendo. Em 1996, o salário real equivaleria a 10,17 salários-mínimos ao passo que em 2020 era de aproximadamente 3,40 salários mínimos. Neste cenário, em linhas gerais, a tendência é de desestímulo a formação de novos profissionais nesta área, bem como é passível de ocorrência de fuga de cérebros.

2.3.3. Mapeamento das empresas do setor de semicondutores no Brasil na atualidade

Realizado o trabalho de análise de desempenho do setor (na seção anterior) a presente seção se encarregará de apresentar, em um aspecto micro, os principais atores que atuam na

indústria de semicondutores brasileira na atualidade, de acordo com os modelos de negócios. Dentre os modelos operantes no país, estão: *IDM*, *Fabless*, *Back-end* e *DH*.

Quadro 6. Empresas que operam de acordo com a lógica IDM

Empresa/ instituição	Cidade- Estado	Natureza jurídica*	Origem	Fundação no Brasil	Principais produtos/serviços	Porte
Semikron	Carapicuíba - SP	EPR	Alemanha	1967	Comp's discretos de potência	Médio
TSA – Tecnologia em Sistemas Automotivos	Itu – SP	EPR	Brasil	1992	Circuitos híbridos para aplicações automotivas	Médio
CEITEC	Porto- Alegre – RS	EPU	Brasil	2008	RFID e smartcards; ASIC; serviço de fabricação; corte e encapsulamento	Médio
BrPhotonics	Campinas – SP	EPR	Brasil e EUA	2014	Dispositivos fotônicos para sistemas ópticos; IPs microeletrônicos; projeto e encapsulamento	Médio
Sunew	Belo- Horizonte – MG	EPR	Brasil	2015	Soluções customizadas com painéis solares	Pequeno

Fonte: Elaboração própria, com base Filippin (2020) e pesquisas em *websites*.

*Nota: Empresa Privada (EPR) e Empresa pública (EPU).

Dentre as empresas listadas no Quadro 6, a única que empresa pública é a CEITEC, que desde 2021 foi iniciado um processo de liquidação, que será melhor abordado no Capítulo 4. É também a CEITEC, dentre as empresas/instituições apresentadas que mais se aproxima do modelo IDM, que de fato está presente em todas as etapas do processo de fabricação do *chip*.

No que tange à BrPhotonics foi constituída, inicialmente, como uma *joint-venture* entre o CPqD, que detinha cerca de 51% do capital, e a empresa *Fabless* americana GigOptix. Esse empreendimento surge através da percepção do CPqD de mudança de paradigma, qual seja, a chegada da microeletrônica para o tratamento de sinais ópticos (Filippin, 2020). No ano de 2018 foi anunciado o encerramento das atividades produtivas. Entretanto, no ano de 2020 houve o processo de reabertura, na qual surgiu com uma nova mudança no quadro de sócios, fazendo parte de um grupo de empresas com Idea! e a extinta Pi-Tecnologia. Atualmente sua principal solução para o mercado são *lasers* personalizados para telecomunicações (Barros Júnior, 2020).

A Sunew é o resultado de um projeto de eletrônica orgânica promovida pela CSEM Brasil, investimento de R\$100 milhões (Filippin, 2020).

Quadro 7. Empresas que operam no segmento *Fabless*

Empresa/instituição	Cidade - Estado	Natureza jurídica*	Origem	Fundação no Brasil	Principais produtos/serviços	Porte
Fundação CPqD	Campinas-SP	IPSFL	Brasil	1976	CIs de alta integração	Grande
Centro de Tecnologia da Informação (CTI)-Renato Archer	Campinas – SP	IPU	Brasil	1982	CIs <i>mixed-signals</i> e SoCs	Médio
C.E.S.A.R	Recife – PE	ISFL	Brasil	1996		Grande
Centro de Pesquisas Avançadas Wernher Von Braun	Campinas – SP	IPSFL	Brasil	1998	Soluções automotivas, <i>Fabless Design</i> , <i>BI</i> , <i>Big Data</i> , Varejo Inteligente e RFID	Médio
HIB	Pato Branco- PR	EPR	Brasil	1998	Cristais de Quartzo, Osciladores a Cristal, VCXO's, LED's, Comp's Cerâmicos e Comp's SAW	Micro
Instituto Eldorado	Campinas – SP	IPSFL	Brasil	1999	Projetos analógicos, de radiofrequência, digital e <i>mixed signals</i> .	Grande
Associação do Laboratório de Sistemas Integráveis- LSI Tec	São Paulo – SP	IPSFL	Brasil	2000	ASICs e firmware	Médio
CETENE	Recife- PE	IPU	Brasil	2005	RFID; chips de controle; e computação de alta performance.	Médio

Fonte: Elaboração própria, com base Filippin (2020) e pesquisas em *websites*.

*Nota: Empresa Privada (EPR), Instituição Pública (IPU), Instituição Privada Sem Fins Lucrativos (IPSFL).

Recentemente o Centro de Pesquisas Avançadas Wernher Von Braun empreendeu um investimento de R\$100 milhões (junto a parceiros e sua *start-up* #Data) para simplificar e acelerar a produção de semicondutores. Os projetos contam com uma mini fábrica de *microchips*, desenvolvido na nuvem computacional e com impressão e testes de protótipos no prazo de semanas, em vez de meses. Pretende instalar essas mini fábricas em centros de pesquisa, parques tecnológicos e dentro de indústrias no país, como forma de acelerar o desenvolvimento e produção de chips aplicados a produtos. Também há a pretensão de atrair empresas tradicionais de *chips* que atuam de acordo com o modelo de negócios *Fabless*. Inovação é uma marca registrada do Centro de Pesquisas Avançadas Wernher Von Braun, detendo mais de 17 patentes ao longo dos anos de atuação.

Quadro 8. Empresas que operam no segmento de *Back-end*

Empresa/ instituição	Cidade – Estado	Natureza jurídica*	Origem	Fundação no Brasil	Principais produtos/serviços	Porte
Teikon tecnologia Industrial	São Leopoldo – RS	EPR	Brasil	1996	Memórias	Médio
Cromatek	Guarulhos – SP	EPR	Brasil	1997	Componentes eletrônicos baseados em LED.	Pequeno
Smart Modular Technologies	Atibaia – SP	EPR	EUA	2002	Memórias	Grande
LC Indústria Eletrônica	Santa Rita do Sapucaí – MG	EPR	Brasil	2004	<i>Smartcards</i> ; e módulos de <i>display</i> de cristal.	Pequeno
Foxconn Brasil	Jundiaí- SP	EPR	Taiwan	2007	Eleto-Eletrônicos	Grande
HT Micron	São Leopoldo – RS	EPR	Brasil e Coréia do Sul	2009	Cartões de memória; <i>USB Flash Drive</i> ; <i>smart chips</i> ; e CIs <i>system on a chip</i>	Médio
Flex ic industria microeletrônica	Sorocaba – SP	EPR	Brasil	2010	Encapsulamento e montagem	Pequeno
Instituto tecnológico em semicondutores (ITT Chip)	São Leopoldo- RS	EPR	Brasil	2012	Encapsulamento e teste de chips e desenv. de sistemas multicomponentes em um único chip e soluções IoT	Pequeno
Multilaser Ind. De equipamentos de informática, eletrônicos e ópticos	Extrema – MG	EPR	Brasil	2013	Memórias	Grande
Adata Brasil	Santo Antônio de Posse- SP	EPR	Brasil e Taiwan	2014	Memórias	Médio
Cal-Comp	Manaus – AM	EPR	Taiwan	2014	Microchips p/ a indústria de informática	Grande
Gigastone/ Coletex	Varginha – MG	EPR	Brasil e Taiwan	2014	Cartões de memória.	Médio

Fonte: Elaboração própria, com base Filippin (2020) e pesquisas em *websites*.

*Nota: Empresa Privada (EPR).

Verifica-se no Quadro 8 que maioria das empresas se estabeleceram no Brasil nos anos 2000, provavelmente devido as políticas de incentivo ao setor, sendo um estágio da cadeia produtiva com menores barreiras à entrada e de baixa agregação de valor. De acordo com o atual presidente da ABISEMI, Rogério Nunes, as empresas do setor de semicondutores já investiram US\$ 2,5 bilhões no Brasil, desde 2014, em tecnologia de encapsulamento e testes.

A Smart Modular começou a operar no Brasil em 2002, momento em que fez a aquisição da divisão de memórias da NEC, inicialmente montando módulos de memória. Posteriormente,

em 2005, com a definitiva saída de mercado da Itaucom, a empresa enxerga a oportunidade de ascender neste segmento de encapsulamento de memórias, iniciando as operações de encapsulamento já no ano de 2006. Desde então a empresa continua expandindo suas operações, possuindo parque fabril também na ZFM. Atualmente a Smart Modular é líder de mercado no segmento de memória DRAM e Flash e de módulos de memória no Brasil.

A HT Micron, por sua vez, é resultado da *joint venture* entre a sul-coreana Hana Micron e o grupo brasileiro Parit (também controlador da Teikon), em 2009. O início das operações data de 2011, se estabelecendo no campus da Unisinos, que posteriormente (2012) foi cedida a universidade para que fosse criado o ITT Chip.

Em março de 2023, houve a divulgação do financiamento concedido pelo BNDES da ordem de R\$99 milhões (94% do valor do projeto), para que a HT Micron tenha condições de desenvolver nova linha de chips de memória para *smartphones* e *tablets*, nos quais sejam compatíveis com as demandas do 5G. Favorável ao projeto, o atual presidente do BNDES, afirmou que ao apoiar projetos de atualização e expansão, contribui para alavancar a competitividade do Brasil nas CGVs de semicondutores, com benefícios para a balança comercial e na geração de empregos qualificados.

O grupo brasileiro Multi também entrou no segmento de memórias em 2013, com um investimento estimado de R\$75 milhões, de acordo com os dados fornecidos no cartão CNPJ, disponibilizado pela receita federal.

No que tange a Adata Brasil, é uma *joint-venture* entre Brasil e Taiwan (Adata Technology). Apesar desta parceria ter início em 2014, o anúncio da primeira planta de encapsulamento é de 2016, nos quais foram investidos mais de US\$80 milhões, em que no primeiro semestre de 2017 já operava, sendo considerada a maior sala limpa do país, com 2.788m², que permitem uma capacidade produtiva superior a 3 milhões de CIs por mês, segundo o site 2A+ Farma (2019), em uma entrevista com o diretor da Adata.

Ainda em rota de crescimento, em 2021 a Adata inaugurou uma operação na ZFM. De acordo com as informações divulgadas pela redação Informe Manaus, após um ano de atividade na ZFM, a empresa contabiliza a criação de 170 postos de trabalho direto e aumento de 50% da capacidade produtiva.

A Cal-Comp semicondutores, uma das subsidiárias do grupo taiwanês New Kinpo Group (NKG) presente no Brasil, contou com um investimento de aproximadamente de US\$35 milhões, que começou a operar de fato a partir de 2016.

A Gigastone do Brasil é resultado de uma *joint-venture* entre a empresa brasileira Coletex e a empresa taiwanesa Gigastone. De acordo com Filippin (2020) a Coletex no nicho de produtos de informática, prestando serviços de montagem.

Quadro 9. Empresas que operam exclusivamente no segmento de *Design House (DH)*

Empresa/instituição	Cidade – Estado	Natureza jurídica*	Origem	Fundação no Brasil	Principais produtos/serviços	Porte	Empregados
Cadence Design Systems do Brasil (Adquiriu a Jasper)	Belo Horizonte - MG	EPR	EUA	1997	Design Automation Industry – desenv. software; e verificação de IPs	Pequeno	90
Idea!	Campinas – SP	EPR	Brasil	1997	Serviços de desenv.; IP cores p/ comunicação digital e interfaces;	Pequeno	70
Senai Cimatec	Salvador-BA	IPSFL	Brasil	2002	Etiquetas RFID	Grande	900
Chipus Microeletrônica	Florianópolis- SC	EPR	Brasil	2008	IPs; serviços de projetos de circuitos, sinais mistos e de radiofrequência; e ASICs.	Pequeno	70
Instituto Senai de inovação em microeletrônica	Manaus - AM	IPSFL	Brasil	2014		Micro	11
EnSilica Brasil	Porto Alegre- RS	EPR	Inglaterra	2021		Pequeno	18

Fonte: Elaboração própria, com base Filippin (2020) e pesquisas em *websites*.

*Nota: Empresa Privada (EPR) e Instituição Privada Sem Fins Lucrativos (IPSFL).

O segmento de *DH* começou a desenvolver de fato no Brasil ao longo dos anos 2000, a partir do programa CI-Brasil, iniciado em 2005, em que uma das diretrizes era apoiar as *design houses* e gerar mão de obra qualificada. Apesar do C.E.S.A.R, CETENE, CPqD, CTI e Instituto Eldorado ser considerado *fabless*, também atua no seguimento de *DH*. LSI Tec, Senai Cimatec, Cetene e Instituto de inovação em microeletrônica do Amazonas são exemplos de *spin-offs* que surgiram ou estão conectadas às universidades ou instituições públicas de pesquisa.

Rivera *et al.* (2015) destacam três casos de sucesso: i) o instituto Eldorado, que se empenhou no segmento de *DH*, com mais de 60 projetistas, estruturando talvez o maior centro de qualificação, testes e homologação de CI's da América Latina. Firmou parcerias com a Intel para a formação de *designers*, além de desenvolver projetos junto a outras empresas e instituições; ii) a Chipus é uma das *DHs* privadas mais promissoras, se destacando por firmar parcerias com *Foundries* e clientes internacionais; iii) Idea!, indo além do estágio de *DH* e se posicionando como fornecedora de blocos de IP, e busca atingir maturidade para migrar para o modelo *Fabless*.

A empresa Ensílica, que iniciou suas operações no Brasil em 2021 foi a única que não vivenciou o programa CI- Brasil. Entretanto, com o decreto do processo de liquidação da CEITEC, absorveu um número significativo de projetistas da CEITEC.

Quadro 10. Mapeamento de “outras” empresas de semicondutores no Brasil

Empresa/instituição	Cidade – Estado	Natureza jurídica*	Origem	Fundação no Brasil	Principais produtos/serviços	Porte	Empregados
Qualcomm	Campinas – SP	EPR	EUA	2003	Centro de P&D, consultoria e possui parceria tecnológica com outras empresas	Médio	100

Fonte: Elaboração própria e pesquisas em *websites*.

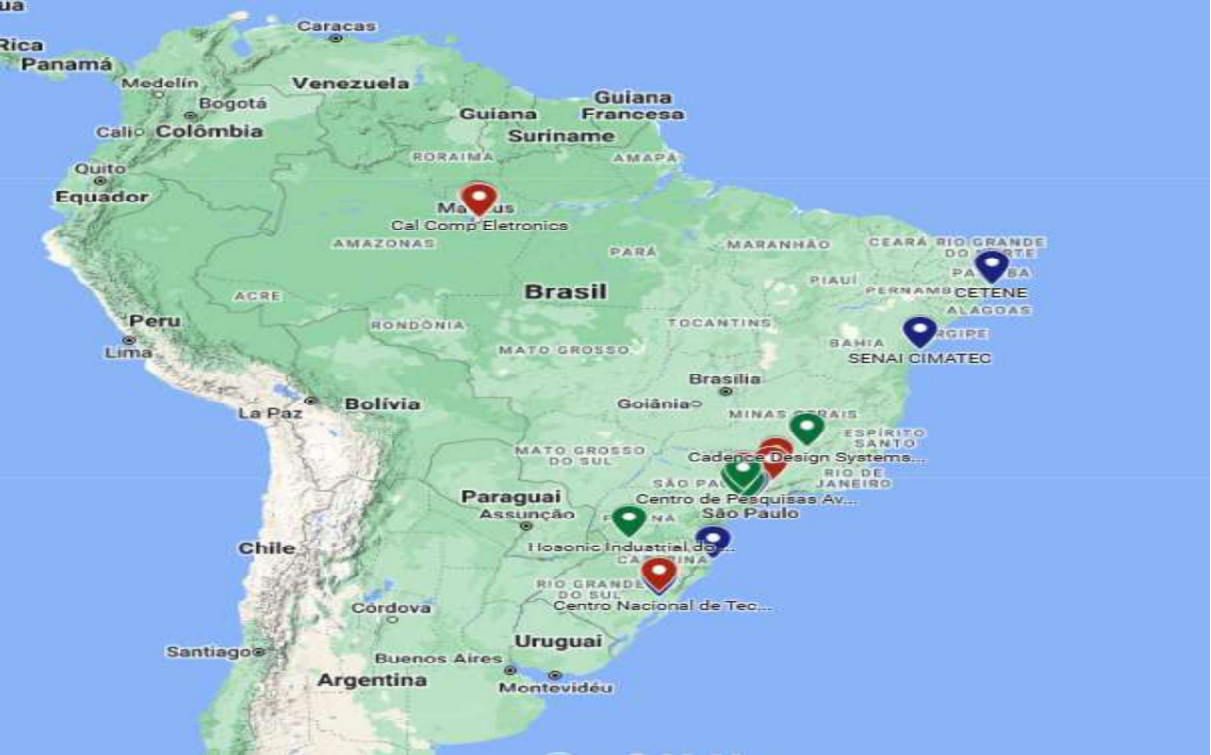
*Nota: Empresa Privada (EPR).

A Qualcomm opera efetivamente no Brasil em estágios mais caracterizados como serviços, como consultoria e pós-vendas. No que tange a parcerias, mais recentemente, em 2022, a empresa assinou um acordo com o Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel), Trópico e CPqD para o desenvolvimento de produtos para redes *Open RAN* 5G.





Em 2019 a Qualcomm anuncia uma *joint-venture* denominada de Semicondutores Avançados do Brasil S.A, localizada no Estado de São Paulo, contando com a participação da fabricante taiwanesa de chipsets USI. Segundo a InvestSP, o valor estimado do empreendimento é cerca de US\$200 milhões, com expectativa de geração de mais de 800 vagas de emprego. Entretanto, de acordo com o jornal da Ip News, já em 2020 a Qualcomm suspende o projeto até a chegada do 5G ao país.

Para finalizar a nossa análise da indústria local de semicondutores na atualidade, a Figura 8 ilustra os principais polos em que estão alguns estágios de produção.

Figura 8. Localização das principais plantas produtivas das empresas/instituições atuantes no setor de semicondutores do Brasil na atualidade



Fonte: Elaboração própria, na ferramenta do Google Maps.
Legenda:

 Verde- IDM	 Vermelho- <i>Back-End</i>
 Amarelo- <i>Fabless</i>	 Azul – <i>Design House</i>

Podemos definir como principais polos produtivos, os seguintes Estados: São Paulo (SP), Rio Grande do Sul (RS), Minas Gerais (MG), e Amazonas (AM); com 14, 5, 5 e 4 empresas/instituições operando, respectivamente. Estão localizados nos Estados mais ricos do país, com exceção do Amazonas. A escolha destes Estados não é conduzida de forma aleatória, mas devido à complexidade da indústria, há uma ação estratégica em que leva em consideração diversos fatores, dentre os quais destacamos: proximidade das cadeias produtivas a jusante, mercado consumidor nacional e a grandes centros universitários (Unicamp e USP, em São Paulo; Unisinos e UFRGS, no Rio Grande do Sul; UFMG em Minas Gerais) que viabiliza um ecossistema de inovação. Cabe salientar que a escolha do Amazonas é principalmente pela ZFM, devido aos seus incentivos tributários e por hoje deter um conglomerado de empresas que atuam no setor eletroeletrônico.

No que tange à Minas Gerais, Almerí (2019) adverte que em Minas Gerais há um cemitério de indústrias de semicondutores, nas quais faliram porque nasceram de decisões políticas que divergiam das regras de mercado. Dentre essas empresas estão: Transit, Philco,

SID e mais recentemente a Unitec (que sequer entrou em operação, um caso que será mais bem abordado no Capítulo 4).

Considerações finais do capítulo

De acordo com o que foi apresentado ao longo deste capítulo, o setor de semicondutores apresenta características propensas à fragmentação internacional da produção, devido sua complexidade e dinamicidade, conforme as características retratadas na seção 1 deste capítulo. No decorrer das últimas décadas o setor incorpora novos modelos de negócios, reduzindo a frequência de um modelo voltado à integração vertical em uma determinada localidade.

Com todas as transformações no modelo de negócios, a indústria global de semicondutores passou por um crescimento expressivo ao longo das últimas décadas, passando de um faturamento de aproximadamente US\$50 bilhões em 1990 para US\$600 bilhões em 2022. Também é possível destacar a entrada de novos *players* globais (por exemplo, os Tigres asiáticos e China), nas últimas décadas, não se restringindo mais à predominância dos EUA e Japão (que em grande medida perde poder de mercado).

Buscando cumprir um dos objetivos deste capítulo, de entender a inserção do Brasil na CGV da indústria de semicondutores, a seção 2.3 busca mapear a posição do Brasil em diversos indicadores de competitividade internacional. Os resultados encontrados são: i) em 1990 o Brasil era o 12º maior exportador de circuitos integrados (cerca de 0,10% da parcela de mercado), caindo para a 20ª posição em 2022 (cerca de 0,02% da parcela de mercado); ii) ao longo de toda a série apresenta a comportamento inter-industrial (de pouca interação industrial com outros países, uma atitude que não dialoga plenamente com os princípios de inserção/permanência em CGVs); iii) Em estatísticas de participação em CGV do setor de eletrônicos, o Brasil está entre os países analisados que menos adicionam valor nas exportações.

Apesar dos indicadores sinalizarem uma baixa *performance* do Brasil, perante os principais *players* do mercado, na década de 1960 houve as primeiras tentativas de internalizar o setor de semicondutores, primeiramente com a atração de EMNs. Neste primeiro momento, o Brasil estava à frente até mesmo de alguns países do tigre asiático (como Taiwan).

A primeira saída massiva de capital externo ocorre na década de 1980 devido a implementação da política de reserva de mercado para empresas nacionais. Dentre essas saídas, a mais emblemática foi a da Philco, pois se configurava como uma das poucas empresas atuantes localmente que participava de diferentes etapas da produção, inclusive algumas de maior agregação de valor. A segunda saída, ainda mais aguda, ocorre na década de 1990 com a

extinção de tal política e a implementação da abertura comercial. Estima-se que se inicia os anos 2000 com a indústria local bastante debilitada, apenas 5 empresas e 2 institutos.

No âmbito da governança externa, algumas políticas verticais foram implementadas com o intuito de uma reversão da situação, que serão melhor abordadas no próximo capítulo, porém alguns dados macros indicaram que ao longo dos anos 2000 houve piora significativa no setor, como se verifica na balança comercial; VTI real (indicando queda contínua ao longo dos anos 2000); queda acentuada na produtividade real do trabalho e queda na relação VTI/VBPI, indicando uma queda no valor adicionado nacional. Acredita-se que em um aspecto micro as políticas verticais influenciaram na tomada de decisão corporativa, auxiliando no crescimento do número de empresas e institutos atuantes no setor na atualidade (22 empresas e 9 institutos), porém o setor ainda carrega muitas disparidades, com poucas empresas ditando a dinâmica do setor.

Pode-se inferir que na atualidade ainda se perpetua as semelhanças encontradas na indústria de semicondutores brasileira e as encontradas em países de terceiro mundo, como já observado por Silva (1985), nos seguintes aspectos: presença predominante nas fases de encapsulamento e testes (*back-end*), nas quais são mais intensivas em trabalho e agregam menor valor e baixo potencial de conhecimentos tecnológicos; e a gestão do capital e a tomada de decisões são centralizadas na matriz no exterior. Todas essas constatações certamente interferem no desenvolvimento tecnológico da indústria local.

No Capítulo 3, o objeto de análise será a governança, da externa a interna, buscando a compreensão de como o setor é organizado entre diferentes agentes econômicos. Devido à escassez de trabalhos acadêmicos e base de dados que abordam a temática de governança interna para o setor no Brasil, será utilizado como metodologia a coleta de dados primários, através da aplicação de questionários aos gestores das empresas que compõem o setor nacional.

CAPÍTULO 3. FORMAS DE GOVERNANÇA EXERCIDA EM CGV: UMA ANÁLISE DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES BRASILEIRA ANOS 2000

Realizado o processo de análise do desempenho do setor em questão (em suas múltiplas vertentes), no Capítulo 2, o vigente capítulo se propõe a avançar, identificando e avaliando as formas de governança estabelecidas na indústria de semicondutores nacional perante o contexto das CGVs, ao longo das duas primeiras décadas do século XXI, que permite explicar, em alguma medida, a *performance* desta indústria local outrora apresentada.

Conforme verificado no Capítulo 1, de revisão bibliográfica, o modelo teórico de governança está em constante evolução, e à medida que avança incorpora novos atores na análise. Nos primórdios era incorporado somente as empresas que compõem a cadeia produtiva, buscando compreender como se estruturava a relação de poder entre tais agentes. Mais adiante, se adiciona à literatura novos agentes, considerados externos à cadeia, mas com elevado poder de modificação da dinâmica de mercado. Esses agentes externos (governos, organismos internacionais, associações, sindicatos etc.) podem produzir tanto externalidades positivas quanto negativas.

No que tange a aspectos metodológicos adotados, para a viabilização da pesquisa, o então capítulo utilizará como procedimento a análise bibliográfica, por meio da leitura de materiais publicados em livros, em revistas acadêmicas, anais de congressos científicos e jornais. Por se tratar de um trabalho também de natureza empírica, foram utilizadas as seguintes bases de dados: Banco Mundial e alguns relatórios divulgados pelo governo. Além disso, é pertinente ressaltar que por se tratar de um trabalho empírico, com poucas informações de natureza micro divulgada pelas empresas, parte expressiva deste capítulo se baseará em informações obtidas por meio da pesquisa de campo, através de questionários (*on-line*) que foram direcionados a gestores das principais empresas atuantes no país. Para a viabilização deste método de pesquisa de campo, o projeto/questionário da dissertação passou primeiramente por uma avaliação minuciosa do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UFU) da Universidade Federal de Uberlândia, cujo parecer completo se encontra em anexo desta dissertação.

Para atingir o objetivo proposto com mais eficiência, este capítulo será dividido da seguinte maneira: na primeira seção será apresentada questões referentes à governança externa, focando nas políticas públicas implementadas localmente ao longo do período; a segunda seção abordará questões de governança de ordem mais interna/corporativa, em que será mais bem explorado o questionário direcionado às empresas, devido à escassez de informações desta

natureza aplicadas diretamente ao setor. Além disso, abordará o período de pandemia, os entraves que o setor enfrentou; por fim, serão apresentadas as considerações finais.

3.1. Governança externa: da análise dos casos de sucesso global ao caso da indústria de semicondutores brasileira

A indústria de semicondutores carrega no seu DNA a complexidade tecnológica, o que requer expressivos volumes de investimento, em suas distintas naturezas, desde capital fixo, humano, capacidade de financiamento, de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), além do longo período de maturação dos investimentos. Se configura como uma estrutura de mercado com muitas barreiras à entrada. Para o êxito tecnológico desta indústria é relevante a arquitetura de um eficiente sistema de governança (em um sentido mais amplo, que envolva Estado e empresas).

Devido ao alto risco mercadológico que engloba tais operações, o setor privado geralmente evita essas iniciativas, o que significa que é necessário não apenas financiamento público substancial para o seu desenvolvimento, mas também, o espírito de liderança do setor público (Filippin, 2020). Neste sentido, Mazzucato (2014) desenvolve a ideia do Estado Empreendedor, na qual investe em determinadas áreas (estratégicas para o desenvolvimento e soberania nacional) em que o setor privado não investiria mesmo se tivesse os devidos recursos.

Para a autora, a ideia de Estado Empreendedor é muito mais profunda que a ação de correção de falhas de mercado, com a criação de conhecimentos em universidades e laboratórios. Além disso, são adicionadas as seguintes funções ao Estado: estimular o mercado, tanto pela via da oferta quanto da demanda; geração de mercado para os novos produtos e serviços desenvolvidos, através de mecanismos de uso de poder de compra estatal e a regulação.

A presente seção tem como objetivo apresentar a atuação do governo (por meio de políticas públicas) dos principais *cases* de sucesso e por fim apresentar com mais detalhes o caso brasileiro. Nesta seção será abordada a governança externa, com ênfase nas ações do governo.

No Capítulo 2 foi analisado o desempenho macro da indústria de componentes eletrônicos brasileira, que em muito esteve condicionado às políticas públicas implementadas, das quais serão apresentadas ao longo desta seção com certo nível de detalhamento.

3.1.1. *Benchmarking* de governança externa bem-sucedida: uma análise para os países que despontaram na indústria de semicondutores

De acordo com Block (2008), o estilo de Estado desenvolvimentista adotado pelos estadunidenses e europeus no pós-guerra é distinto do adotado na Ásia. No primeiro conjunto de países há um Estado que busca o desenvolvimento de rede, com a finalidade de auxiliar as empresas a desenvolver inovações de produto e processo inéditas com recursos significativos em educação e pesquisa científica e tecnológica. No que tange ao modelo asiático, se direcionaram por uma estratégia burocrática, auxiliando as firmas nacionais a obter competitividade internacional, concedendo empréstimos e subsídios.

A subseção em vigência, tem como função principal apresentar os principais *cases* de sucesso da ação do Estado, nos quais atualmente são países *players* do setor: Estados Unidos, Japão, Coreia do Sul, Taiwan e China. Apesar de cada país que será apresentado apresentar características distintas na implementação da indústria de semicondutores, ambas convergem em um ponto: em todos os casos que serão trabalhados a atuação do Estado é um dos elementos dinamizadores.

- **Estados Unidos**

O berço da indústria de semicondutores remonta aos EUA, nas primeiras décadas do século XX. Por ser um dos pioneiros neste mercado, teve condições de sair à frente da concorrência, acumulando maior nível de experiência, tendendo a navegar em um “Oceano Azul”, nos primeiros momentos.

Poty e Aguiar (2021) também afirmam que o sistema de inovação dos EUA tem como principal traço a parceria público-privada, a garantia da propriedade intelectual. Nesse contexto, foi criada a Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa (DARPA), ia além do financiamento das pesquisas, tinha a intenção de dar superioridade tecnológica em diferentes setores, principalmente naqueles relacionados à tecnologia, contribuindo para a pesquisa em semicondutores (Mazzucato, 2014).

Nas últimas décadas do século XX, em busca de maior valorização do capital, os EUA intensificam o processo denominado de “*offshoring*” (conceito mais bem abordado no Capítulo 1) da produção de semicondutores, realocando atividades intensivas em trabalho em localidades de menores custos, focando em atividades de maior valor agregado.

Nos primórdios da segunda década do século XXI, em um ambiente que ainda enfrentava os efeitos nocivos da crise do *subprime*, os EUA passam a rever sua estratégia de participação em CGVs para manutenção da sua hegemonia militar e tecnológica. Somado a

isso, era evidente a perda de postos de trabalhos na indústria de semicondutores com o movimento de *offshoring* da produção. Calcula-se uma perda de oito milhões de postos de trabalho entre 1987 e 2017 (Silva, 2022).

Silva (2022) salienta que os EUA não almejam realizar *upgrading* e nem o aumento de valor agregado nas CGVs, mas sim consolidar a integração da sua base manufatureira e o que foi perdido na globalização produtiva.

Na gestão Trump tais questões ganharam ainda mais fôlego na agenda do governo. Em 2018 o então presidente dos EUA já declarava explicitamente uma “guerra comercial” contra a China (Poty e Aguiar, 2021).

Na atual gestão, o debate se inflamou em maiores proporções devido o contexto de pandemia da Covid-19, que destacou fragilidades na forma de estruturação da cadeia produtiva global de *chips*. Neste sentido, no ano de 2022 o congresso aprovou a lei dos *chips*, que inclui subsídios, investimentos em P&D e um crédito fiscal para investimento na fabricação local de *chips* (SIA, 2022). Todas essas movimentações dos EUA, que ficou denominado de “*reshoring*” da cadeia produtiva, certamente no médio prazo haverá implicações no formato das CGVs.

- **Japão**

A política industrial implementada pelo Japão diverge nos seguintes aspectos da implementada pelos EUA: não é influenciada por uma concepção de segurança nacional frente a uma agressão militar externa (Cunha, 1994); além disso, devido a limitação do mercado interno, buscou um modelo de crescimento que enfatizasse as exportações. Cunha (1994) também salienta que a política industrial japonesa tem sido formulada num ambiente caracterizado por elevados níveis de coordenação e coerência entre a esfera estatal e empresarial.

Após o Acordo de Plaza de 1985, em que impôs a valorização do iene em relação ao dólar, em resposta à perda de competitividade dos EUA, o Japão pôs em prática o processo de internacionalização produtiva no Leste e Sul asiático. Tal estratégia foi seguida posteriormente, em termos similares, pela Coreia do Sul. Desse modo, a constituição de um cluster industrial asiático de investimentos e comércio intra-indústria, possibilitou às empresas do Japão e Coreia do Sul a geração de economias de escala e especialização no setor manufatureiro (Saraiva, 2019).

À medida que a Guerra Comercial entre EUA e China se intensificam, ao longo da última década, o Japão está na corrida para revigorar sua indústria de semicondutores, que passou por um processo de estagnação ao longo dos anos 2000, para fornecer às suas próprias montadoras e empresas de TI soluções modernas (Avalanche, 2022).

Já no período pós pandemia da Covid-19, o Japão, assim como os demais países, vem buscando maior autonomia na produção de *chips* cada vez mais modernos, para evitar possíveis choques externos negativos de escassez de *chips*.

- **Coreia do Sul**

Dentre as economias de industrialização tardia, a Coreia do Sul, ao longo das últimas décadas, vem se configurando como um *case* de sucesso, apresentando um alto e rápido crescimento econômico, associado a um *upgrading* em seu parque industrial e forte inserção ao comércio internacional (LIMA, 2017b). O referido autor também argumenta que os avanços no complexo eletroeletrônico no país somente foram logrados devido à intervenção do governo através de políticas de subsídios, incentivos à exportação e protecionismo. Além disso, houve uma forte interação entre Estado e iniciativa privada que fica evidenciada na relação entre o governo coreano e as *Chaebols*.

Recentemente, no contexto de pandemia da Covid-19, diante do quadro de escassez na oferta mundial de *chips*, o governo onisciente aos acontecimentos se faz presente elaborando um plano de ação que prevê US\$450 bilhões para turbinar Samsung, Hynix e mais 150 empresas para reforçar a produção de semicondutores, também sinalizando a intenção de construir a maior base de fabricação de *chips* do mundo na próxima década. Também é intenção do governo alavancar o número de especialistas em *chips*, tendo como meta treinar 36 mil novos especialistas entre 2022 e 2031 (Exame, 2021).

- **Taiwan**

Assim como a Coreia do Sul, Taiwan é uma economia caracterizada como industrialização tardia, mas que obteve êxito na implementação da indústria de semicondutores local a partir da década de 1970. De acordo com Deng e Deng (2022), Taiwan detém atualmente 73% do mercado global de *foundry*, que o coloca em posição de relevância. Assim como a Coreia do Sul que identificou um nicho de mercado pouco explorado, segmento de memórias, Taiwan identificou que a prestação de serviços de *foundry* juntamente com a entrada no segmento dos circuitos integrados de aplicação específica (ASICs) eram pouco explorados, se configurando como uma janela de oportunidade para seu desenvolvimento (Carvalho, 2006).

De acordo com Lall (2004) a Coreia do Sul e Taiwan alcançaram sucesso no mercado internacional de produtos manufaturados por meio de estratégias autônomas, ou seja, desenvolvendo a capacitação das empresas nacionais e aplicando restrições seletivas às atividades das ETNs.

Devido ocupar uma posição de destaque na cadeia de semicondutores, Taiwan acaba por ser intermediária na disputa geopolítica deflagrada recentemente entre a potência estadunidense e a chinesa (Salviano, 2021).

- **China**

Deng e Deng (2022) chama a atenção para as divergências do modelo de inserção na indústria de semicondutores da Coreia do Sul e Taiwan para o modelo chinês. No caso coreano e taiwanês a inserção foi beneficiada por fatores geopolíticos (no contexto da Guerra Fria, foram países importantes na Ásia para conter a ameaça comunista), ao passo que na China a internalização desta indústria ocorreu de forma autônoma, com uma fabricação voltada para o uso doméstico.

Nas duas últimas décadas do século XX houve os primeiros esforços concretos do governo para desenvolver a referida indústria. Ao longo deste período o governo se empenhou para incorporar tecnologia estrangeira, principalmente por meio de estabelecimento de *Joint Venture* com EMN. Apesar de tais esforços, devido a estrutura de P&D das organizações internas estar em estágio embrionário e restrições externas existentes, essas políticas não foi eficaz, do modo esperado (Deng e Deng, 2022).

Nos anos 2000 a China estruturou seu 10º plano quinquenal, na qual priorizava o desenvolvimento interno de CIs, com o objetivo de atingir novas etapas na cadeia produtiva, deixando de ser atuar apenas na etapa de montagem (PWC, 2007; e Silva, 2022). Através de esforços governamentais, os setores de *design* e *fabless* passaram por uma trajetória de desenvolvimento, sendo os segmentos principais de receitas em 2016 (Majerowicz e Medeiros, 2018; e Silva, 2022).

A partir de 2014 os semicondutores passaram a ser o produto mais importado pela China. Com vistas a frear a crescente dependência, já em 2014 o governo anunciou o Plano Nacional de CIs, no qual previa um gasto de US\$150 bilhões na cadeia produtora de *chips* local até 2020 (Deng e Deng, 2022 e Salviano, 2021). O governo estimulou a meta de elevar a participação da indústria doméstica no consumo interno gradualmente, de 10% em 2015, para 40% em 2020 e posteriormente para 70%, em 2025 (Deng e Deng, 2022).

Um possível entrave na expansão da produção de semicondutores chinesa se deve ao atual ambiente de Guerra Comercial com os EUA, na qual nos últimos anos vem impondo sérios boicotes contra a China, que compromete o seu desenvolvimento. De acordo com a SIA, no ano de 2022, a China apresentou uma queda de 6,3% em comparação com o ano anterior nas vendas de semicondutores.

3.1.2. Governança externa sob a ótica das políticas públicas voltadas para o setor de semicondutores no Brasil ao longo dos anos 2000

Evidenciado na subseção anterior o papel do Estado no desenvolvimento da indústria de semicondutores nos países *players* do setor, nesta subseção abordaremos as ações realizadas pelo Estado brasileiro na tentativa de promoção do setor. Como veremos, o Brasil ao longo dos anos 2000 implementou alguns instrumentos, em alguma medida, utilizados pelas economias referidas.

Como forma de avaliar as ações implementadas pelo Estado, inserimos nesta seção resultados do questionário aplicado às empresas do setor, nos mais variados modelos de negócios. O Quadro 11, abaixo, descreve o perfil dos participantes da pesquisa, via questionário *on-line* do Google *forms*. Ao todo, a pesquisa contou com a participação de 10 empresas/instituições, correspondendo a 31% das empresas atuantes no setor na atualidade.

Quadro 11. Perfil das empresas/instituições do setor de semicondutores respondentes do questionário

Modelo de negócio	Nome fictício da empresa/instituição	Porte	Participação de capital estrangeiro ?	Principal mercado	Tipos de produtos ofertados
<i>Design-house</i>	Empresa A	Micro	Não	Nacional	Sob demanda/prateleira (seriado)
	Empresa B	Grande	Não	Nacional	Maioria sob demanda
<i>Fabless</i>	Empresa C	Micro	Não	Nacional	Sob demanda/prateleira (seriado)
	Empresa D	Médio	Não	Nacional	
	Empresa E	Médio	Não	Estadual	Maioria sob demanda
	Empresa F	Grande	Não	Nacional	Sob demanda/prateleira (seriado)
<i>Back-end</i>	Empresa G	Médio	Sim	Nacional	Maioria prateleira (>50%)
	Empresa H	Pequeno	Não	Nacional	Exclusivamente sob demanda (≈100%)
	Empresa I	Grande	Sim	Nacional	Exclusivamente sob demanda (≈100%)
<i>IDM</i>	Empresa J	Pequeno	Não	Nacional	Maioria sob demanda

Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Verifica-se no Quadro 11, houve um esforço de se trabalhar com uma amostra variada, que pudesse revelar características do setor. Como esperado, uma característica estrutural, as empresas instaladas adotam como mercado principal o nacional, também explicado por ter se instalado no país cadeias a jusante e considerável mercado final.

Antes de adentrarmos propriamente nas políticas públicas implementadas no Brasil ao longo dos anos 2000, convém chamar a atenção para o fato que as políticas sofrem mutações no decorrer do tempo, e são influenciadas por uma determinada ideologia que impera em determinado momento. Geralmente essas ideologias têm o caráter “*top-down*”, ou seja, emanam

de países com determinada hegemonia e de organismos multilaterais (por exemplo, Banco Mundial, FMI, OMC, entre outros), ao passo que países emergentes são mais suscetíveis e tendem acatá-las. A Figura 9, abaixo, mapeia as principais políticas adotadas desde a década de 1980 e determina o viés ideológico para cada período.

Figura 9. Políticas setoriais e a ideologia do governo do período



Fonte: Zulke, De Paula e Richter (2017, p.13).

A década de 1980 é caracterizada por crise, tanto a nível externo quanto interno, em que muitos países adotaram políticas econômicas voltadas a proteger suas indústrias domésticas. O aumento do protecionismo dos anos 1980 ocorreu em resposta a uma série de desafios econômicos enfrentados por muitos países. Dentre os principais fatores que impulsionaram essa tendência, se destacam: crise do petróleo, em que inflama o desejo de autonomia tecnológica; desindustrialização; dívida externa e competição global acirrada.

Internamente, na década de 1980, o Brasil se aprofundava em uma crise econômica (marcada por um processo inflacionário intenso) e política (marcada pelo descrédito do governo militar e desejo da sociedade em redemocratização). Ainda neste cenário de grandes incertezas, buscou fomentar o complexo da microeletrônica, como uma forma de autonomia tecnológica e incentivar a indústria nacional, dando sequência na política de reserva de mercado, conforme comentado no Capítulo 2.

Já no início da década de 1990 o teor da política econômica passa por uma guinada, passando a adotar práticas liberalistas inspiradas no Consenso de Washington por organismos multilaterais como uma possível “saída” para a crise dos países em desenvolvimento, como o

caso do Brasil. Todas essas modificações reverberaram no setor de microeletrônica local, em que houve a revogação da reserva de mercado e passou a adotar a Lei da Informática, de 1991, que concede incentivos fiscais para empresas do setor de tecnologia que tenham por prática investir em P&D. Além dessas ações, se promoveu a abertura comercial (que não foi nem lenta, nem gradual), reduzindo as barreiras de importação, prejudicando as empresas nacionais que ainda não estavam em condições de competir com produtos importados, que relativamente eram mais dotados de tecnologia. Todas essas modificações tiveram severas consequências para o setor em questão, passando por um processo de intensa redução no número de empresas, chegando no início dos anos 2000 apenas 5 empresas e 2 instituições.

Com o crescente déficit na balança comercial deflagrado já nos primeiros anos do século XXI, como exposto no Gráfico 1 do capítulo anterior. Conforme salienta Filippin (2020) há o renascimento da política para semicondutores no Brasil, principalmente num viés desenvolvimentista. Entretanto, essas políticas vão se enfraquecendo a partir de meados de 2015 com a crise política e econômica em que o país amargou.

O primeiro ensaio de política pública voltada ao setor de microeletrônica nos anos 2000 ocorre já em 2001 com a publicação do Programa Nacional de Microeletrônica- *Design* (PNM), que objetivava a instalação de DHs internamente (Brasil, 2001; Filippin, 2020). No ano seguinte, foi lançado o PNM acadêmico, que tinha como foco a formação de recursos humanos (Filippin, 2020).

Entendendo a importância do setor, o governo concedeu destaque ao setor na implementação da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE- 2003 a 2007) (Rivera *et al.* 2015). A combinação do PNM com a política industrial em curso resultou em importantes políticas de incentivo ao setor no Brasil: o Programa CI-Brasil, de 2005, que treina projetistas e estimula a instalação de DHs no país, e o PADIS, de 2007, que oferece incentivos fiscais às empresas do setor (Filippin, 2020). Após 2007, as políticas industriais subsequentes o Programa de Desenvolvimento Produtivo (PDP- 2008 a 2011) e Programa Brasil Maior (PBM- 2012 a 2014) incorporaram outros setores industriais, retirando o destaque e a força política que o setor teve durante a PITCE (Rivera *et al.* 2015).

Nos próximos tópicos serão apresentadas as principais estratégias e ações do governo para fomentar a indústria de semicondutores ao longo dos anos 2000, como: PNM, PITCE, Programa CI-Brasil e PADIS. Para o encerramento desta seção de governança externa, será apresentada algumas considerações das políticas destinadas ao setor, bem como a avaliação dessas políticas pelos agentes privados do setor nos quais dispuseram a participar do questionário.

- **Programa Nacional de Microeletrônica (PNM)**

Já no PNM há o reconhecimento do governo acerca da importância do setor de microeletrônica e do quadro de dependência que se aprofundou após a abertura comercial do país, gerando profundos *déficits* na balança comercial. Desse modo, propõe algumas ações governamentais no sentido de promover o desenvolvimento e a competitividade do setor, com o intuito de atenuar o déficit comercial, reduzir a dependência tecnológica e incentivar o domínio do processo de inovação tecnológica no Brasil (BRASIL, 2002b).

Para a melhor compreensão das políticas a serem implementadas, na elaboração do PNM é realizado o mapeamento das oportunidades e desafios para a inserção do Brasil nesta cadeia produtiva, nos mais variados modelos de negócios. No Quadro 12, abaixo, se encontram as principais oportunidades e desafios listados.

Quadro 12. Oportunidades e desafios para inserção do Brasil na cadeia produtiva mundial de *Design-house*, *Foundries* e *Back-end*

Modelo de negócios	Oportunidades	Desafios
<i>Design-house</i>	Investimentos fixos relativamente baixos; desverticalização; modelo de trabalho similar às empresas de <i>software</i> existentes no Brasil; carência internacional de projetistas de <i>chips</i>	Atração de investimentos nacionais e internacionais, qualificação da mão de obra e encontrar nichos adequados de inserção que garantissem sustentabilidade às empresas
<i>Foundries</i>	A possibilidade de inserção na escala de <i>foundry</i> de nível 1, que está focada na produção de protótipos de <i>chips</i> e na produção em baixo volume;	Demanda um arranjo institucional e articulação com vários agentes; ausência de importantes elos da cadeia no Brasil, o que não o torna apto a concorrer por IDE; procedimentos alfandegários; mão de obra qualificada; a criação de uma marca confiável
<i>Back-end</i>	Tamanho do mercado interno; Investimento acessível; e possibilidade de adentrar em nichos para os seguintes segmentos: memórias para microcomputadores e o segmento automobilístico	Atração de investimentos nacionais e internacionais e encontrar nichos adequados de inserção que garantissem sustentabilidade às empresas

Fonte: Elaboração própria, com base em BRASIL, 2002.

O programa visava atuar com políticas para os diferentes modelos de negócios, em maior ou menor proporção, buscando sinergia entre as diferentes etapas da cadeia produtiva. Compreende-se que as atividades de projeto (*design*) do *chip* é um importante indutor da inovação, que precisa ser internalizada. O PNM não só entende que a etapa de projeto é mais factível a internalização, devido demandar menores recursos, que se comparado com as *foundries*, como também entende que participar da etapa de projeto dos produtos é uma forma de auferir maiores benefícios econômicos (agrega considerável valor) e gerar empregos mais qualificados, que se comparado a etapa de *back-end* (BRASIL, 2002b).

No que tange a etapa de *back-end*, requer investimentos comparativamente menores que as *foundries* e que pode ser viabilizada em prazo mais reduzido. O PNM identifica dois fatores que favorecem o aprofundamento da atração de empresas para o *back-end*, nos quais são: a existência de capacidade já instalada para encapsulamento e testes de memórias no país constitui uma oportunidade a ser explorada, e a necessidade de fomentar a entrada de novas empresas neste segmento para estimular a competição (BRASIL, 2002b).

No que se refere à etapa de fundição, o PNM identifica maior viabilidade de investimentos em *foundry* de nível 1, em que opera em uma escala menor e foca na produção de produção de protótipos de *chips*. Além disso, enxerga a implementação da CEITEC como uma oportunidade de reinserir o Brasil na produção de CIs (BRASIL, 2002b).

No documento de divulgação oficial do PNM, Brasil (2002b), salienta que a instalação de uma *foundry* nível 1 apresenta uma interação sinérgica com a implementação de *design-houses*, pois a customização do processo para um *design* inovador só é possível a partir da interação dos projetistas com a própria equipe de engenharia e processo da *foundry* (BRASIL, 2002b).

Identificados as oportunidades e desafios, o PNM busca possíveis políticas para aproveitar as oportunidades e atacar os desafios. Entendem que o arsenal de políticas industriais e tecnológicas disponíveis para o desenvolvimento da referida indústria é mais limitado do que foi utilizado nas décadas anteriores por países como a Coreia do Sul e Taiwan. Neste contexto, estão disponíveis os seguintes incentivos: fiscais, creditícios, capacitação tecnológica e outros (facilitação alfandegária, regras e práticas burocráticas ágeis para exportação e importação, compras governamentais, entre outros) (BRASIL, 2002b).

Filippin (2020) chama atenção para as contribuições do PNM, principalmente pelo olhar segmentado da cadeia produtiva, mostrando que a inserção do Brasil na etapa de fabricação de semicondutores não necessitava da atração de uma fábrica que operasse em larga escala, como grandes *foundries* que exigem investimentos da ordem de bilhões. Uma contribuição adicional foi destacar que as distintas fases da cadeia produtiva têm barreiras e oportunidades distintas.

No que se refere a desafios de mão de obra qualificada, o PNM-Acadêmico melhor trabalha essa questão.

Filippin (2020), em seu estudo, sinaliza que a vertente acadêmica parece ter sido mais exitosa, no qual destinaram recursos para a pós-graduação em microeletrônica, contribuindo para aumentar a oferta de mão de obra qualificada. Também salienta que as principais ações do Subprograma de Projeto de Circuitos Integrados só viraram realidade a partir do Programa CI-Brasil, que será abordado mais adiante.

- **Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE- 2003 a 2007)**

A primeira política industrial dos anos 2000 (PITCE) surge em um contexto de estabilização monetária, em que a ideologia desenvolvimentista ganha fôlego, apontando que a intervenção pública para o desenvolvimento de indústrias de intensidade tecnológica se justificaria pela existência de externalidades positivas, necessidade de elevados investimentos a longo prazo, sem a garantia de retornos, relacionados à emergência de uma base de conhecimentos (codificado e tácito) que envolvem a formação de recursos humanos com elevado grau de especialização (Campanario, Silva e Costa, 2009).

De acordo com Campanario, Silva e Costa (2009) o governo elegeu quatro setores prioritários, a saber: fármacos, *software*, bens de capital e semicondutores. Esse caráter mais vertical é justificado devido ao peso crescente desses setores na balança comercial, além de serem setores estratégicos ao desenvolvimento e difusão de ciência e tecnologia. No Quadro 13, se encontra as principais medidas da PITCE orientadas ao desenvolvimento da indústria nacional de semicondutores.

Quadro 13. Principais medidas da PITCE responsáveis pela criação e desenvolvimento do setor de semicondutores

Medida	Meta	Execução*	Importância para o setor de semicondutores
Regime aduaneiro especial	Agilizar o desembaraço aduaneiro do setor. Em implantação pela Receita Federal.	MF e MDIC	Facilitar a importação de máquinas, equipamentos e insumos
Projeto de Lei da Topografia de Circuitos Integrados	Incentivar o processo de inovação no setor de circuitos integrados, que compõem produtos de alta tecnologia e bens de consumo.	MDIC e MCT	Garantir direitos de propriedade intelectual é extremamente importantes nas indústrias de alta tecnologia
Laboratório Nacional de Tecnologia Industrial	Dotar o país de infraestrutura decisiva em tecnologia industrial.	Grupo de trabalho de semicondutores	Criação de infraestrutura de pesquisa visando à fase de criação.
Programa de Recurso Humanos	Desenvolver a capacidade de inovação das instituições brasileiras.	MCT, MDIC, FINEP, CAPES, CNPq	O setor de semicondutores é dependente de recursos humanos especializados.
Incentivo à produção de <i>chips</i>	Capacitar as empresas e laboratórios para a produção seriada de microchips.	FINEP	Fomentar a produção
CEITEC	Desenvolver a prototipagem nacional de <i>chips</i> .	MCT	Visa o <i>design</i> de <i>chips</i>
Programa Nacional de Microeletrônica (PNM)	Desenvolver a indústria microeletrônica no Brasil.	MCT	Foca na criação de DHs e parcerias com empresas estrangeiras.
Lei de inovação	Criar condições para que a taxa de investimento em P&D aumente nas empresas, integrar esforços de P&D de empresas e de universidades e institutos de pesquisa.	MCT	A parceria entre universidades e empresas é uma das formas de criação de novos produtos e processos de produção.

Fonte: Elaboração própria, com base em Campanario, Silva e Costa (2009, p.88 e 89).

*Nota: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES); Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ); Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP); Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT); Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC); e Ministério da Fazenda (MF).

No que tange à execução da PITCE, os mesmos autores enfatizam que ainda que focada no MDIC e MCT, envolve diversas instituições, acarretando dificuldades de inter-relacionamento e perda de eficiência.

• Programa CI-Brasil

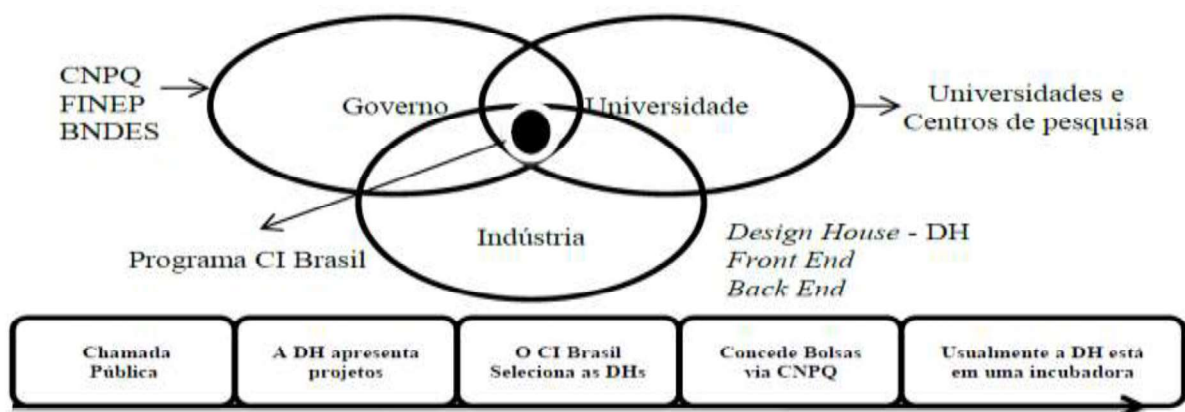
Em continuidade ao PNM, o Programa CI-Brasil foi criado pelo MCTI em 2005, com o propósito de contribuir na organização de um ecossistema de microeletrônica, contando com a ação conjunta do governo, empresas e academia (Toledo, 2017). Um dos principais eixos do programa é atuar na formação de profissionais capacitados para atender à demanda da indústria

de semicondutores, por meio da implementação de centros denominados *Design House* (Faccin; Bortolaso; Balestrin, 2016).

Compreendendo a ausência da etapa de *Design House* atuante no Brasil, foram traçadas metas de criação de 11 DHs nacionais e quatro ligadas a empresas internacionais, no triênio de 2006-2008. Para que se tornasse factível, o programa previa a concessão de incentivos e benefícios em infraestrutura, recursos humanos e acesso ao mercado. Investimento em infraestrutura, como servidores e *softwares* eram adquiridos através da disponibilização de licença (Faccin; Bortolaso; Balestrin, 2016). No que se refere a recursos humanos, o programa concederia bolsas de estudo para os projetistas. Estavam previstas duas categorias de bolsas: nível 1, no valor de R\$3.500 por mês, e nível 2, no valor de R\$5.000 por mês, durante um prazo de até 24 meses (Filippin, 2020).

Para maior efetividade do programa, previa que as DHs deveriam se estabelecer em instituições, incubadoras, parques tecnológicos ou afins para aproveitar a infraestrutura existente e manter relação com centros de capacitação de recursos humanos. As localidades escolhidas para instalação dos centros de treinamento (CT), são: em 2008 foi instalado o primeiro CT em Porto Alegre (RS), nas dependências da UFRGS; o segundo CT foi instalado em Campinas (SP), no CTI, porém em 2014 o CT2 foi desativado (Filippin, 2020). Na Figura 10, abaixo, ilustra a dinâmica do ecossistema de microeletrônica proposto pelo CI-Brasil.

Figura 10. Dinâmica da colaboração do Programa CI-Brasil



Fonte: Faccin, Bortolaso e Balestrin (2016, p.239).

Apesar do Programa CI-Brasil não necessariamente ter sido arquitetado segundo alguma cartilha teórica, Motta e Maia (2015) argumentam que dialoga com o modelo da tripla hélice. A academia colabora fornecendo infraestrutura e instrutores para os treinamentos e contribuindo para a coordenação do programa; as empresas participam contratando os bolsistas treinados e oferecendo produtos e serviços com os recursos disponibilizados. Isso reforça a relevância do governo, das empresas e das universidades e instituições na promoção da

inovação, assim como para a formação de mão de obra qualificada para o desenvolvimento tecnológico.

Dos dados que se tem acesso, de 2008 (ano de início da execução do programa) até 2016 o Programa CI-Brasil havia formado e introduzidos no mercado brasileiro 758 projetistas de circuitos integrados (Toledo, 2017). De acordo com o MCTI, até 2014 já haviam sido investidos, com recursos do FNDCT, R\$148 milhões.

No que se refere a resultados, o referido programa fomentou a atividade de 26 DHs no Brasil, distribuídas em diversas regiões do Brasil, sendo 4 filiais de multinacionais (uma já estava estabelecida no país antes dos incentivos, a antiga *Freescall* que foi adquirida pela NXP). Um fato que chama atenção é que mais de 53% das DHs no Brasil não têm fins lucrativos, sendo parte delas ligada a universidades ou a institutos.

De acordo com a ABDI (2011; 2014) e Rivera *et al.* (2015), dentre os principais problemas que as DHs enfrentam no Brasil, se destaca a forma desigual de tratamento entre instituições sem fins lucrativos e com fins lucrativos, em que as políticas públicas acabam favorecendo o surgimento de um ambiente inóspito para atividades com fins lucrativos. Um segundo obstáculo se refere à inserção limitada nas redes globais de design e a escassez de demanda local, pois são poucas empresas atuantes no Brasil que requisitam serviços de *design*. As EMNs não demonstram interesse em utilizar nos seus projetos as DHs instaladas no Brasil (há falta de credibilidade, onde as empresas brasileiras ainda não possuem reputação). O Quadro 14, abaixo, mapeia as DHs que atuaram ao longo dos anos 2000 e quais ainda estão em vigência na atualidade, bem como suas características.

A partir das informações apresentadas no Quadro 14, é nítido a entrada de DHs a partir de 2008, ano que se inicia o Programa CI-Brasil. Entretanto, a partir de 2016, com o declínio nos recursos do programa, muitas delas não tiveram força para suportar as adversidades do mercado, levando a situação de inoperância. Das 26 empresas que o Brasil detinha ao longo dos anos 2000, em 2023 há apenas 12 empresas operando, sendo 9 empresas/instituições sem fins lucrativos ou pública.

Das 12 empresas que operam na atualidade no Brasil, é de se chamar atenção que 7 são de natureza *fabless plus*, seja pública ou privada, sem fins lucrativos e são anteriores ao CI-Brasil. Uma das possíveis explicações de sobrevivência esteja pautada na diversidade das atividades exercidas, extrapolando a cadeia de semicondutores, integrando *hardware* e *software* aos circuitos desenvolvidos e ofertando soluções completas para o cliente final. As demais modalidades adotam uma estratégia de focalização em determinada atividade, como o *pure-*

play IP, que foca no licenciamento de IP cores; *pure-play design*, que foca na prestação de serviços de desenvolvimento de projetos de CIs.

Quadro 14. Fluxo de *Design houses* no Brasil ao longo dos anos 2000

Empresa/Instituição	Estado	Natureza jurídica*	Modelo de negócios	Ano de fundação	Situação atual
CPQD	SP	SFL	<i>Fabless plus</i> privada	1976	Operante
CTI- Renato Archer	SP	IP	<i>Fabless plus</i> pública	1982	Operante
C.E.S.A.R	PE	SFL	<i>Fabless plus</i> privada	1996	Operante
Cadence (adquiriu a Jasper)	MG	CFL	<i>Cativa</i>	1997	Operante
Idea!	SP	CFL	<i>Pure-play IP</i>	1997	Operante
NXP (adquiriu a Freescale)	SP	CFL	<i>Cativa</i>	1997	Inoperante- 2021
Von Braun Labs	SP	SFL	<i>Fabless plus</i> privada	1998	Operante
Instituto Eldorado	SP	SFL	<i>Fabless plus</i> privada	1999	Operante
LSI-TEC	SP	SFL	<i>Fabless plus</i> pública	2000	Operante
Senai Cimatec	BA	SFL	<i>Pure-play design</i>	2002	Operante
DH CT-PIM	AM	SFL	<i>Fabless plus</i> pública	2003	Inoperante- 2019
CETENE	PE	IP	<i>Fabless plus</i> pública	2005	Operante
Ceitec	RS	IP	<i>Fabless</i>	2008	Liquidada- 2020
Chipus	SC	CFL	<i>Pure-play IP</i>	2008	Operante
Excel chip	SP	CFL	<i>Fabless plus</i> privada	2008	Inoperante
Minas IC	MG	CFL	<i>Pure-play design</i>	2008	Inoperante- 2017
Silicon Reef	PE	CFL	<i>Fabless</i>	2008	Inoperante- 2016
TE@I2	PE	SFL	<i>Pure-play design</i>	2008	Inoperante
DHBH	MG	SFL	<i>Pure-play design</i>	2009	Inoperante
SMDH	RS	SFL	<i>Fabless</i>	2009	Inoperante
Floripa DH	SC	SFL	<i>Pure-play design</i>	2009	Inoperante
STI Semicondutor	SP	CFL	<i>Cativa</i>	2011	Inoperante- 2016
Instituto Senai de Inovação em microeletrônica	AM	SFL	<i>Pure-play design</i>	2014	Operante
DFChip	DF	SFL	<i>Pure-play design</i>		Inoperante- 2021
NPCI	RJ	SFL	<i>Pure-play design</i>		Inoperante
Perceptia	SP	CFL	<i>Cativa</i>		Inoperante

Fonte: Elaboração própria, com base em Alves e Lopes (2015), Rivera *et al* (2015) e Filippin (2020).

*- Com Fins Lucrativos (CFL), Instituição Pública (IP) e Sem Fins Lucrativos (SFL).

Dentre as perdas de empresas cativas (filiais de multinacionais), a mais fatídica é a saída da empresa holandesa NXP do mercado brasileiro no período de pandemia da Covid-19, desempregando mais de 100 projetistas. É preciso destacar que a referida empresa foi uma das principais empresas que absorveu mão de obra do Programa CI-Brasil. Na atualidade a única empresa cativa que se encontra operante é a Cadence.

No âmbito das empresas nacionais, o caso da Ceitec é bastante emblemático, na qual foi solicitado pelo governo federal em 2020 a liquidação da empresa sob alegação que a empresa

não é rentável. Todas essas saídas em massa do setor sinalizam para uma piora da crise da indústria local de semicondutores, principalmente pela carência de políticas verticais pós-2015, sendo os recursos destinados ao CI-Brasil em trajetória de queda a partir de 2014 e até mesmo sendo extinto o programa no ano de 2019. É neste cenário de decadência das políticas direcionadas ao setor que surge em 2014 a Associação Brasileira da Indústria de Semicondutores (ABISEMI) como um ator defensor do setor, porém sua participação ainda é bastante limitada, diferentemente da associação dos EUA (SIA) que por estar mais madura possui muita relevância na tomada de decisão do governo.

Como forma de melhor entender a posição das empresas de DHs que operam ou operaram no Brasil ao longo dos anos 2000, o Quadro 15, abaixo, faz uma avaliação das DHs participantes do CI-Brasil.

Quadro 15. Avaliação dos resultados das estratégias das *design houses* participantes e parceiras do Programa CI-Brasil

Empresa	Estágio de adequação ao modelo de negócios idealizado						Característica do modelo de negócios		
	<i>Pure-play IP</i>	<i>Pure-play design</i>	<i>Fabless</i>	Cativo	<i>Fabless plus pública</i>	<i>Fabless plus privada</i>	Dependência da política pública	Orientação internacional do negócio	Incertezas de consolidação de negócios
DF Chip		1					Alta	Baixa	Alta
DH CT-PIM					1		Alta	Baixa	Alta
CTI- Renato Archer					3		Alta	Baixa	Baixa
CETENE					2		Alta	Baixa	Alta
CEITEC			3				Alta	Baixa	Baixa
C.E.S.A.R						1	Alta	Baixa	Alta
Chipus	4						Média	Média	Média
DHBH		1					Alta	Baixa	Alta
Excel Chip						1	Alta	Baixa	Alta
Floripa DH		1					Alta	Baixa	Alta
Freescale/NXP				5			Baixa	Alta	Baixa
Idea!	3						Média	Baixa	Média
Instituto Eldorado						4	Alta	Baixa	Baixa
LSI Tec					4		Alta	Média	Média
Minas IC		1					Alta	Baixa	Alta
NPCI		1					Alta	Baixa	Alta
Perceptia			1				Alta	Baixa	Alta
Silicon Reef			3				Média	Média	Alta
SMDH			3				Média	Baixa	Alta
STI				2			Alta	Baixa	Alta
TE@I2		1					Alta	Baixa	Alta

Wernher Von Braun						3	Alta	Baixa	Alta
-------------------	--	--	--	--	--	---	------	-------	------

Fonte: Elaboração própria, com base em Alves e Lopes (2015)

Legenda: 1- muito incipientes; 2- incipientes; 3- em curso; 4- maduros; 5- já consolidados

É possível estabelecer uma relação de comparação entre os Quadros 14 e 15, onde as empresas muito incipientes (1), na sua grande maioria saíram do mercado, com exceção apenas do C.E.S.A.R que se configura como uma *fabless plus* privada e que detém uma característica de maior diversificação das atividades. Das incipientes (2), a única que permanece no mercado atual é o Cetene, também devido ao fato de trabalhar na modalidade de *fabless plus*. Apesar dos esforços de políticas públicas do PNM-Design, não foram suficientes para o fortalecimento de empresas de projeto de CIs, observa-se que as estratégias menos efetivas foram daquelas empresas que se mantiveram no modelo de *pure-play design* (Alves e Lopes, 2015).

De acordo com a pesquisa conduzida por Alves e Lopes (2015), as empresas brasileiras do setor de semicondutores não conseguiram mobilizar o mercado nacional nem tampouco olhar para além dele. Poucas se empenharam em encontrar clientes externos ou para inserção em redes globais. Dentre as empresas apresentadas, a Chipus e a Idea! merecem atenção: tiveram relativo sucesso adotando o modelo *Pure play IP*. O modelo de negócios baseado em IP viabilizou sua parceria com o ecossistema em gestação, tornando essas empresas fornecedoras naturais para empresas de *design*, *fabless* e *fabless plus* do ecossistema nacional. A Chipus também foi bem-sucedida em contratos internacionais com as *foundries*, que são clientes típicos de IPs (Alves e Lopes, 2015).

Diante das contradições expostas, o Programa CI-Brasil foi alvo de críticas, dentre elas se destaca ao excesso de projetistas formados (Filippin, 2020). A ABDI (2011; 2014) diagnostica que o principal problema se refere ao acesso ao mercado, sendo o ecossistema brasileiro de semicondutores ainda frágil e requer muita atenção e investimento para se consolidar. No que se refere às sugestões de novas políticas para o setor, a ABDI (2014) sugere direcionar mais esforços para as empresas com fins lucrativos e que as empresas *fabless plus*, mais verticalizadas, estabeleçam parcerias demandando o serviço das empresas *pure-play design*.

Para o aperfeiçoamento do Programa CI-Brasil, tanto na vertente de formação de mão de obra qualificada quanto em promoção de DHs, Rivera *et al.* (2015) sugerem uma série de ações, como: fluxo de recursos previsíveis; fortalecer centros de pesquisas e universidades que atuam no setor; redefinir modelos de negócios a serem priorizados, acesso ao mercado e oferta comercial; e concentrar recursos em poucos projetos e de DHs que sinalizem capacidade para executá-los.

Apesar de alguns gargalos apresentados pelo programa, Rivera *et al.* (2015) argumentam que o Brasil tem logrado êxito em capacitar os recursos humanos em projetos de CI. Grande parte dos projetistas tem sido absorvido pela indústria de *hardware*, na qual dispõe de uma remuneração mais atrativa. Neste sentido, em uma pesquisa de campo realizada por Toledo (2017), através de aplicação de questionário aos bolsistas participantes do Programa CI-Brasil de 2008 a 2016, 71% dos respondentes afirmaram ter permanecido na área (microeletrônica e/ou afins) profissionalmente e/ou academicamente. A pesquisa também aponta que os principais motivos de evasão da área são: mercado de trabalho frágil e baixos salários.

- **Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores (PADIS)**

Em detrimento da coordenação de diversas iniciativas de qualificação de recursos humanos, os resultados do CI-Brasil contribuíram para a definição dos novos pilares para a política pública direcionada ao setor de semicondutores no Brasil: o PADIS; a consolidação da Ceitec e da Rede Nacional de *Design Houses* (ABDI, 2011; Motta e Maia, 2015). Nesta subseção daremos foco a discussão do PADIS.

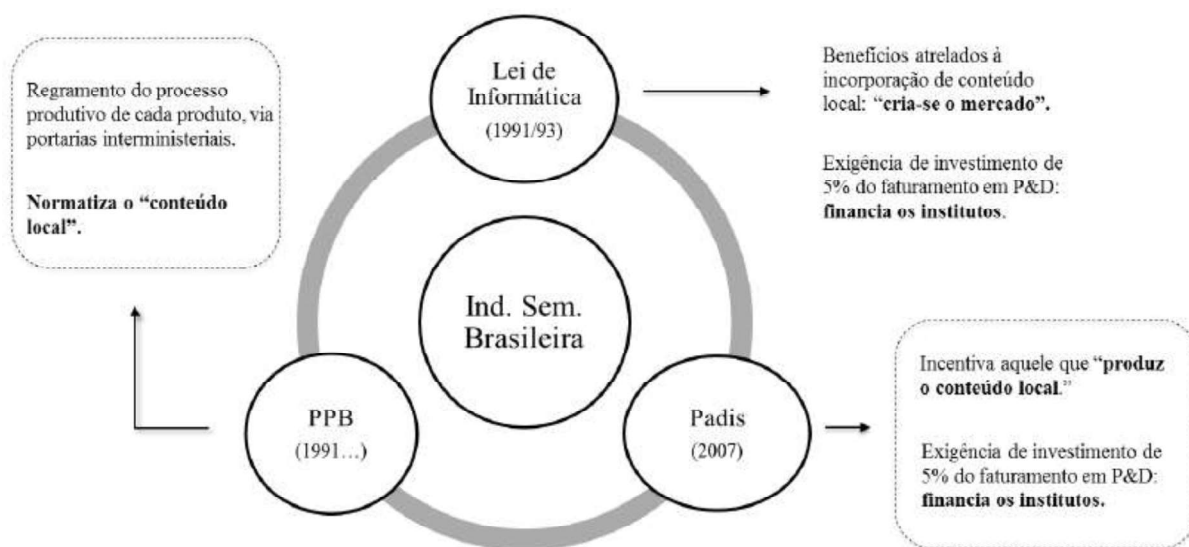
O PADIS foi instituído pela lei nº 11.484, de 2007, estabelecendo que as empresas que invistam em P&D no Brasil e exerçam ao menos uma atividade da cadeia produtiva (projeto, *front-end* ou *back-end*) de semicondutores ou de *displays*, será concedida a desoneração dos impostos federais. As empresas beneficiárias poderão contar também com a isenção do imposto de renda e de impostos federais incidentes sobre a produção e comercialização de circuitos integrados (BRASIL, 2021).

O PADIS adota como diretrizes: desoneração da produção, investimentos e exportação; e alavancar a competitividade dos produtos. Em contrapartida, as empresas que usufruírem deste benefício terão a responsabilidade de investir ao menos 5% do faturamento local em P&D. Um mecanismo complementar de apoio oferecido pelo governo é a disponibilização de linhas de financiamento do BNDES (Faccin; Bortolaso; e Balestrin, 2016; Filippin, 2020).

No que tange aos investimentos de P&D exigido como contrapartida aos benefícios deve ser parcialmente conduzido na forma de inovação aberta, por meio da colaboração dos institutos de ciência e tecnologia (C&T) (na sua maioria criados após a Lei da Informática, da década de 1990) na promoção da inovação, como: Eldorado, ITT chip e CTI (Zulke; De Paula e Richter, 2017).

O PADIS é o complemento desse ecossistema de inovação, com o seguinte mecanismo: o Processo Produtivo Básico (PPB) é um instrumento de política pública que cria as diretrizes de conteúdo local da manufatura das fábricas que atuam a jusante da cadeia produtiva de semicondutores em troca de benefícios fiscais (ou seja, garantem demanda para a indústria de semicondutores local, principalmente no que se refere a etapa de *back-end*), ao passo que a Lei da Informática (LI) fomenta o ambiente da inovação com a criação dos institutos de C&T; e mais na atualidade, o PADIS vem atuando a montante do complexo eletrônico, incentivando o conteúdo local das diversas etapas de semicondutores para que essas empresas gozem de benefícios fiscais (Zulke; De Paula e Richter, 2017). Dentre os pontos benéficos da LI e PPB, se destacam: desenvolver a cadeia de manufatura e centros de P&D (Filippin, 2020). Na última parte do Capítulo 2, de mapeamento do setor, visualizamos a quantidade de institutos de C&T e empresas de *back-end* que foram fundados após a LI e o PPB. A Figura 11, abaixo, ilustra a dinâmica do ecossistema de inovação através dos instrumentos citados de políticas públicas para o setor de semicondutores local.

Figura 11. Esquema da base do sustento brasileiro de semicondutores a partir das políticas públicas setoriais



Fonte: Zulke; De Paula e Richter (2017, p.21).

Embora o PADIS tenha sido divulgado no ano de 2007, levou-se um tempo para a sua regulamentação, começando a produzir efeitos práticos pós 2010, após a aprovação dos primeiros projetos. No ano de 2011 foi introduzido um novo incentivo fiscal ao programa: redução do imposto de importação para máquinas e equipamentos, *software* e insumos adicionados no processo produtivo (BRASIL, 2021).

Rivera *et al.* (2015) compreende que o PADIS foi um marco importante para atração da indústria de microeletrônica no Brasil, mas não houve avanços significativos em relação aos incentivos e atualização dos modelos de negócio da indústria, bem como à incorporação de novos produtos.

A Tabela 10 sinaliza melhorias no ecossistema de inovação, dado que de 2011 a 2017 à medida que aumentava o número de empresas contempladas pelo programa, aumentava também o faturamento e em consequência, se elevou o valor destinado a PD&I. Em termos %, o investimento em P&D houve uma queda, de 2013 a 2017, devido a alterações no PADIS, que inicialmente a lei estabelecia que o montante gasto em P&D deveria corresponder a pelo menos 5% do faturamento, sendo reduzido para 3% no biênio de 2014 a 2015 e 4% no biênio de 2016 a 2018, retornando ao valor de 5% em 2019 (Filippin, 2020).

Tabela 10. Indicadores do PADIS, de 2011 a 2019

Indicadores	2011	2013	2015	2017	2019
Empresas incentivadas	3	8	16	24	16
Renúncia fiscal (milhões de R\$, valores correntes)	42	118	399	715	507
Impostos federais recolhidos (milhões de R\$, valores correntes)	51	7,4	49,8	82,7	59,2
Faturamento – Contrapartida P&D (milhões de R\$, valores correntes)	245	463	745	1.894	1.671
Investimentos em PD&I (milhões de R\$, valores correntes)	12,5	22,2	36,7	78,7	90,2
Faturamento de investimentos em P&D (%)	5,1%	4,8%	4,9%	4,0%	5,4%

Fonte: Elaboração própria, com base BRASIL (2021).

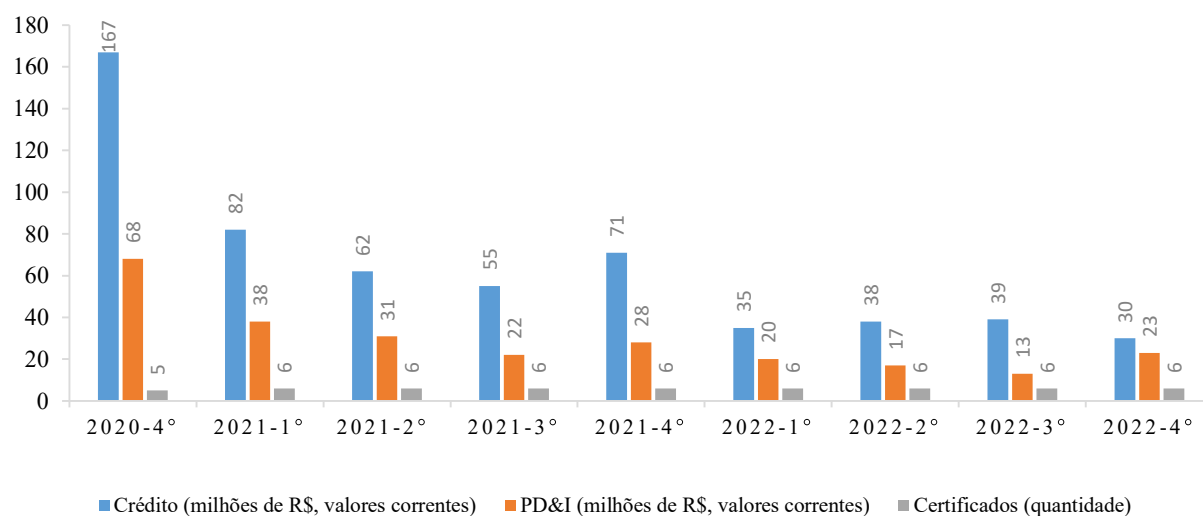
Ao analisar a Tabela 10, outro fato que nos chama atenção é a proporção da renúncia fiscal, que cresceu bastante até o ano de 2017, decrescendo em 2019 devido o faturamento ter sido mais tímido. Pelo contrário, os impostos federais de fato recolhidos passaram por uma trajetória de declínio na maioria dos anos analisados.

Com a implementação do PADIS, Brasil (2021) identifica os seguintes resultados positivos: os investimentos em implantação industrial, de acordo com a ABISEMI, desde 2010 foram de R\$2 bilhões, sendo grande parte destinada para a construção de uma infraestrutura dedicada à fabricação de dispositivos semicondutores (salas limpas, estações de tratamento da água, ambientes com controle de temperaturas, equipamento de fabricação de alta precisão, dentre outras); em 2015 a capacidade produtiva instalada dos fabricantes de memórias superou 50 milhões de unidades, em 2021 já é superior a 200 milhões de unidades/ano. Dentre os

resultados negativos, identifica que o programa não obteve êxito na atração de investimentos para a fabricação de *displays*, que se configura como um componente importante para o complexo eletrônico.

Inseridos em um contexto de globalização, em que determinada política industrial do país x possa vir a causar externalidades negativas no país y, devido a execução de programas como o PADIS e Lei da Informática do Brasil, motivou países como Japão e os que compõem a União Europeia a recorrer à OMC, alegando que essas práticas são incompatíveis com as regras internacionais. Diante de tais acusações, em 2017 a OMC condenou o Brasil, que precisou remodelar sua política (Revista Pesquisa, 2017). Neste sentido, após perder a batalha judicial em duas instâncias, em dezembro de 2019 houve alteração na lei do PADIS, em que as reduções de alíquotas de IPI e do PIS/COFINS foram substituídas pelo crédito financeiro trimestral, a partir de 1º de abril de 2020 (BRASIL, 2021). O Gráfico 2 e a Tabela 11, a seguir, mostram os resultados dos indicadores a partir das alterações do programa. Onde se lê “certificados”, se interpreta como a quantidade de projetos que foram aprovados no PADIS.

Gráfico 2. Crédito, investimento em PD&I e certificados trimestrais de 2020 a 2022



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do *website* do MCTI.

Sob a perspectiva de análise trimestral, verificamos que o crédito e investimento de PD&I passa por quedas acentuadas, até mesmo na comparação de períodos específicos, de sazonalidade, como é o 4º trimestre do ano que tende a ter uma atividade mais aquecida. Esse comportamento de queda está correlacionado, em alguma medida, com a deflagração da crise da Covid-19 em 2020, que apresentou muitos gargalos ao crescimento do setor, aflorando ainda mais nossa dependência externa de importações de semicondutores, conforme visto no Gráfico 1, do capítulo anterior.

Em uma ótica de análise anual, conforme a Tabela 11, abaixo, expõe um crescimento do faturamento em 2021 das empresas contempladas pelo PADIS, atingindo um valor absoluto próximo de R\$2,4 bilhões, puxado em grande medida pelo aumento da demanda por memórias encapsuladas localmente. Entretanto, esse crescimento do faturamento se configura como de baixo fôlego, ao passo que no ano de 2022, com uma normalização da demanda, passa por uma queda acentuada, ficando em patamares próximos ao faturamento consolidado no quarto trimestre de 2020.

Tabela 11. Indicadores do PADIS, dos anos de 2020 (dados disponíveis somente do 4º trimestre do ano) a 2022

Indicadores	2020	2021	2022
Certificados (quantidade)	5	24	24
Crédito (milhões de R\$, valores correntes)	167	270	142
Faturamento- Contrapartida P&D (milhões de R\$, valores constantes)	1.360	2.380	1.460
PD&I (milhões de R\$, valores correntes)	68	119	73
Investimento em P&D (%)	5%	5%	5%

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do *website* do MCTI.

Outro fato que nos chama atenção é que o crédito gerado atualmente está em uma proporção menor ao que foi observado de renúncia fiscal nos anos anteriores. Em 2022 o crédito chegou a patamares próximos da renúncia fiscal de 2013, onde o faturamento era próximo de R\$463 milhões e atualmente o faturamento das empresas contempladas pelo PADIS está na casa de R\$1,5 bilhão.

Como visto, nos últimos anos na gestão Bolsonaro (2019-2022), tomado por uma ideologia liberal, além de extinguir o Programa CI-Brasil, o PADIS tendeu a ser mais leniente, mesmo em situações adversas como a pandemia da Covid-19 que afetou principalmente este setor, promovendo escassez na oferta de produtos. Somado a isso, se registrou: um período marcado por ausência de política industrial, seja de cunho horizontal ou vertical; trajetória de queda nos recursos destinados às universidades e institutos federais, contribuindo para obsolescência de parte da infraestrutura e vindo a comprometer o desenvolvimento do ecossistema de inovação; na contramão do mundo, que está se empenhando para a abertura de novas fábricas de chip, o governo brasileiro encabeçou o processo de liquidação da Ceitec, empresa estatal que é a única na América Latina atuante em diversos estágios da cadeia produtiva de semicondutores, como veremos com mais detalhes no próximo capítulo. Diante da vitalidade do PADIS, para o desenvolvimento tecnológico de semicondutores, o governo reconhecendo a importância em 2022 sanciona a lei que prorroga o programa até 2026.

No 3º mandato de Lula busca-se resgatar políticas industriais desenvolvimentistas relevantes que foram verificadas nos seus dois mandatos anteriores (2003-2006 e 2007-2010), tais como o programa CI-Brasil, apoio ao desenvolvimento da Ceitec e o PADIS. No mandato em vigência já houve sinais de estruturação de uma nova política industrial, com base no termo denominado de “neoindustrialização”, que reforça a prioridade do governo em fortalecer a indústria nacional em novas bases como: inovação, sustentabilidade e responsabilidade social. O setor de semicondutores está entre os contemplados nesta política.

Nos primeiros 100 dias deste novo governo, foram implementadas algumas medidas, em prol do setor de semicondutores. No âmbito do PADIS, zerou impostos federais, como: PIS/Cofins, imposto sobre produtos industrializados (IPI) e imposto sobre importação. Além disso, houve a reversão do processo de fechamento da Ceitec, apesar de incerto o futuro da empresa estatal, que devido aos acontecimentos dos últimos anos aprofundou o *gap* tecnológico. De acordo com Taiar (2023) os incentivos para alavancagem deste setor somam aproximadamente R\$600 milhões neste ano. No trabalho de campo, questionado as empresas do setor de semicondutores sobre se o PADIS fomenta a inovação de forma adequada, 40% das empresas entrevistadas concordaram totalmente, 20% concordaram, conforme exposto com mais detalhes no Quadro 16, a seguir.

Quadro 16. Escala de aceitação do PADIS, como indutor de inovação de acordo com o modelo de negócios

Modelo de negócios	Empresa/ instituição	Escala de aceitação do PADIS, como indutor de inovação				
		1	2	3	4	5
<i>Design house</i>	Empresa A					X
	Empresa B				X	
<i>Fabless</i>	Empresa C					X
	Empresa D		X			
	Empresa E					X
	Empresa F		X			
<i>Back- end</i>	Empresa G			X		
	Empresa H		X			
	Empresa I				X	
<i>IDM</i>	Empresa J					X
%		0%	30%	10%	20%	40%

Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Legenda: discordo totalmente (1); discordo (2); razoável (3); concordo (4); concordo totalmente (5)

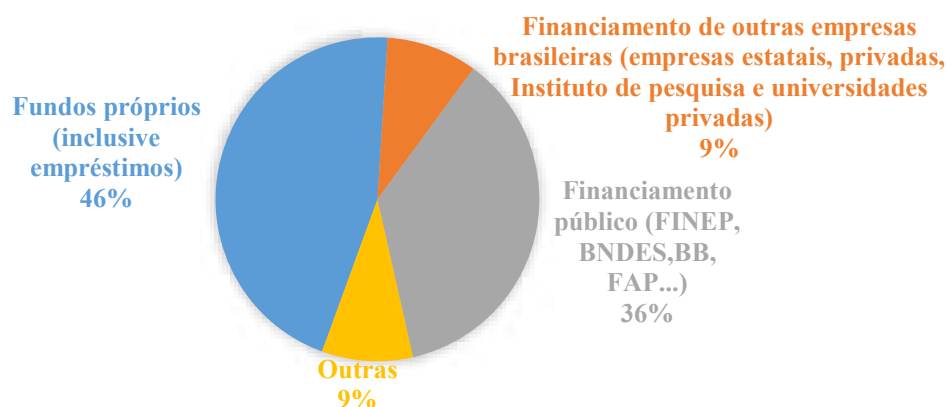
Em uma análise desagregada das informações contidas no Quadro 16, podemos verificar que o modelo de negócios, das empresas que participaram da pesquisa, que mais discorda da eficácia do PADIS são as *fabless*. Isso ocorre porque o *chip* projetado no Brasil e produzido no exterior é tributado no momento da importação. De acordo com Rivera *et al* (2015), é necessário

adequar a legislação do PADIS para que viabilize a desoneração do chip projetado no país mas fabricado no exterior.

Dentre os respondentes da pesquisa, 70% acreditam que o PADIS, em maior ou menor grau, fomenta a inovação. Nenhum respondente discordou totalmente. Isso sinaliza a importância desse programa para o desenvolvimento tecnológico do setor no Brasil, porém, conforme salientado por alguns autores não é suficiente. Dentre alguns entraves à inovação a questão de fontes de financiamento se configura como um dos principais, principalmente para as pequenas e médias empresas.

De acordo com Rivera *et al.* (2015) os mecanismos de financiamento apresentam as seguintes falhas: há deficiências no suporte às *start-ups*, em especial as *fabless*, que precisam de uma quantidade maior de recursos para obter retorno financeiro; os ciclos tecnológicos do setor estão cada vez mais curtos, por isso é fundamental que os prazos para os instrumentos financeiros de apoio estejam em conformidade com essa realidade; e devido ao risco dos investimentos neste setor, é necessário contar com recursos financeiros diferenciados, a maioria dos países oferece instrumentos de apoio financeiro não reembolsável diretamente a empresas, algo inexistente no Brasil. Os autores salientam que é preciso buscar alternativas adequadas de financiamento a *start-ups* que desenvolvam CIs locais. Devido à necessidade de recursos significativos e com longo prazo para maturação, os fundos de investimento tradicionais não têm demonstrado apetite para investir no setor. A utilização dos recursos de investimentos obrigatórios em P&D da Lei de Informática são candidatos naturais a financiar esse desenvolvimento- bem como o BNDES e a Finep, complementados por outros fundos orçamentários. O Gráfico 3, abaixo, mostra as principais fontes de financiamento das empresas que participaram da pesquisa de campo.

Gráfico 3. Fontes de financiamento



Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Dentre as empresas/instituições respondentes do questionário, a maioria (46%) alegaram como principal fonte de financiamento fundos próprios (inclusive empréstimos). Em seguida, predomina o financiamento público, 36%.

3.1.3. Avaliação das políticas públicas voltadas ao setor ao longo dos anos 2000 e posicionamento do Brasil frente à Guerra Comercial entre China e EUA

Em uma análise histórica, podemos inferir que o Brasil não foi capaz de sistematizar uma política de Estado, pelo contrário, foi implementada políticas de acordo com a ideologia de cada governo que muitas vezes entram em conflito. Toda essa descontinuidade de políticas, com políticas mais caracterizadas como de curto prazo, gera incertezas na tomada de decisão do capital, tornando o Brasil um ambiente inóspito para a realização de investimento direto estrangeiro em etapas mais complexas. No contexto atual, de aprofundamento da polarização política, é improvável que se caminhe para a estruturação de uma política de Estado.

No que tange à governança, de acordo com Rivera *et al* (2015) para promover o desenvolvimento da indústria é fundamental que haja uma clara identificação dos líderes e participantes dentro do governo, coordenando todos os eixos necessários. Os principais objetivos seriam: (i) concentrar esforços e assegurar o alinhamento em torno de projetos-chave; e (ii) ter um canal único para interlocução com as empresas. O Quadro 17, abaixo, organiza a avaliação das empresas que participaram da pesquisa quanto as ações do governo voltada para inserção em CGV.

Quadro 17. Avaliação das ações do governo voltada para inserção em CGV

Modelo de negócios	Empresa/ instituição	Avaliação das ações do governo voltada para inserção em CGV				
		1	2	3	4	5
<i>Design-house</i>	Empresa A			X		
	Empresa B				X	
<i>Fabless</i>	Empresa C	X				
	Empresa D					X
	Empresa E			X		
	Empresa F		X			
<i>Back-end</i>	Empresa G		X			
	Empresa H				X	
	Empresa I				X	
<i>IDM</i>	Empresa J				X	
%		10%	20%	20%	40%	10%

Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Legenda: discordo totalmente (1); discordo (2); razoável (3); concordo (4); concordo totalmente (5)

De acordo com os dados coletados na pesquisa de campo, organizados no Quadro 17, até mesmo entre empresas do mesmo modelo de negócios há diferentes avaliações, principalmente no modelo *fabless*, que vai de um extremo ao outro. No modelo de *back-end*, há convergência de respostas, sendo que a maioria das empresas respondentes concordam com as ações do governo voltada para a inserção em CGV. De fato, quando analisamos as empresas de *back-end* atuantes no país no Capítulo 2, a maioria se instalou no país ao longo dos anos 2000, por meio de *joint-venture* com empresas estrangeiras.

Em uma análise mais agregada, de acordo com o Quadro 17, podemos dizer que a maioria das empresas que participaram da pesquisa concordam com as ações do governo voltada para a inserção em CGV.

3.2 Dos aspectos conceituais da governança interna em CGV, à aplicação aos diferentes modelos de negócios da indústria brasileira de semicondutores

Após analisado a forma de atuação da governança externa, principalmente por meio de políticas públicas direcionadas ao setor, bem como suas externalidades (positivas e negativas) ao setor, se faz necessário verificar a estrutura de governança interna, que em alguma medida também contribui para o ritmo de inovação.

Esta seção tem como objetivo principal compreender a dinâmica da governança corporativa nos mais diferentes modelos de negócios da indústria de semicondutores, algo que não é explorado em seus diferentes níveis na literatura. De modo geral, a informação comumente encontrada é o enquadramento do setor como um todo nos moldes da governança modular, sem o questionamento se essa afirmação é válida para todas as etapas da cadeia produtiva. Ao contrário da governança externa que é amplamente divulgada as políticas para o setor, na governança interna as informações divulgadas são escassas. Deste modo, ressalta a importância da pesquisa de campo, através de aplicação de questionário.

Para que se atinja tal objetivo, esta seção será composta pelas seguintes subseções: 3.2.1 aspectos conceituais da governança, em que se retoma alguns conceitos trabalhados no Capítulo 1, buscando entender como a teoria vem evoluindo ao longo do tempo; a subseção 3.2.2 é caracterizada como mais empírica, em que se busca reunir elementos definidores de cada modelo de negócio, buscando compreender a forma de governança que predomina; por fim, seguindo essa lógica mais empírica, na subseção 3.2.3 serão apresentados os resultados da pesquisa de campo, para os diferentes modelos de negócios atuantes no Brasil.

3.2.1. Aspectos conceituais da governança corporativa em CGV

Conforme verificado no Capítulo 1, o conceito de governança passa por modificações ao longo do tempo, agregando novos modelos teóricos. Neste sentido, o Quadro 18 mapeia algumas definições de governança ao longo das últimas décadas.

Quadro 18. Principais definições de governança corporativa na literatura

Autor(es)	Definição de governança corporativa
Storper e Harrison (1991)	Definida como um processo contínuo que compõe diferentes interesses e realiza ações <u>cooperativas</u> , incluindo <u>relações formais</u> (<u>hierarquia</u> , <u>poder</u> e <u>obediência</u>) e <u>acordos informais</u> (<u>colaborativos</u> em relações não hierárquicas).
Zilbersztagn (1995)	Estrutura padrão de transações e <u>contratos</u> que minimizem <u>custos de transação</u> dentro das organizações.
Williamson (1996)	É o ato de <u>organizar transações</u> da companhia de forma a protegê-las contra <u>riscos de oportunismo</u> .
Gereffi (1994)	<u>Relações de poder</u> e autoridade que determinam como recursos financeiros, materiais e humano serão alocados e fluem dentro de uma cadeia.
Gereffi (2000)	Interpreta especificamente a questão da governança e suas características, dependentes de um tipo de <u>estratégia</u> que pode ser executada para um tipo de arranjo produtivo específico.
Messner e Meyer-Stamer (2000)	Define-se como uma <u>coordenação</u> , como forma visível e forte pela <u>hierarquia</u> .
Humphrey & Schmitz (2002)	Não <u>estabelece</u> apenas <u>parâmetros</u> a serem cumpridos, mas também uma forma de <u>coordenação</u> das atividades. Essa coordenação é essencial para <u>transferência de conhecimento</u> e tecnologia, favorecendo inovações.
Cassiolato (2003)	Refere-se às diversas formas pelas quais indivíduos e <u>organização</u> (públicas ou privadas) <u>gerenciam</u> os seus problemas comuns, acomodando <u>interesses conflitantes</u> ou diferenciados e realizando ações <u>cooperativas</u> .
Suzigan, Garcia e Furtado (2003)	A relação entre os atores da cadeia produtiva caracteriza-se por fortes <u>hierarquias</u> , consequentes do <u>poder de barganha</u> diferenciado das empresas do sistema produtivo.
Montenegro (2013)	<u>Complexa e dinâmica</u> . Pode ter características como <u>interdependência</u> , intercâmbio de recursos e informações, e também uma relativa autonomia.
Gereffi & Lee (2014)	Mostra como o <u>poder</u> corporativo exercido pelas empresas líderes globais molda a <u>distribuição de lucros e riscos</u> .
Dallas; Ponte; e Sturgeon (2019)	A governança GVC como as ações, instituições e <u>normas</u> que moldam as condições de <u>inclusão</u> , <u>exclusão</u> e modo de <u>participação</u> em uma cadeia de valor, que por sua vez determina a distribuição e <u>captura de valor</u> .

Fonte: Elaboração própria, com base em Gibbon; Bair e Ponte (2008); Bergamo (2010); Dalas; Ponte e Sturgeon (2019) e Fortes; Stettiner e Okano (2020).

Dentre os termos destacados no Quadro 18, os que aparecem com maior frequência, independente do período, são: hierarquia, poder, cooperativa e coordenação. Isso pode a vir sinalizar os elementos essenciais que caracterizam a governança. De acordo com Gibbon; Bair e Ponte (2008), há três estágios na interpretação da governança em CGV: governança como **direção**; governança como **coordenação** e governança como **normalização**, como veremos a seguir.

A governança como condução surge do trabalho de Gereffi (1994) em que ao estudar as relações de poder na cadeia produtiva, classifica em duas categorias de acordo com as estruturas de governança: **orientadas pelo produtor** (característico da indústria intensiva em capital e tecnologia) e **orientadas pelo comprador** (característico da indústria de bens de consumo intensivo em mão-de-obra), conforme visualizamos no Capítulo 1, denominado de formas de governança 1.0. Entretanto, no início dos anos 2000 esse modelo teórico passa por uma série de críticas, nas quais Gibbon; Bair e Ponte (2008) destacam: 1) esses dois tipos ideais falhou em capturar a gama de formas de governança observadas em cadeias reais; 2) comprador dinâmico parecia estar emergindo em quase todas as indústrias, tornando a distinção entre os dois tipos de condução redundante. Em alguns (antigamente) cadeias dirigidas por produtores, como computadores e bens de consumo eletrônicos, os produtores agora terceirizavam não apenas a fabricação de componentes, mas também de subsistemas e até de montagem final, mantendo controle de *marketing*; 3) o modelo apresenta dicotomias, na realidade a CGV é composta de várias vertentes separadas. Por exemplo, a CGV do café é diferenciada por subtipo de produto, configuração institucional e diversos nichos de mercado.

Na visão dos autores, o trabalho de Sturgeon (2002) sobre a indústria eletrônica foi de suma importância para entender a transição de governança de direção para coordenação. Gereffi (1994) entendia a terceirização da manufatura como uma estratégia pela qual as empresas líderes em cadeias impulsionadas pelo comprador procuraram atribuir funções não essenciais e menos lucrativas para seus fornecedores. Contrariamente, Sturgeon argumentou que as funções que as empresas de computador externalizavam para fabricantes com contratos globais não eram necessariamente de baixo lucro, e os fabricantes que desempenham essas funções não devem ser vistos da mesma forma que os subcontratados que fabricam sapatos ou roupas. Esses fornecedores altamente competentes (*'turn key'*) forneciam a seus clientes 'uma gama completa de serviços sem grande acordo de assistência ou dependência de empresas líderes' (Sturgeon, 2002, p. 455). Essa interconexão entre empresas líderes e fornecedores *'turn key'* ficou denominado de modular. Ou seja, tanto as empresas líderes quanto os subcontratados puderam e encontraram novos clientes ou fornecedores regularmente, uma vez que os padrões comuns da indústria permitiram que o complexo conteúdo informacional de suas transações fosse trocado entre pares de firmas compradoras fornecedoras de forma relativamente formalizada.

Neste contexto, Gereffi; Humphrey e Sturgeon (2005) buscaram elaborar uma teoria ampla com 5 de tipos de governança interfirmas, conforme mais bem detalhado no Capítulo 1. Gibbon; Bair e Ponte (2008) destacam que a mudança de governança de direção para coordenação implica em duas mudanças importantes e inter-relacionadas: primeiro, o escopo

explicativo do conceito de governança é reduzido do comprimento da cadeia no antigo à transação interfirmas em um nó específico da cadeia nesta última; em segundo lugar, a formulação de governança como coordenação reflete uma suposição chave da economia dos custos de transação, ou seja, que as formas organizacionais da economia surgem como soluções eficientes para desafios estruturais de transações, e particularmente a problemas associados à especificidade de ativos. Enquanto a governança de direção procurava tanto explicitar as relações de poder que caracterizam as redes interfirmas e explicar por que eles diferem em indústrias de capital versus trabalho intensivo, a governança da coordenação da CGV sugere que o poder é uma propriedade contingente de apenas certos tipos de coordenação interfirmas.

A governança como normalização surge de críticas ao modelo de coordenação, proposto por Gereffi; Humphrey e Sturgeon (2005). Apesar das críticas, não coloca em xeque o modelo de governança por coordenação. O termo “normalização” é utilizado no sentido de um projeto de realinhamento a uma determinada prática de modo que ela reflita ou materialize um padrão ou norma, quais ações os compradores devem tomar ao governar uma cadeia de valor e, por outro, quais qualidades específicas os fornecedores devem buscar e como eles devem protegê-los.

3.2.2. Características específicas da governança de cada modelo de negócios do setor de semicondutores

Fornecida as bases teóricas da governança corporativa, tanto no Capítulo 1 quanto a continuação na seção anterior, a presente subseção busca trazer elementos que sinalizem o modelo de governança predominantemente praticado pelos diferentes modelos de negócios.

De modo geral, Aita (2013, p.33) salienta que a cadeia produtiva a montante de produtos eletrônicos apresenta predominantemente transações comerciais de mercado com altos graus de incerteza devido à flutuação de preços do *chip*. Para suavizar o grau de incerteza, e comportamento oportunista, optam por transações baseadas em contratos, cujo patamar de preços costuma ser um pouco acima dos valores de mercado, como um prêmio para o fornecedor garantir a alocação.

Epicoco (2013) observa que o projeto de um *chip* passou a ser um processo complexo, com diversas etapas que envolvem trocas de informação e de conhecimento, gerando interfaces que requerem um gerenciamento cuidadoso. Aita (2013) identifica que há uma relação de colaboração simbiótica nas etapas que abrange o *front-end* (do projeto e fabricação), revelando uma dependência mútua. No que se refere ao processo de encapsulamento do *chip* e o integrador de memória, essa relação de colaboração não é identificada.

- **Design House**

A etapa de projeto precisa estar alinhada à etapa de fabricação, construindo *chips* capazes de serem produzidos nas geometrias de determinada *foundry* (ABDI, 2011). Essas etapas demandam um elevado grau de especialização técnica, o que requer a constituição de um ambiente de cooperação e colaboração (Ernest, 2005). Aita (2013) salienta que os fluxos de serviços entre as DHs e *foundries* ocorrem através de transações híbridas, com maior nível de envolvimento colaborativo entre empresas, o que viabiliza inovações.

ABDI (2011) ressalta que o segmento de projetos é altamente internacionalizado. Para uma melhor inserção das DHs se faz necessário que demonstrem habilidade em projetos e competência administrativa (garantir as entregas nos prazos acordados). Levando em conta esses aspectos, as barreiras à entrada são relativamente baixas. A construção de confiança nas DHs entrantes, sustentada na eficiência do projeto e no cumprimento de prazos, é fator determinantes para se obter êxito.

- **Fabless**

Este modelo de negócio se caracteriza como uma empresa de engenharia especializada no desenvolvimento de soluções em CIs que tem produtos com marca própria e delega a fabricação de *chips* para a *foundry*. Negócios dessa natureza, assim como as DHs, enfrentam um risco significativo em relação ao *time to market*, em que o atraso no lançamento de um produto pode fazer com que outros concorrentes já tenham se posicionado, reduzindo a possibilidade de ganhos de fatia de mercado (Alves e Lopes, 2015).

Além do risco já mencionado, há o risco de fornecedores desistir do projeto. Em casos de alteração de fornecedor o produto fica suscetível a alterações, afetando o complexo ciclo de desenvolvimento dos produtos. O modelo *fabless* requer um investimento significativo em capital inicial, uma vez que os lucros com o produto só serão obtidos após sua conclusão e lançamento no mercado. A operação em larga escala se configura como uma oportunidade de ressarcimento dos custos iniciais elevados. Por essas razões, as empresas que operam desse modo tendem a demandar apoio de fontes de financiamento como o capital de risco (LANGE *et al.* 2013). Devido a todos os riscos mencionados, conforme visto no Quadro 6, do Capítulo 2, a maioria das empresas/instituições *fabless* que operam no Brasil são públicas.

Como o modelo *fabless* requer um conhecimento mais aprofundado do mercado, é de se esperar que no decorrer do tempo, com a melhora da curva de aprendizagem, as empresas *pure-play IP* e *pure-play design* se aperfeiçoem a ponto de fazer o *upgrading* para o modelo *fabless*.

- **Foundry**

Nesta fase é onde ocorre a manufatura propriamente dita do *chip*, onde são produzidos os *wafers* com centenas ou milhares de *chip*, carregando os maiores desafios tecnológicos e executa procedimentos operacionais de alta complexidade (ABDI, 2011). É possível constatar que a *foundry* detém grande domínio sobre a operação da cadeia de semicondutores. Embora a *foundry* esteja exposta às flutuações do preço do *chip* (devido à relação entre oferta e demanda), há poucas empresas no mundo especializadas nesta operação (caracterizando-se como um oligopólio), devido as elevadas barreiras à entrada. Desse modo, a *foundry* concentra a responsabilidade e o poder pela legítima escassez de oferta, ou pela redução estratégica de oferta com a finalidade de reposicionamento dos preços no mercado (Aita, 2013).

Aita (2013) constatou que os extremos da cadeia (em especial as *foundries* e os clientes finais) exercem forte pressão sobre os agentes intermediários, principalmente sobre os integradores de computadores. Com o controle da quantidade de *chips* disponíveis no mercado, as *foundries* conseguem gerenciar a flutuação dos preços com base na relação de oferta e demanda. Os aumentos nos preços dos bens de consumo geralmente não são absorvidos pelos clientes finais. Desse modo, os agentes intermediários da cadeia se veem obrigados a absorverem aumentos nos custos para que as constantes flutuações na cotação da *commodity* não reflitam nos pontos de vendas mesmo com as constantes variações de demanda.

No Brasil, na atualidade, não há empresa informações de empresas operando puramente nesta modalidade. O mais próximo que se chegou foi a fabricação de protótipos promovida pela Ceitec, porém o futuro da empresa ainda se configura em como incerto, mesmo após o anúncio da reversão da liquidação.

- **Montagem e encapsulamento (Back-end)**

Esta etapa da cadeia produtiva é caracterizada como menos complexa, se comparada as demais, menor barreira à entrada, com menor grau de especificidade. Neste modelo de negócios a exigência de mão de obra qualificada é menor. Neste segmento há elevada dependência dos fornecedores (as *foundries*), o que implica na realização de parcerias de longo prazo com os principais fornecedores de *wafer* (Rivera *et al.* 2015). Entretanto, é preciso salientar que essa etapa também está suscetível ao comprador (fases a jusante da cadeia, como de equipamentos eletrônicos), que de certa forma dita a demanda de *chips*. As *foundries* ditam a oferta de *chips*, ao passo que os compradores ditam a demanda de *chips*.

Apesar desse modelo ser menos complexo que os demais, devido a suas características de também arcar com o processo tecnológico e com algum grau de substituição dos

fornecedores e compradores também tende a dialogar melhor com os parâmetros da governança modular.

Neste segmento, o Brasil teve mais êxito na atração de capital externo, principalmente pela via de *joint-venture*. De acordo com Brasil (2021) as cinco maiores empresas privadas de semicondutores no Brasil, em termos de faturamento, atuam neste segmento (Adata, Cal-Comp, HT Micron, Multi e Smart Modular), sendo que 75% não são nacionais.

- **IDM**

Diferentemente dos demais modelos, que trabalham voltados para a especialização vertical, no modelo em questão é regido pela integração vertical, estando presente em todas as etapas produtivas. Este modelo busca mitigar as exposições às oscilações de mercado e usufruir da colaboração entre os 3 primeiros agentes da cadeia (*design, foundry* e encapsuladora de *chips*). Desse modo, esse modelo de negócios requer uma **governança hierárquica**.

Conforme foi visto no Capítulo 2, esse modelo era predominante na indústria de semicondutores até a década de 1980, e com a intensificação da globalização produtiva juntamente com a complexificação do setor, as etapas produtivas passaram por uma tendência de desmembramento. No Brasil, a empresa/instituição que mais se aproximou deste modelo de negócios é a Ceitec, que atua em diferentes frentes de negócios.

3.2.3. Governança corporativa em CGV de semicondutores: uma análise empírica para o Brasil

Pode-se verificar na subseção anterior, há indícios de que a tipologia de governança modular não seja aplicável a todos os modelos de negócios existentes na cadeia produtiva de semicondutores, por exemplo o modelo IDM foge à regra, operando com uma governança hierárquica.

A presente subseção visa responder uma parte do objetivo central desta dissertação, que se refere a estrutura de governança no qual o Brasil está inserido nas CGV de semicondutores, para isso foi coletado informações no mercado de semicondutores brasileiro, através de questionários. Será verificado se segue o padrão internacional, haja visto que o Brasil ainda é um país pouco inserido na lógica de CGV, com a produção voltada para atender o mercado nacional, baixa performance nas exportações e alta dependência de importações de semicondutores.

A base teórica que norteou a pesquisa empírica é a denominada no Capítulo 1 de “governança 1.0” e “governança 2.0”; ou governança da direção e governança da coordenação,

respectivamente abordadas por Gibbon; Bair e Ponte (2008). Deste modo, será apresentado a seguir os seguintes indicadores: no que se refere ao tema de governança da direção, será apresentado qual a forma predominante no país, de acordo com a pesquisa de campo; no que tange a governança de coordenação, baseado na tipologia desenvolvida por Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005), será apresentado as variáveis determinantes da governança, assim como o modelo de governança que mais se adequa a determinado modelo de negócio. No âmbito da governança da direção, será apresentado a seguir, Quadro 19, as principais constatações para o caso brasileiro.

Quadro 19. Evidências empíricas da governança da direção para a indústria de semicondutores brasileira

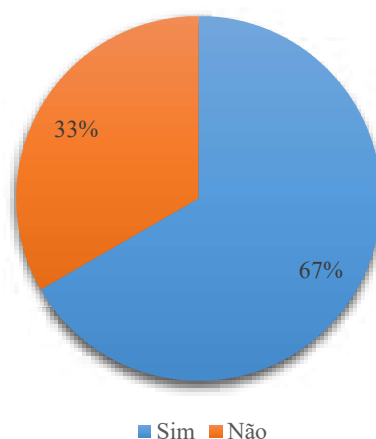
Modelo de negócios	Empresa/instituição	Comandada pelo fornecedor	Comandada pelo comprador	Ambos
<i>Design house</i>	Empresa A	X		
	Empresa B			X
<i>Fabless</i>	Empresa C	X		
	Empresa D		X	
	Empresa E			X
	Empresa F			
<i>Back-end</i>	Empresa G		X	
	Empresa H		X	
	Empresa I			X
<i>IDM</i>	Empresa J			X
%		22,22%	33,33%	44,44%

Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

De forma agregada, conforme verificamos no Quadro 19, a maioria (44,44%) dos participantes da pesquisa acreditam que a cadeia produtiva em questão é comandada tanto por fornecedores quanto por compradores, o que segue a lógica do sistema, haja visto que tanto as *foundries* quanto os clientes finais exercem pressão na cadeia. No Brasil a dependência de fornecedor tende a ser mais afluída, que se comparado a países *players* de semicondutores, devido ao fato de não possuímos *foundries* operando internamente, ao passo que os *chips* projetados no Brasil precisam ser fabricados em demais localidades, geralmente na Ásia, para depois retornar para o processo de encapsulamento. Também é de se salientar que com a eclosão da pandemia da Covid-19 as *foundries* potencializaram seu poder perante os compradores, haja visto que a demanda por *chips* cresceu além da capacidade produtiva dessas empresas. Na atualidade pós pandemia é muito comum encontrarmos notícias de esforços governamentais para a atração de empresas *foundries* para determinada localidade, por exemplo: por meio de vastos incentivos, a maior fábrica de semicondutores do mundo (TSMC) passará a produzir nos EUA, com investimentos próximos a US\$40 bilhões.

No segmento de *back-end* foi onde ocorreu maior convergência das respostas, em que a maioria das empresas declararam que a cadeia é comandada predominantemente pelo comprador. Isso implicaria em dizer que o poder, determinação de padrões, é exercido a jusante da cadeia com as empresas de equipamentos eletrônicos no geral. Caminhando para o contexto de governança por coordenação, nos faz relevante verificar se a empresa matriz costuma adotar algum mecanismo para minimizar riscos de confiabilidade para com suas subordinadas. Dentre as 10 empresas que participaram da pesquisa, 3 são filiais. Dentre essas filiais, 67% declararam que a empresa matriz estabelece meios para melhorar a credibilidade, principalmente pela prática de contratos de médio e longo prazo.

Gráfico 4. Evidências empíricas de adoção de algum mecanismo para reduzir riscos de confiabilidade para com a(s) filial(is) ou terceirizada(s)



Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Ressalta-se que para melhor determinar a estrutura de governança deve ser levado em consideração os seguintes fatores, de acordo com Gereffi, Humphrey e Sturgeon (2005): a) complexidade da informação transferida quanto às especificações do produto; b) capacidade de codificar essa informação; c) capacitação dos fornecedores. Com base nessas informações, tentou-se aplicar os determinantes da governança contidos no Quadro 2 (que se encontra de uma forma genérica), do Capítulo 1, ao estudo de caso da indústria brasileira de semicondutores. O Quadro 20, a seguir, aborda com detalhes esse estudo de caso.

Quadro 20. Evidências empíricas da governança da coordenação para a indústria de semicondutores brasileira

Modelo de negócios	Empresa/instituição	Variáveis determinantes da governança				Modelo de governança
		Complexidade das transações	Habilidade de codificar transações	Capacidade dos fornecedores	Grau de coordenação explícita e assimetria de poder	
<i>Design-house</i>	Empresa A	4	4	4	3	Modular
	Empresa B	4	3	3	3	
<i>Fabless</i>	Empresa C	2	2	3	3	
	Empresa D	4	4	4	4	
	Empresa E	4	4	3	4	
	Empresa F	-	-	-	-	
<i>Back-end</i>	Empresa G	3	3	3	3	
	Empresa H	3	4	4	3	
	Empresa I	4	4	4	4	
<i>IDM</i>	Empresa J	3	2	4	3	Hierárquica
Média geral do setor		3,4	3,3	3,5	3,3	Modular

Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Legenda: Muito baixa (1); Baixa (2); Alta (3); muito Alta (4)

Para se obter uma ideia mais precisa do grau de importância de cada variável, foi trabalhado com uma escala com o intervalo de 1 até 4, conforme aponta a legenda acima, muito baixa (1) até o muito alta (4). Respostas entre 1 e 2 são consideradas como “baixa” e respostas contidas no intervalo entre 3 e 4 são interpretadas como “alta”. Nesta lógica, de acordo com as informações obtidas pela pesquisa de campo, verificamos que os modelos operantes no Brasil estão em conformidade com a literatura que aponta predominância do modelo modular para este setor, sendo considerado “alta” todas as variáveis de análise, ou seja, é complexa as transações, porém é alta a habilidade de compilar as informações necessárias para a execução do trabalho, tendo fornecedores competentes. Com as revoluções tecnológicas no campo da informação que o mundo acompanhou e vem acompanhando (como mais atualmente a implementação do 5G), essas atividades são facilmente monitoradas.

No que se refere a empresa respondente que opera num modelo IDM, se divergiu da literatura na seguinte variável: capacidade dos fornecedores, em que a literatura aponta que no modelo hierárquico essa capacidade dos fornecedores é baixa a ponto de a empresa precisar internalizar essa atividade. Na pesquisa de campo realizada a única empresa IDM que se dispôs a responder, atribuiu nota 4, ou seja, muito alta. Essa divergência com a literatura pode estar correlacionada com a limitação do número de respondentes.

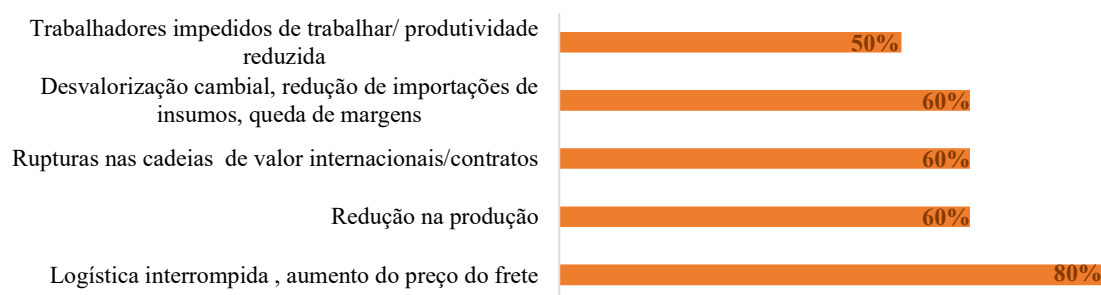
Se faz relevante ressaltar que a estrutura de governança é passível de variação ao longo do tempo e demais fatores (externos e internos) podem influenciar. Até a década de 1980 predominava o modelo IDM, com estruturas produtivas mais rígidas, ao passo que com o advento da globalização produtiva e inovações disruptivas nos meios de comunicação a fragmentação desta cadeia produtiva se tornou viável, emergindo novos modelos de negócios do tipo de especialização vertical. Mais recentemente, na última década, com guerras de distintas naturezas (comerciais, fiscais e civil), corrida tecnológica e choques como a pandemia da Covid-19 sinalizam novos tempos para a cadeia global de semicondutores, o que pode exigir das empresas e países novas estratégias de governança.

Neste ambiente de incertezas e grandes fragilidades, foi lançada a seguinte questão às empresas/instituições que participaram da pesquisa: “A empresa/instituição acredita o Brasil seguirá a tendência mundial de internalização da cadeia produtiva como forma de busca pela autossuficiência? O modelo de verticalização seria uma saída eficaz?”. A maioria dos respondentes acreditam que o Brasil não seguirá essa tendência. Dentre as respostas, se destaca a respondente da “Empresa D”, que pontuou da seguinte forma: “O Brasil não seguirá a tendência mundial de internalização, pois não há massa crítica e governança para essa ação. O modelo de verticalização não é uma saída eficaz porque não garante a qualidade do produto acabado, e os custos são proibitivos, além da falta de mão de obra qualificada”.

3.3. Impactos da pandemia da Covid-19 no setor de semicondutores brasileiro

Ainda neste contexto de pandemia da Covid-19, se faz relevante mapear os principais impactos da pandemia enfrentados pelas empresas do setor de semicondutores atuantes no Brasil. O Gráfico 5 mostra os 5 principais impactos assinalados pelas empresas que participaram da pesquisa.

Gráfico 5. Principais impactos da pandemia enfrentado pelas empresas de semicondutores no Brasil



Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Conforme o Gráfico 5 aponta, o principal impacto da pandemia da Covid-19 apontado por 80% das empresas que participaram da pesquisa, se refere a logística interrompida, com aumento do preço do frete. Somado a isso, podemos destacar a desvalorização cambial (do real frente ao dólar) que ocorreu neste período, encarecendo de forma significativa os insumos importados, potencializando ainda mais nossa dependência de importações, que é próximo de 90% de todo consumo interno.

Neste cenário desastroso se tem registro de poucas ações concretas do governo Bolsonaro com o intuito de mitigar a crise no setor, pelo contrário, foi instituído um processo de liquidação da Ceitec. O governo Bolsonaro divulga um plano de ação denominado de “Plano Brasil Semicondutores (PBS)” somente no final do ano de 2021, que ainda foi colocado em prática. Entretanto, a proposta do PBS é positiva nos seguintes aspectos: busca ampliar a oferta de semicondutores no país, em especial para a indústria automotiva; ampliar os agentes que compõem o ecossistema de inovação de semicondutores, contando também com o envolvimento de associações empresariais como Anfavea e Sindipeças neste projeto; e coloca como horizonte temporal maior que as demais políticas implementadas ao longo dos anos 2000, de 15 anos o que envolveria engajamento de diversos governos, se configurando mais como uma política de estado e não de governo. Caso o PBS seja de fato implementado, tende a contribuir para o desenvolvimento do setor.

Considerações finais do capítulo

Conforme verificado ao longo deste capítulo, devido à complexidade do setor, a presença do Estado é indispensável não somente agindo nas falhas de mercado, mas muitas vezes atuando como empreendedor (por meio da criação de institutos de pesquisas, o que contribui para a formação de um ecossistema de inovação) e na formulação de políticas públicas verticais, nos quais se configura como principal instrumento de governança externa.

Acerca dos instrumentos de governança externa praticada pelo governo brasileiro, existem muitos aspectos positivos, assim como há negativos. Dentre os aspectos positivos ressaltam: esforços ao longo da primeira década e meia do século XXI para o desenvolvimento do setor, com programa de formação de mão de obra (Programa CI-Brasil) e incentivos fiscais que visavam melhorar a *performance* de inovação local (PADIS). A adoção de tais medidas, dentre outras, atraíram novas empresas e a criação de novos institutos. Certamente sem todos

os esforços realizados o desempenho do setor tenderia ser mais declinante do que foi constatado no Capítulo 2.

Entretanto, algumas ações do governo apresentou falhas, como: pouco voltada para atuação internacional; esforços em escala de milhões de R\$, ao passo que os demais países estudados trabalham com incentivos da ordem de bilhões de US\$; forma desigual de tratamento entre instituições sem fins lucrativos e com fins lucrativos, em que as políticas públicas acabam favorecendo o surgimento de um ambiente inóspito para atividades com fins lucrativos; empresas/instituições altamente frágeis e dependente das ações do governo, ao passo que com a redução de recursos a partir de 2014 houve saída significativa de empresas, principalmente DHs com fins lucrativos; a maioria das políticas públicas implementadas, com exceção do PADIS, não atribuíram uma contrapartida para as empresas (diferentemente dos demais países citados); houve maior atração de empresas que operam no modelo *back-end*, de menor agregação de valor; o Programa CI-Brasil se preocupou com a formação de mão de obra, porém não se pensou em alguma ação para a melhora na remuneração de tais profissionais, que conforme visto no Capítulo 2 perdeu valor real (se comparado ao salário mínimo) ao longo do tempo, o que gera a fuga de cérebros e migração para outros setores não correlatos. Somado a isso, o Brasil carece de uma política de Estado e não somente de governo como geralmente ocorre. A ideologia foi se modificando na alternância de poder, sendo mais evidente isso após 2015, com a instabilidade política no país que extinguiu muitas políticas de apoio ao setor. Na gestão Bolsonaro (2019-2022), guiados pelo uma ideologia liberal, no período da pandemia da Covid-19 o governo, em alguma medida, foi negligente com o setor, com demora nas ações e prezando pelo desmonte da única empresa no país que participa das diversas etapas do processo produtivo de *chip*. Na atualidade, 2023, com a alternância de poder reemerge uma ideologia desenvolvimentista (que guiou as ações da primeira década dos anos 2000).

No que se refere a governança interna, buscou verificar a forma de governança nos mais variados modelos de negócios da indústria de semicondutores, principalmente para o âmbito nacional, algo que não é muito explorado pela literatura. Nesta fase, devido à escassez de informações para a viabilidade da pesquisa foi essencial contar com ajuda das empresas do setor que operam no Brasil. Dentre as constatações, se destacam: de modo geral, o setor na atualidade não opera na lógica da teoria da governança da direção proposta por Gereffi (1994), sendo mais dinâmica. Na atualidade tanto o comprador exerce poder nos extremos da cadeia, ditando padrões de qualidade, quanto a etapa *foundry* (fabricação de *wafers*) adquiriu poder de negociação. Neste cenário, a etapa de menor diferenciação é a que fica mais refém tanto do fornecedor (*foundry*) quanto dos compradores (empresas de equipamentos eletrônicos); apesar

do Brasil estar pouco interconectado com as CGVs, segue a lógica internacional de predominância do tipo de governança modular nos mais variados modelos de negócios, com exceção do IDM que tende a ser hierárquico. É importante salientar que a governança interna e externa elas não são estáticas, pelo contrário, tendem a modificar ao longo do tempo conforme expresso ao longo desta dissertação.

Relacionado a questões de governança (tanto externa quanto interna) este capítulo também procurou mapear os principais impactos que a pandemia da Covid-19 gerou no setor internamente. O principal impacto da pandemia da Covid-19 apontado por 80% das empresas que participaram da pesquisa, se refere a logística interrompida, com aumento do preço do frete. Somado a isso, podemos destacar a desvalorização cambial (do real frente ao dólar) que ocorreu neste período, encarecendo de forma significativa os insumos importados, potencializando ainda mais nossa dependência de importações, que é próximo de 90% de todo consumo interno.

Acerca das limitações presentes neste estudo, ressaltam-se as dificuldades de ampliar a amostra de participantes da pesquisa de campo, por meio do questionário. Somente 10 empresas/instituições se dispuseram, o que representa em torno de 31% da população. Apesar desta amostra tímida, ela foi distribuída entre os diferentes modelos de negócios existentes no Brasil, o que configura como algo benéfico para a pesquisa, trazendo resultados válidos. No Capítulo 4 discutiremos a questão do desenvolvimento tecnológico inerente ao setor, buscando verificar se as políticas verticais implementadas, de modo especial o PADIS, no Brasil impulsionou a inovação.

CAPÍTULO 4. DINÂMICA DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO DA INDÚSTRIA DE SEMICONDUTORES NOS ANOS 2000: UMA ANÁLISE EMPÍRICA PARA O CASO BRASILEIRO

Realizado o processo de averiguação das formas de governança no Capítulo 3, o vigente capítulo se propõe a avançar, buscando compreender a dinâmica do desenvolvimento tecnológico, principalmente para o Brasil. E assim buscar elementos que nos permita responder se o modelo de governança dos anos 2000 contribuiu, em alguma medida, para o desenvolvimento inovativo do setor.

Por se tratar de um trabalho de caráter empírico, e para maior robustez do trabalho, foram utilizadas bases de dados de terceiros, como a PINTEC, do IBGE, que fornecem informações do ambiente de inovação para o setor de componentes eletrônico (de forma mais macro), porém essa base é limitada pois a última atualização disponível é de 2017, período pré-pandemia. Como forma de complementar essa análise, foi realizado a pesquisa de campo, através da aplicação de questionário (*on-line*), com as empresas do setor de semicondutores (micro). Conforme salientado no Capítulo 3, para a viabilização deste método de pesquisa de campo, o projeto/questionário da dissertação passou primeiramente por uma avaliação minuciosa do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UFU) da Universidade Federal de Uberlândia, cujo parecer completo se encontra em anexo desta dissertação.

Para atingir o objetivo proposto, este capítulo será organizado da seguinte maneira: na primeira seção será apresentada a importância da inovação para o setor, a nível geral; a partir da segunda seção será apresentada questões de natureza empírica, referente ao desenvolvimento tecnológico do setor de semicondutores brasileiro, utilizando dados da PINTEC e a pesquisa de campo realizada para melhor entender os esforços e resultados tecnológicos alcançados ao longo dos anos 2000; a terceira seção busca responder uma das questões centrais desta dissertação: o modelo de governança adotado incentiva parcerias tecnológicas?; na quarta seção será abordado casos emblemáticos de governança que comprometem o seu desenvolvimento tecnológico. Por fim, serão apresentadas as considerações finais.

4.1. Inovação como o princípio que rege a indústria de semicondutores

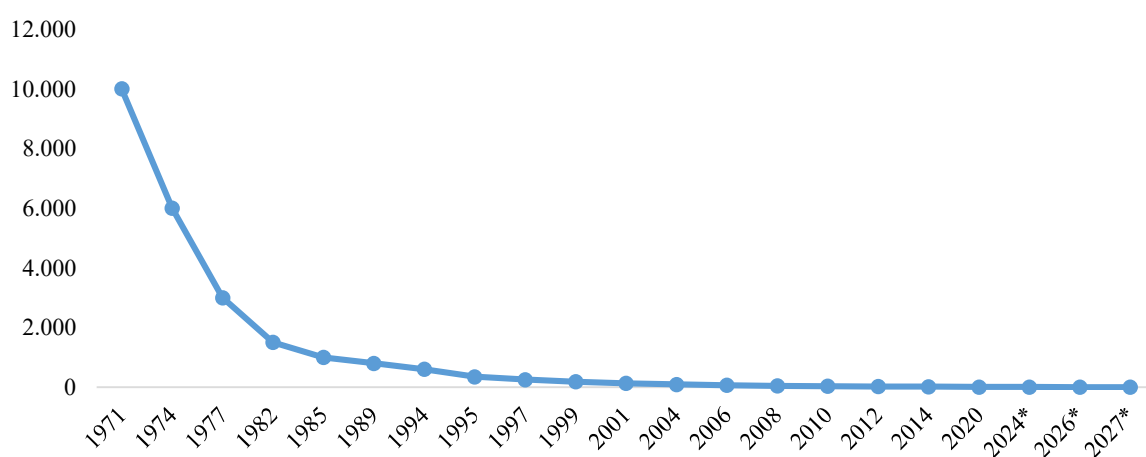
A condição *sine qua non* para o desenvolvimento da indústria de semicondutores é a inovação, desde os seus primórdios. Para se obter *upgrading* na cadeia produtiva de semicondutores é imprescindível a realização de inovação. A inovação pode ser manifestada e combinada nas mais variadas formas: inovação aberta e/ou fechada; radical ou incremental; e

de produtos e/ou processos. A inovação nesta indústria, possui dois atributos: onipresença (presente em todos os modelos de negócios desta indústria, em maior ou menor grau) e onipotência (poder inquestionável de melhoria do setor, no qual tem transbordamentos para demais setores e sociedade civil como um todo).

Certamente já se deparou com a seguinte frase: “Em time que está ganhando, não se mexe”. Entretanto, essa sabedoria popular não é compatível com a complexa dinâmica da indústria de semicondutores, em que a estagnação tecnológica implica em redução de fatia de mercado e até mesmo em saída do mercado. Neste “jogo” da competitividade, as empresas/países precisam se antecipar em tendências tecnológicas, de modo que atendam às necessidades da cadeia produtiva a jusante. “O sucesso do *chip* determina o sucesso do produto final. O domínio tecnológico do *chip* provoca o domínio tecnológico do produto acabado (ABDI, 2011, p.23)”.

Neste ambiente de rápida evolução tecnológica, um dos primeiros a observar e sistematizar essa evolução dos componentes integrados foi o engenheiro e cofundador da Intel, Gordon E. Moore (1929-2023) que previu que a densidade de transistores nos CIs iria dobrar aproximadamente a cada dois anos. Para que a densidade aumente, é necessário reduzir o tamanho do transistor, o que implica no desenvolvimento de novas tecnologias e processos de fabricação (Filippin, 2020). Desde a constatação de Moore, que ficou conhecido como “Lei de Moore”, em meados da década de 1960, até o momento os nodos tecnológicos (tamanho) passaram por uma trajetória de miniaturização: 10.000 nm (1971) a 5nm (2020), conforme o Gráfico 16 apresenta.

Gráfico 6. Trajetória de miniaturização do chip nos últimos 50 anos



Fonte: Elaboração própria, com base em Filippin (2020) e *websites*.

*- previsão

Os dados contidos no Gráfico 6 é o termômetro do grande esforço tecnológico desta indústria, ao longo do tempo, na busca de reduzir o tamanho e custos dos *chips* e assim aumentar as funcionalidades dos equipamentos que os utilizam, a jusante da cadeia de semicondutores.

Esse esforço tecnológico ocorre desde a etapa de projeto (onde se define as funcionalidades do *chip*) que precisa estar em conformidade, sendo factível produzir nas geometrias e receitas processuais de determinada *foundry*, assim como a etapa de *back-end* precisa de um maquinário compatível com o novo tamanho. Tudo isso também movimentam etapas a montante, que é de máquinas e equipamentos de litografia (para a produção do *chip*) que precisa ser compatível.





















Na atual corrida tecnológica, a Samsung está engajada para ser pioneira na produção de semicondutores de 3 nm e manter sua posição de liderança. A TSMC, por sua vez, sinalizou que deve produzir soluções de 3nm ao mesmo tempo que a rival (Silva, 2022). É preciso salientar que à medida que se avança na fronteira tecnológica, novos avanços são marginalmente menores (no que se refere ao tamanho), a redução de tamanho é cada vez mais desafiador, sendo que 1nm é equivalente a bilionésimo de um metro, uma escala microscópica. Neste sentido, muitos analistas acreditam que a “Lei de Moore” está próxima de perder a validade.

Filippin (2020) enfatiza que as dimensões críticas dos transistores não poderão diminuir para sempre. Entretanto, novas técnicas- por exemplo, arquitetura tridimensional e novos materiais- têm sido desenvolvidas para permitir que o processo de redução do tamanho continue. De acordo com o The Economist (2015b) *apud* Filippin (2020), especula-se que a Lei de Moore se concentre agora em reduzir os custos dos processos de manufatura mais recentes, ao invés de continuar o processo de redução. A redução continua e o aumento da eficiência dos processos produtivos exige gastos crescentes em P&D. De acordo com a SIA, em 2022, esses gastos atingiram um nível de aproximadamente 19% da receita de vendas do setor.

Em uma análise desagregada, de acordo com a SAI (2023) os países que mais investiram em P&D (% em relação às vendas) na indústria de semicondutores, foram: EUA (19%), países da Europa (15%), Taiwan (11%) e Coreia do Sul (9,10%), respectivamente.

Dados da Tabela 12, abaixo, corroboram com a ideia de que há uma relação positiva entre esforço inovativo (gastos com P&D) e resultado inovativo (patentes). Dentre as 10 principais empresas patenteadoras no principal escritório de marcas e patentes do mundo, USPTO, a maioria participa ativamente no setor de semicondutores, quando não como fornecedora, mas sim no papel de compradora (LG, Apple e Toyota).

Tabela 12. Principais empresas patenteadoras no USPTO (número de patentes) em 2015 e 2022

Classificação em 2015	Classificação em 2022	Empresa	País de origem	Nº de patentes concedidas em 2015	Nº de patentes concedidas em 2022
2º	1º			5.059	6.248
1º	2º			7.440	4.398
14º	3º			1.758	3.024
	4º				2.836
3º	5º			4.239	2.694
11º	6º			2.241	2.641
4º	7º			3.209	2.625
8º	8º			2.625	2.418
12º	9º			1.937	2.285
16º	10º			1.636	2.214

Fonte: Elaboração própria, com base em Bastos e Frenkel (2017) e Forbes (2023).

De acordo com a Tabela 12, segundo o *ranking* das principais empresas patenteadoras estão presentes empresas que operam nos mais variados modelos de negócios da indústria de semicondutores, desde o modelo IDM (Samsung, IBM, Huawei, Canon e Intel), modelo de *fabless* (Qualcomm) e modelo *foundry* (TSMC). Só não registro de empresa modelo *back-end*, devido ser uma atividade menos intensiva em P&D.

Também destaca a ascensão de algumas empresas chinesas no ambiente inovador, como é o caso da Huawei que em 2015 não se encontrava no *ranking* das *top 10* empresas patenteadoras e em 2022 ocupou o quarto lugar.

4.2. Análise empírica do desenvolvimento tecnológico da indústria brasileira de semicondutores nos anos 2000

Analisado de forma mais ampla a importância da inovação para manter a vitalidade do setor de semicondutores, para cumprir o objetivo desta dissertação se faz necessário analisar numa perspectiva mais micro o desempenho inovativo do setor no Brasil, que conforme já

sinalizado é aquém dos principais *players* mundiais. Essa análise nos fornecerá elementos para responder à questão central da dissertação: o modelo de governança do Brasil estimula o progresso tecnológico? Buscar verificar se as políticas públicas verticais implementadas ao longo dos anos 2000 geraram efeitos positivos na promoção da inovação, principalmente o PADIS.

Para isso, será utilizado como método tanto dados de terceiros, principalmente a pesquisa PINTEC, elaborada pelo IBGE; e de forma mais específica será utilizada a pesquisa de campo, realizada por meio de questionário às empresas do setor.

Nesta seção serão analisados dados da inovação do setor de componentes eletrônicos, e mais especificadamente de semicondutores (nos diferentes modelos de negócios), nas seguintes dimensões: **esforço inovativo**, **resultado inovativo** e **proteção de propriedade intelectual**.

4.2.1. Esforço inovativo

A inovação é resultado de um esforço que envolve uma combinação de conhecimentos técnicos e científicos avançados, a experimentação de novas abordagens e a aplicação de tecnologias emergentes. Silva (2014) salienta que no conjunto desses esforços, as atividades de P&D são destacadas como principal mecanismo de esforço inovativo capaz de gerar conhecimento relacionado à tecnologia. O estabelecimento dessa relação se dá pelo fato das atividades de P&D serem reconhecidas como o meio mais formal de aprendizado e mudança técnica, ocorrendo em seus níveis mais elevados, na fronteira do conhecimento tecnológico.

No que se refere especificamente ao setor de semicondutores, o que se sabe é que apresenta características distintas entre os modelos de negócios. Neste sentido, o Quadro 21 apresenta os gastos com P&D (% da receita) obtidos na pesquisa de campo para os diferentes modelos de negócios.

Quadro 21. Gasto com P&D (% receita) das empresas brasileiras de semicondutores, para os diferentes modelos de negócios

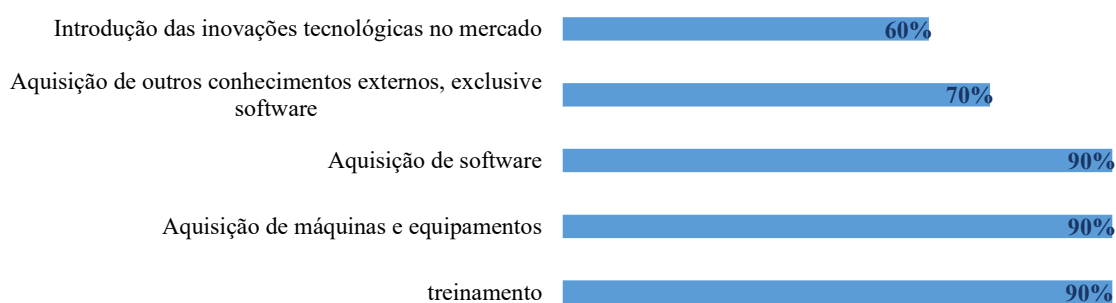
Modelo de negócio	Nome fictício da empresa/instituição	% da receita da empresa/instituição que é investido em P&D (externo e/ou interno)
<i>Design house</i>	Empresa A	>20%
	Empresa B	≤ 5%
<i>Fabless</i>	Empresa C	≤ 5%
	Empresa D	>20%
	Empresa E	>20%
	Empresa F	>20%
<i>Back- end</i>	Empresa G	6 a 10%
	Empresa H	16 a 20%

	Empresa I	$\leq 5\%$
IDM	Empresa J	$\leq 5\%$

Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Como podemos verificar no Quadro 21, há uma heterogeneidade até mesmo entre as empresas que compõem um modelo de negócio. No geral, podemos destacar que a maioria das empresas *fabless*, que participaram da pesquisa, investem um valor acima de 20% em P&D. A princípio, o percentual investido em P&D da “Empresa J”, por ser um modelo IDM, é passível de questionamento, porém está em um nicho muito específico e é uma empresa de porte pequeno. O gráfico 7, abaixo, apresenta o conjunto de esforços praticados pelas empresas de semicondutores.

Gráfico 7. Principais esforços inovativos feitos pelas empresas do setor de semicondutores



Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Dentre os principais esforços, a maioria das empresas participantes da pesquisa (90%) afirmaram fazer o uso principalmente de aquisição de *software*, M&E e treinamento. Em seguida, 70% delas afirmaram fazer o uso de aquisição de outros conhecimentos externos.

O nível de grau de escolaridade também pode ser uma *proxy* do esforço inovativo, conforme podemos acompanhar no Quadro 22, abaixo. Conforme o esperado, verifica-se que o setor de semicondutores é intensivo em conhecimento, haja visto que detém um percentual considerável de funcionários com grau de escolaridade igual ou maior que o ensino superior completo. O modelo de negócios que mais apresentou mão de obra qualificada se refere as *fabless*, em seguida as DHs, o que parece estar em conformidade com a realidade, pois são negócios muito complexos.

Quadro 22. Grau de escolaridade da força de trabalho da indústria de semicondutores (referente a 31 dezembro de 2021)

Modelo de negócio	Nome fictício da empresa/instituição	Grau de escolaridade (%)			
		Ens. Fundamental completo	Ens. Médio completo	Ens. Superior completo	Pós-graduação*
<i>Design house</i>	Empresa A	0,00%	0,00%	45,45%	54,54%
	Empresa B	1,11%	27,77%	53,33%	17,77%
<i>Fabless</i>	Empresa C	0,00%	22,22%	55,55%	11,11%
	Empresa D	3,93%	29,25%	24,45%	42,35%
	Empresa E	0,00%	12,29%	20,49%	67,21%
	Empresa F	0,00%	8,19%	49,28%	42,52%
<i>Back-end</i>	Empresa G	1,67%	77,18%	13,42%	2,34%
	Empresa H	21,42%	57,14%	12,85%	1,42%
	Empresa I	0,00%	86,05%	11,92%	1,70%

Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

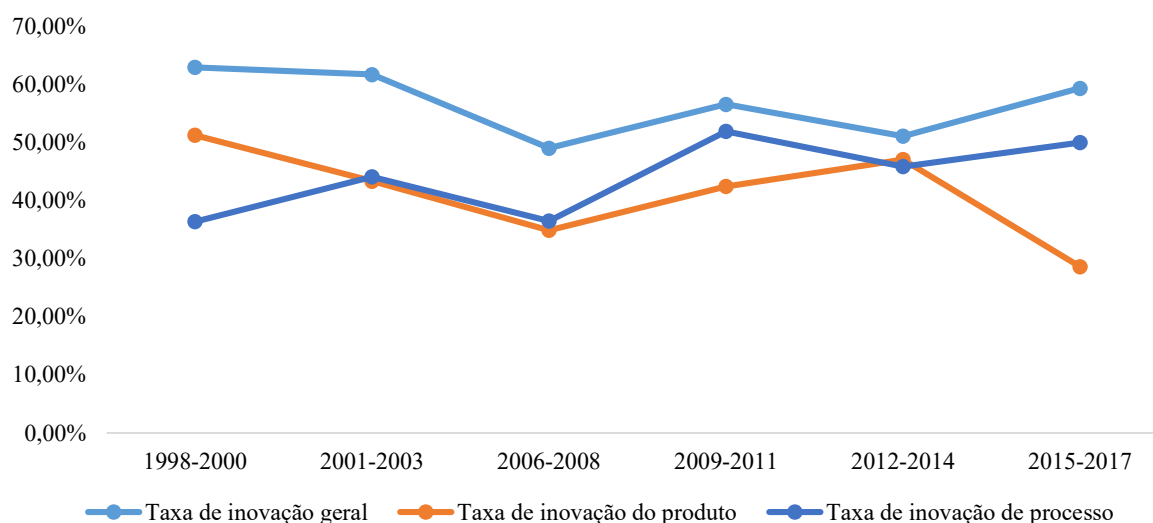
**Lato-sensu* e/ou *stricto-sensu*

Em divergência com as demais etapas, o modelo de *back-end*, por ser mais simples, demanda funcionários com menor nível de qualificação, na sua grande maioria detém apenas o ensino médio completo. Especula-se que isso pode ser também uma estratégia para menores salários, pois como é a etapa da cadeia produtiva que mais se exerce pressão de poder, que comprime as margens de lucro. Além disso, neste modelo ocorre com frequência parcerias com institutos de pesquisas.

4.2.2. Resultado inovativo

De maneira geral, o resultado inovativo pode ser entendido como o produto, o processo, ou serviço gerado a partir de atividades de inovação. É o resultado tangível ou intangível que resulta da aplicação de esforços e recursos para buscar a inovação. Conforme dito anteriormente, há uma relação positiva entre gastos com P&D e inovações. No Gráfico 08, abaixo, verifica a taxa de inovação do setor de componentes eletrônicos. A taxa de inovação nada mais é que o % de empresas que inovaram no determinado período em relação ao total de empresas que compõem o setor.

Gráfico 8. Taxa de inovação, em suas diversas instâncias, da indústria de componentes eletrônicos, de 1998-2017 (%)



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da PINTEC.

Nota: Componentes eletrônicos correspondem, entre 1998 e 2008, ao grupo 32.1 (Fabricação de material eletrônico básico) da Cnae 1.0 e, a partir de 2009, ao grupo 26.1 (Fabricação de componentes eletrônicos) da Cnae 2.0.

Conforme o Gráfico 08 aponta de forma agregada a taxa de inovação do setor sofreu declínio ao longo do período, passando de 62,89% no período de 1998-2000 para 49% no triênio de 2006-2008, momento em que ainda se estava reorganizando políticas direcionadas ao setor, que seriam implementadas nos próximos períodos. No próximo triênio, de 2009-2011, há uma melhora considerável na taxa, passando para 56,53%, no entanto devido à redução de estímulos ao setor reduz o patamar em 2012-2014 e volta a crescer em 2015-2017, que se especula ter relações diretas com a implementação do PADIS, nos quais os ganhos ocorrem não no curto prazo. Ainda assim é preciso maiores esforços, haja visto que o nível de 2017 é abaixo do primeiro período analisado. Como é de se esperar, a taxa de inovação deste setor é acima da taxa da indústria de transformação como um todo, que fica próxima ao patamar de 35%.

No período 1998-2000 se nota que a taxa de inovação era influenciada predominantemente pela inovação de produto, ao passo que com o declínio do setor no início dos anos 2000, devido as políticas implementadas nos anos 1990, as empresas que inovam no setor intensificaram as inovações de processo, como uma forma de redução nos custos. As empresas que declararam fazer inovação de produto em 2000 eram de aproximadamente 51% do total de empresas que compõem o setor, ao passo que em 2017 era próximo a 29%. As políticas públicas direcionadas ao setor precisa se atentar nessas mais diferenciadas instâncias, olhar somente para a inovação no geral não é o bastante.

Outro aspecto importante do resultado inovativo, é compreender a dimensão do grau de novidade da inovação, analisando se ela está circunscrita à empresa (endogeneização da tecnologia) ou extramuros (mercado nacional ou internacional). Essa relação pode nos sinalizar

se a empresa é difusora de tecnologia ou se segue tendências tecnológicas. A Tabela 13, abaixo, apresenta o grau de novidade da inovação de produto e processo para o setor de componentes eletrônicos do Brasil ao longo dos anos 2000. Dentre as empresas que praticaram inovação de produto, na maior parte é novo no âmbito da empresa, já existente no mercado nacional e/ou internacional. O que significa dizer que essas empresas são dependentes de inovação extramuros da empresa (seja de mercado nacional ou mundial), seguem uma dada tecnologia. Um aspecto positivo a se comentar se refere na redução, ao longo do período, dessas proporções, aumentando o grau de novidade extramuros da empresa.

Tabela 13. Grau de novidade da inovação de produto e processo no setor de componentes eletrônicos, de 2006 a 2017

Período de referência	Produto			Processo		
	Para empresa	Mercado nacional	Mercado internacional	Para empresa	Mercado nacional	Mercado internacional
2006-2008	54,61%	44,61%	0,78%	94,85%	5,15%	0,00%
2009-2011	90,77%	7,83%	1,40%	92,23%	7,28%	0,49%
2012-2014	36,18%	62,41%	1,41%	86,66%	8,35%	4,99%
2015-2017	43,10%	55,41%	1,49%	74,03%	23,57%	2,40%

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da PINTEC.

Nota: Componentes eletrônicos correspondem, entre 1998 e 2008, ao grupo 32.1 (Fabricação de material eletrônico básico) da Cnae 1.0 e, a partir de 2009, ao grupo 26.1 (Fabricação de componentes eletrônicos) da Cnae 2.0.

A maioria das empresas que praticaram inovação de processo, declararam que é novo no âmbito da empresa, já existente no mercado nacional e/ou internacional. Entretanto, assim como na inovação de produto, essa proporção vem declinando ao longo do tempo.

Voltando a análise para uma perspectiva mais micro, abordando somente o setor de semicondutores, 80% das empresas/instituições que participaram da pesquisa alegou possuir um departamento de P&D interno. Como a realização de P&D interno e externo não são mutuamente exclusivas, há a possibilidade, até se recomenda, da utilização de tais ações. Neste contexto, 60% das empresas/instituições alegaram fazer uso de P&D externo. Das empresas que declararam praticar P&D externo, 50% declararam parcerias com institutos de pesquisas. No que tange ao grau de novidade específica do setor de semicondutores, a Tabela 14 apresenta os dados coletados da pesquisa.

Tabela 14. Grau de novidade da inovação de produto e processo em semicondutores

Grau de novidade	Inovação	
	Produto	Processo
Para empresa	0,00%	12,50%
Mercado nacional	78,00%	25,00%
Mercado internacional	22,00%	62,50%

Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

De modo geral, as empresas respondentes afirmaram que as inovações de produto que implementaram é predominantemente novo para o mercado nacional (78%). Também apresentou resultado relativamente satisfatório no que se refere ao mercado internacional, sendo que 22% das empresas entrevistadas afirmaram que as inovações de produto que foram implementadas são a nível de mercado internacional. Os resultados de inovação de processo se mostraram ainda mais satisfatórios, em que 62,5% das empresas respondentes do questionaram afirmaram o grau de inovação é a nível de mercado internacional.

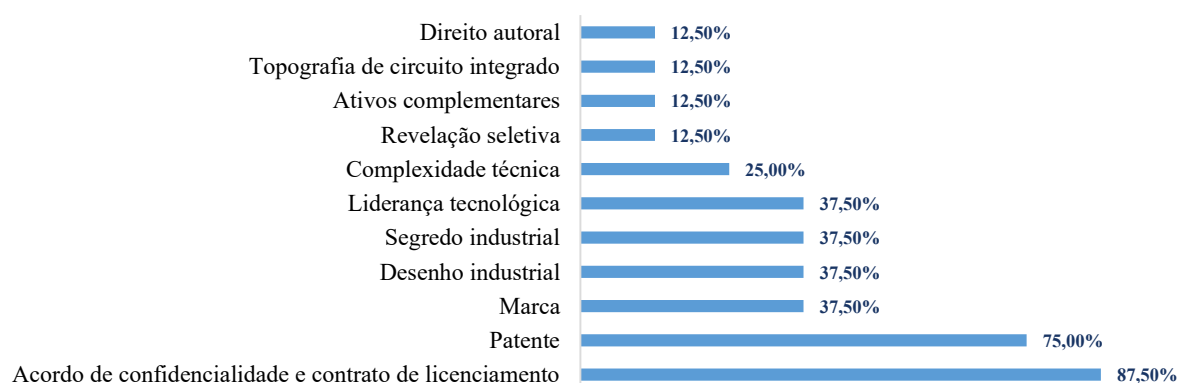
4.2.3. Proteção de propriedade intelectual

A proteção de propriedade intelectual surge com o objetivo de incentivar a inovação, recompensando o inovador dos riscos inerentes à atividade, por meio da concessão do direito exclusivo sobre suas criações por um determinado período de tempo (Tigre e Marques, 2009). A propriedade intelectual pode assumir distintas naturezas, de formal a não formal.

Os métodos formais exigem do interessado o cumprimento de um processo formal de registro junto a um órgão oficialmente designado. Os métodos formais, identificados, são: **marca, patente, desenho industrial e topografia de circuito integrado**. Já os métodos não formais são práticas, posicionamentos e estratégias, sem o pressuposto registro formal. Os métodos não formais podem ser igualmente eficazes na proteção das inovações. A denominação “não formal” não significa inexistência de instrumentos contratuais ou de obrigações entre as partes envolvidas. Os métodos não formais, identificados, são: **complexidade no desenho, segredo industrial, tempo de liderança sobre os competidores**, dentre outros.

Neste contexto, serão apresentadas as principais formas de proteção intelectual utilizadas pela indústria de semicondutores. Dentre os métodos utilizados pelas empresas inovadoras de semicondutores na atualidade, de acordo com o Gráfico 09, se destacam: acordo de confidencialidade e contrato de licenciamento, em que mais de 87% das empresas participantes declararam realizar; em seguida, 75% delas declaram utilizar patentes. Como podemos verificar a combinação de diversos tipos de propriedade intelectual.

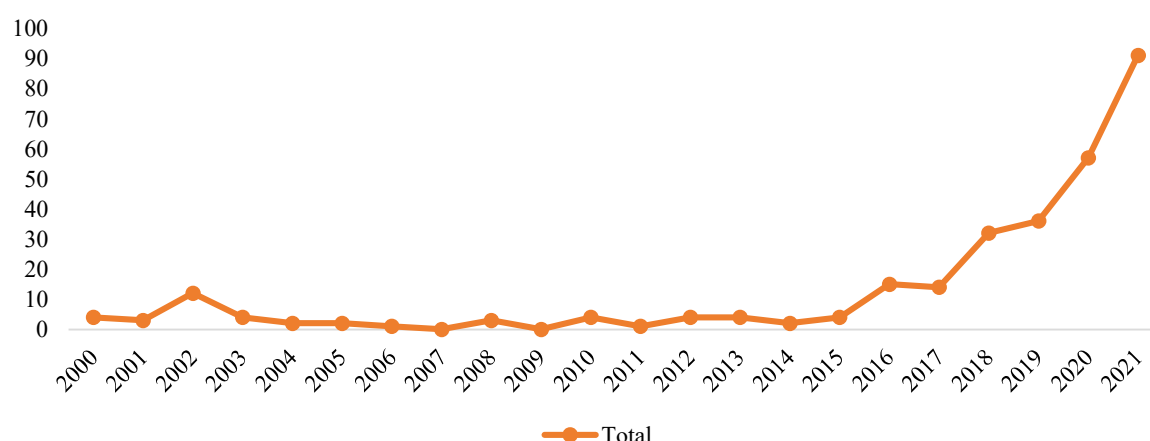
Gráfico 9. Métodos de proteção utilizado pelas empresas de semicondutores



Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

O Gráfico 10, a seguir, apresenta a evolução de patentes concedidas (método formal de proteção intelectual) no Brasil para o setor de semicondutores pelo INPI. Conforme os dados revelam, o número de patentes concedidas ao setor passa por uma trajetória de crescimento expressivo após 2015, principalmente nos períodos de 2020 e 2021 marcados pelas adversidades da Covid 19. No que se refere a natureza dessas patentes, é predominantemente Patente de Invenção (PI), a criação industrial “nova”. É de salientar que os pedidos de patentes na sua maioria são realizados por não residentes.

Gráfico 10. Evolução do número de patentes concedidas no Brasil para o setor de semicondutores, ao longo dos anos 2000



Fonte: Elaboração própria, com base nos dados do MCTI.

Apesar do número de patentes concedidas ao setor no Brasil ser em uma escala bem menor que os principais *players* internacionais, é louvável o crescimento apresentado saindo do patamar de 4 patentes em 2000 para 91 patentes em 2021. A expansão das patentes concedidas nos últimos anos pode estar correlacionada, em algum grau, com o PADIS que

concedeu desde 2011 isenção fiscal para as empresas e em contrapartida deveriam investir no mínimo 5% do valor da receita.

4.2.4. Obstáculos à inovação

No ambiente inovativo há forte presença de heterogeneidade entre as empresas, em que a capacidade inovadora varia de empresa para empresa e é determinada por um vasto e complexo número de fatores (Silva; Mainardes; Raposo, 2012). No entanto, em linhas gerais, podemos traçar fatores que atingem as empresas/setores, em maior ou menor grau.

Dentre os obstáculos à inovação listados, no Quadro 23, verificamos que o que mais possui relevância na tomada de decisão das empresas de semicondutores, segundo a pesquisa, são os elevados custos de inovação e riscos econômicos excessivos (como taxa de juros elevada no país, instabilidade política, flutuação nas taxas de câmbio, mudanças na regulamentação governamental, dentre outros). Em seguida, 40% das empresas inovadoras do setor apontaram como altamente relevante a escassez de fontes apropriadas de financiamento.

Quadro 23. Obstáculos à inovação, de acordo com as empresas de semicondutores

Obstáculos para a inovação	Escala de importância		
	Baixa ou não relevante (1)	Média (2)	Altamente relevante (3)
Elevados custos de inovação	0%	30%	70%
Riscos econômicos excessivos	10%	20%	70%
Escassez de fontes apropriadas de financiamento	20%	40%	40%
Falta de pessoal qualificado	20%	50%	30%
Escassas possibilidades de cooperação com outras empresas/instituições	40%	40%	20%
Dificuldade para se adequar a padrões, normas e regulamentações	80%	0%	20%
Fraca resposta dos consumidores quanto a novos produtos	60%	30%	10%
Falta de informação sobre mercados	50%	50%	0%
Escassez de serviços técnicos externos adequados	60%	40%	0%

Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Seria ideal que esses obstáculos à inovação estivessem no radar dos formuladores de políticas econômicas com o intuito de criar mecanismos que minimizem esses gargalos, por exemplo: o governo tem capacidade de buscar mecanismos para suavizar os principais fatores que minam a inovação no setor, através de política fiscal e monetária mais articuladas, algo que não ocorreu, de forma adequada, até o momento.

4.3. O modelo de governança executado no Brasil incentiva parcerias tecnológicas nacionais e/ou internacionais?

Conforme apontado no Capítulo 1, alguns autores sinalizam que a estrutura de governança é elemento imprescindível na geração, transferência e difusão das inovações, as quais estão no cerne do *upgrade*. Nesta configuração, as parcerias tecnológicas (inovação de forma aberta) assumem a função de acelerador das inovações, que podem ser realizadas com fornecedores, compradores, institutos de pesquisa, entre outros.

Esta dissertação buscou, ao longo dos capítulos, elementos que fossem ao encontro dessas afirmações, analisando especificamente o caso do setor de semicondutores brasileiro, que carrega suas particularidades, como: baixa interação com o comércio externo (tanto no que se refere a transações comerciais quanto a nível de fluxo de informações) e ausência de política de Estado (que seja contínua).

No que tange à condução das políticas direcionadas ao setor, governança externa, verificou-se um esforço (ainda que aquém do ideal diante do desafio de renascimento deste setor no Brasil) para a construção de um ecossistema da inovação ao longo da primeira década dos anos 2000, mas com a alternância de poder, a partir de 2015 esses esforços foram diminuindo.

Como *proxy* da dinâmica da inovação por cooperação no referido período, utilizou os dados de inovação com cooperação da PINTEC no setor de componentes eletrônicos, conforme apresenta a Tabela 15. Verifica-se que o percentual de empresas que inovaram por cooperação é baixo na maioria dos períodos de análise, com exceção do triênio 2012-2014, em que 56,60% das empresas que inovaram foram através de cooperação. Esse *out-lier* pode ser reflexo, em alguma medida, dos programas de apoio ao setor implementados como: o PADIS; Programa CI-Brasil; e a operação da Ceitec, que buscou desde o início cooperação nacional e internacional.

Tabela 15. Empresas do setor de componentes eletrônicos que implementaram inovações com cooperação e principais parceiros (%), nos anos 2000

Período de referência	Implementaram inovações com relações de cooperação	Clientes	Fornecedores	Concorrentes	Universidades e institutos de pesquisa	Centros de capacitação profissional e assistência técnica
1998-2000	18,36%	89,33%	31,98%	3,57%	17,96%	27,76%
2001-2003	3,08%	51,22%	51,22%	0,00%	68,29%	17,07%
2006-2008	11,18%	93,14%	88,24%	0,00%	90,19%	83,34%
2009-2011	15,90%	91,24%	39,32%	25,27%	25,29%	22,46%
2012-2014	56,60%	87,08%	85,93%	76,40%	18,48%	5,97%
2015-2017	22,08%	82,83%	67,30%	31,06%	31,06%	10,25%

Fonte: Elaboração própria, com base nos dados da PINTEC.

Nota: Componentes eletrônicos correspondem, entre 1998 e 2008, ao grupo 32.1 (Fabricação de material eletrônico básico) da Cnae 1.0 e, a partir de 2009, ao grupo 26.1 (Fabricação de componentes eletrônicos) da Cnae 2.0.

Acredita-se que a segunda coluna da Tabela 15 possui alguma sensibilidade às políticas implementadas, haja visto que no período de 2000 a 2003 houve uma queda acentuada, momento em que ainda se estava realizando o desenho das políticas, sem muitas ações concretas; de 2003 a 2008 houve uma melhora satisfatória no indicador, momento em que se iniciava a execução de políticas voltadas ao desenvolvimento do setor, que continua performando até em 2014, quando atingiu seu ponto máximo. Após 2014, com o racionamento de gastos do novo governo, instaurou-se um período de ausência de política industrial, em que se observa a redução significativa desse indicador.

No que se refere a questão qualitativa, a cooperação ocorre predominantemente com agentes do mercado nacional nas mais variadas formas de cooperação. Dentre as formas de cooperação, a que possui maior peso (em todos os períodos analisados) são com os clientes, o que é esperado pelo formato de governança dessa cadeia produtiva, onde o comprador desempenha um papel relevante, determinando os padrões de qualidade.

Também se nota que a interação com universidades e instituições de pesquisa floresceram principalmente de 2000 a 2008, com destaque para o triênio de 2006-2008 em que 90% das empresas que realizaram inovação por cooperação utilizaram esse apoio técnico. Esse crescimento pode estar correlacionado com a implantação no início da década do PNM-acadêmico que evoluiu para o Programa CI-Brasil, que aproximou institutos e universidades das empresas. De maneira análoga, o crescimento expressivo no período de (2006-2008) de

empresas que utilizaram centros de capacitação para inovação, pode ter explicações com os programas de capacitação da mão de obra.

Mais uma vez, se utiliza a pesquisa de campo como uma *proxy* de como ocorre atividades de cooperação no setor de semicondutores do Brasil. De acordo com as empresas que participaram da pesquisa, 90% delas afirmaram que realizam atividades de cooperação com outra(s) organização(ões) com vistas a desenvolver atividades inovativas. Esse valor apresentado é muito acima do verificado para o setor macro. O valor encontrado na pesquisa pode estar um pouco inflado devido ao baixo número da amostra, mas no geral, o % da indústria de semicondutores é acima que de componentes eletrônicos como um todo. A escala de importância dos parceiros de inovação para o setor de semicondutores é apresentada abaixo, no Quadro 24, em que constatamos que os clientes são os parceiros mais relevantes, de acordo com 90% das empresas respondentes.

Quadro 24. Escala de importância de parceiros de inovação do setor de semicondutores

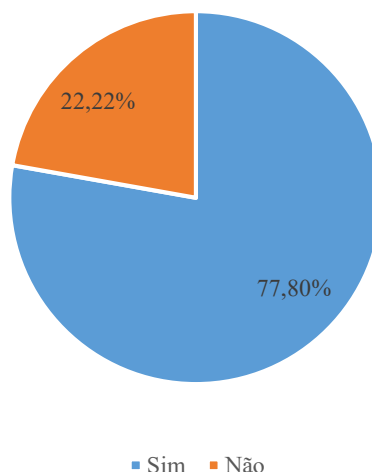
Parceiros de inovação	Escala de importância		
	Baixa ou não relevante (1)	Média (2)	Altamente relevante (3)
Clientes	0%	10%	90%
Fornecedores	0%	20%	80%
Centros de capacitação profissional e assistências técnica	30%	10%	60%
Universidade(s) e/ou instituto(s) de pesquisa	10%	40%	50%
Concorrentes	50%	30%	20%

Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Os resultados apresentados no Quadro 24 estão em consonância com os dados gerais apresentados pela PINTEC. Uma mera diferença está na escala de importância de centros de capacitação profissional, que no setor de semicondutores apresentou maior relevância que a parceria com universidades e institutos.

Por fim, para dar maior robustez a questionamentos que esta seção se propôs, foi investigado a percepção das empresas se o modelo de governança implementado no Brasil ao longo dos anos 2000 incentiva parcerias tecnológicas. Conforme o Gráfico 11 nos aponta, das 9 empresas respondentes, 7 empresas concordam que a governança incentiva parcerias tecnológicas, ao passo que 2 discordam.

Gráfico 11. Percepção das empresas, que participaram da pesquisa de campo, se o modelo de governança implementado no Brasil influencia parcerias tecnológicas (%)



Fonte: Elaboração própria, com base no questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Diante dos elementos apresentados, e com base na análise realizada nos demais capítulos que compõem esta dissertação, nos levam a crer que a forma que foi estruturada a governança (em suas múltiplas vertentes) no Brasil tendem a influenciar, em alguma medida, o progresso tecnológico, porém está aquém do ideal, e muito do esforço realizado foi se perdendo nos últimos anos, com a ausência de políticas a este setor. Acredita-se que sem as políticas implementadas ao longo dos anos 2000, o desempenho do setor seria ainda mais declinante.

As empresas que operam localmente ainda são pouco inseridas na lógica da cadeia global (algo que as políticas não conseguiram atenuar), até mesmo as empresas estrangeiras que operam internamente não visam alavancar as exportações, mas atender o mercado interno. Desse modo, acredita-se que o estímulo ao desenvolvimento tecnológico se deu principalmente pela inovação com parcerias tecnológicas internas, principalmente com institutos de pesquisas (na qual a maioria pertence a esfera pública, e foram instrumentos de política vertical, na tentativa de constituir um ecossistema de inovação). A nível de negócios, as empresas de *back-end* são as que mais realizam parcerias, em que as políticas implementadas motivaram a entrada de novas empresas no país, principalmente por meio de *joint-venture*. Como expressão máxima da negligência do governo com o setor, nos últimos anos, se destacam a ação de liquidação da Ceitec e corte de financiamento da Unitec, empresas com grandes potencialidades, conforme será mais bem apresentado na seção seguinte.

4.4. Casos emblemáticos

Passados por elementos centrais, como governança e desenvolvimento tecnológico da indústria de semicondutores, para o fechamento desta dissertação se faz necessário avaliar algumas tentativas de criação de *foundries* brasileiras ao longo dos anos 2000, como: Ceitec e Unitec, as quais possuem em comum não somente o sufixo no nome, como veremos ao longo desta seção, mas também decisões (políticas e corporativas) que mais à frente mostraram ser não ótimas, enfatizando que a racionalidade dos agentes que compõem a cadeia é limitada.

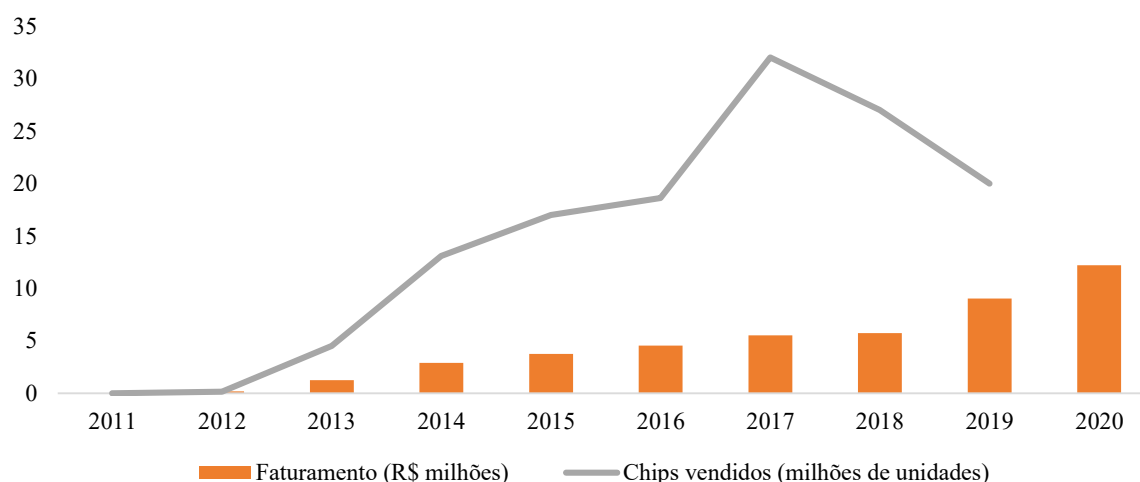
4.4.1. Ceitec

A criação do Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada (CEITEC) remete ao ano de 1999, momento em que a Motorola Semicondutores decidiu doar uma linha de produção de CIs para o Brasil. De início, ofertou para a USP e Unicamp, que ao receberem a proposta formulou um projeto para instalar um laboratório de prototipagem de chips, no qual teve o projeto negado pela Fapesp, devido aos elevados recursos que esse empreendimento exigiria. Após essa recusa, acadêmicos do Rio Grande do Sul manifestaram interesse em receber os equipamentos (Filippin, 2020).

O Estado do Rio Grande do Sul deliberou que ao invés de criar um laboratório dentro de uma universidade, iria criar uma fábrica de baixo volume para prototipagem. Na lógica política a criação de um centro independente daria mais visibilidade à participação do governo estadual no empreendimento (Filippin, 2020).

A Ceitec é fruto de políticas direcionadas ao setor, surgindo com o propósito de retomar a capacidade de fabricar CIs e fazer P&D aplicada à indústria. Conforme salienta Filippin (2020), a Ceitec era a união de três linhas de negócios: (i) uma empresa *fabless*, que projeta chips e terceiriza sua fabricação no exterior, em *foundries* menores e com tecnologias mais avançadas; (ii) uma fábrica de baixa escala, com menor nível de investimento; (iii) um centro de P&D sob contratação. A primeira linha de negócios da Ceitec, *fabless*, começou a operar no ano de 2005, na UFRGS. Também neste mesmo ano a fábrica começou a ser construída sob administração direta do MCTI, em que começaria a operar plenamente a partir de 2010. O Gráfico 12 mostra o faturamento e a quantidade de chips vendidos pela Ceitec nos primórdios de sua fabricação até o ano de 2020, antes da abertura do processo de liquidação.

Gráfico 12. Comportamento das vendas e volume de chips vendidos pela Ceitec de 2011 a 2020



Fonte: Elaboração própria, com base em relatórios anuais da empresa.

Conforme se verifica no Gráfico 12, de 2013 a 2017 a quantidade de chips vendidos pela Ceitec cresce em uma proporção maior que o faturamento, sinalizando o baixo valor unitário desses. Com o intuito de melhorar seu desempenho e a curva de aprendizagem, a empresa realizou esforços na busca de parcerias, destacando: 2011, acordo de transferência de tecnologia para a produção de CIs com a empresa alemã X-FAB; criação do *chip* RFID para aplicações logísticas, *chip* do Boi (primeiro produto de prateleira da empresa); em 2012 foi assinado um convênio com a Casa da Moeda do Brasil para a produção de *chip* para passaporte; em 2015 foi projetado *chip* de identificação eletrônica de veículos e também apresentou o *chip* para medição e registro de temperatura de produtos sensíveis, resultado de uma parceria com a empresa Novus.

A partir de 2018 se nota que há uma inversão na relação, de modo que o faturamento cresce e a quantidade de chips vendidos reduz significativamente, o que sinaliza que a empresa buscou trabalhar com chips de maior valor agregado. A redução na quantidade vendida de chips a partir de 2017 está correlacionada, em alguma medida, a crise econômica que o país vivenciou, acarretando na desaceleração da demanda industrial de eletro- eletrônicos (mais uma evidência que os compradores, a jusante da cadeia, exercem determinado poder na cadeia).

A melhora progressiva no faturamento no último triênio de análise (2018-2020) se deve a uma política comercial mais agressiva da empresa que focou em prospecção de novos clientes, priorizando grandes clientes. Essa estratégia comercial foi suportada também por ações concretas de inovação (CEITEC, 2021). Apesar da eclosão da Pandemia no ano de 2020, com

muitos contratos cancelados, a empresa conseguiu alavancar seu faturamento. Neste cenário de adversidade, a diminuição do ritmo das oportunidades levou a empresa a dedicar em novos produtos e parcerias estratégicas.

A cultura de inovação da empresa não é algo que surgiu no período de pandemia, mas sim desde a sua idealização era forte esse princípio. No relatório do INPI de 2015, a empresa ocupa a posição de 44ª posição de empresas que mais depositou patentes no Brasil e 1ª empresa pública no *ranking* do INPI (CEITEC, 2016). O Quadro 25, mapeia as principais parcerias da empresa na atualidade (período que antecede a pandemia e antes do processo de liquidação) sinalizando o engajamento da empresa para o desenvolvimento tecnológico do setor no país.

Quadro 25. Principais projetos em andamento do Ceitec no período do processo de liquidação

Principais projetos	Parceria	Potencial de consumo por ano (milhões de unidades)	Status
Tag para identificação de pneus	Multinacional automobilística	18	Paralisado devido a pandemia
Chip para identificação animal	Multinacional líder no ramo	2,4	Aprovado, porém paralisado devido a liquidação
Encapsulamento avançado de Dual interface	Multinacional do ramo de cartões bancários	24	Aprovado, porém paralisado devido a liquidação
Fornecimento de <i>Dry Inlay</i> para identificação de calçados (indústria 4.0)	Grandes empresas do segmento	>30	Aprovado, porém paralisados devido à pandemia.
Fornecimento de <i>tags</i> RFID para logística	Maior empresa de comércio eletrônico da América Latina	>36	Em andamento, porém fortemente impactado pelas notícias de liquidação
Projeto de rastreabilidade de itens da logística postal por meio da tecnologia RFID	Correios		
Projeto Micro PCR	Fiocruz/IBMP e CTI		Projeto em fase de prototipação de diferentes versões.

Fonte: Elaboração própria, com base Ceitec (2021).

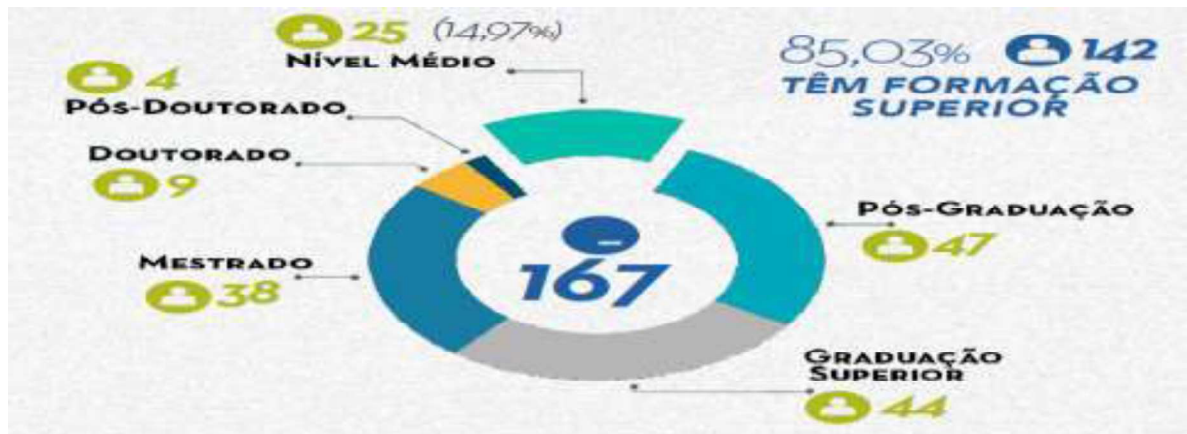
Conforme verifica-se no Quadro 25, a empresa estatal referida no momento do processo de liquidação continuava engajada com projetos, de parcerias internacionais relevantes que se tivessem sido levadas adiante alavancaria as vendas de *chips* da empresa nos próximos anos. Conforme expresso outrora, essa ação de liquidação da empresa vai na contramão das políticas que estão sendo implementadas pelos países *players* de semicondutores, o que tende a ser um caso bastante emblemático. O processo de liquidação esteve calcado somente em resultados contábeis, negligenciando as potencialidades da empresa, principalmente em um período que a empresa demonstra melhoras no faturamento. Devido à complexidade no processo de fabricação de *chips*, é um tipo de segmento que tende a ter um longo processo de maturação

dos investimentos, podendo demorar até mesmo décadas, por isso a atuação do Estado é de extrema relevância, algo ignorado pelo governo Bolsonaro no momento da tomada de decisão de liquidação da empresa. Neste sentido, em defesa do Ceitec, Lima (2021) argumenta da seguinte forma:

Diante dos argumentos do governo pra fechar a CEITEC de que é uma empresa que dá prejuízo, é importante lembrar que para qualquer país que adota estratégia de *catch up* e *upgrading* em suas estruturas produtivas, no curto prazo, é absolutamente normal uma empresa não apresentar lucros elevados, dado que é uma empresa nascente. Entretanto, no longo prazo, com mais investimento em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e em infraestrutura, a CEITEC tende a ganhar escala e escopo, tornando-se uma empresa competitiva e lucrativa no longo prazo (LIMA, 2021, *Online*).

A Figura 12 mostra o grau de escolaridade dos funcionários da referida estatal no ano de 2020, em que mais de 85% dos colaboradores tinham o ensino superior. Esse % é muito acima das empresas, nos mais variados modelos de negócios, que participaram da pesquisa de campo. Na pesquisa de campo, a “Empresa C” foi a que mais registrou um % de colaboradores com ensino superior, que era próximo a 55%.

Figura 12. Quadro efetivo do Ceitec



Fonte: Ceitec (2021, p.48).

De acordo com Leão (2021), ex-funcionário do Ceitec, o papel da estatal na consolidação da indústria de semicondutores no Brasil é de extrema importância, pois criou um ambiente propício a atração de investimentos estrangeiros, como a instalação da coreana HT Micron, que atua principalmente na etapa de *back-end*, contribuindo com impostos locais e emprega diretamente cerca de 200 profissionais altamente capacitados.

Com a extinção da referida estatal, os colaboradores demitidos logo foram realocados em outras empresas de microeletrônicas, inclusive fora do país, intensificando o processo de

fuga de cérebros. Além disso, com a paralisação do Ceitec, começou a operar na região a Ensílica *Design House*, que contratou boa parte dos projetistas da estatal.

Com a troca de governo em 2023, iniciou um processo de reversão do fechamento do Ceitec, em que no final de maio de 2023 o Tribunal de Contas da União (TCU) arquivou o processo de liquidação. Entretanto, o futuro da empresa ainda é incerto, haja visto que a tentativa de liquidação sem esperar a curva de maturação, ampliou o *gap* tecnológico. Um dos principais desafios que a empresa enfrentará se refere ao capital humano, na captação de mão de obra qualificada (CUT, 2023). Podemos verificar que neste caso a ação inequívoca do governo provocou um *downgrade* no desempenho da empresa, que provavelmente não estará mais presente (não em curto prazo) em todas as etapas produtivas, como outrora.

4.4.2. Unitec Semicondutores

A segunda tentativa fatídica de criação de capacidade produtiva de *chip* no Brasil nos anos 2000 remete ao que conhecemos hoje como Unitec Semicondutores, em que é marcada por “vai e vem” dos acionistas. Inicialmente o projeto foi idealizado pela iniciativa privada no começo dos anos 2000, pelo empresário Wolfgang Sauer, ex-presidente da Volkswagen do Brasil, que se atentou no crescente número de componentes eletrônicos presentes nos automóveis, enxergando um nicho de mercado de atuação para o país. Neste sentido, deu sequência na estruturação do projeto, que recebeu apoio imediato do BNDES, pois dialogava com os planos do governo para este setor. Para a viabilidade do projeto, na avaliação do BNDES o empreendimento deveria se basear no seguinte tripé: governo apoiando, capital privado nacional liderando e uma empresa estrangeira que fornecesse *know-how*, contatos e mercados (Filippin, 2020).

Apenas em 2012, quase uma década da estruturação do projeto, que o empreendimento passou a ganhar robustez (conseguiu levantar todos os recursos para realizar o investimento) com a entrada da IBM e o grupo nacional EBX, em que a empresa passou a se chamar Six Semicondutores. Em 2014, devido a escândalos o grupo EBX vendeu suas ações para a *Corporación América*, de nacionalidade argentina, que buscava expandir as atuações na etapa de *front-end*. Com essas alterações acionárias, a empresa passou a se chamar Unitec, mesmo nome da já existente unidade de encapsulamento na Argentina (Filippin, 2020).

Alinhada com as necessidades nacionais, a Unitec tinha como estratégia atender os seguintes mercados: aplicações industriais, dispositivos médicos, agricultura de precisão, cartões e etiquetas inteligentes (Filippin, 2020). Os investidores decidiram investir em uma fábrica de médio porte (cerca de 340 *wafers* por dia), com tecnologia de processos madura (90

nm e 130 nm). A Unitec tende a concorrer com empresas como NXP e Texas Instruments (Rivera *et al.* 2015).

É precisa salientar que a falta de progresso deste empreendimento não está somente ligada à esfera privada, mas também encontra suas raízes no governo. Com a instabilidade política já nos anos 2015 e a alternância de poder, houve suspensão de crédito pelo BNDES, afetando diretamente o planejamento do empreendimento. Todas essas ações malsucedidas dos atores sinalizam incertezas, o que dificulta a atração de capital externo. Neste sentido, em 2019, a IBM (acionista e principal parceira tecnológica) deixa o negócio, o que piorou ainda mais a situação e mais uma vez mina a expectativa de *start* da fábrica.

Ainda na atualidade, mesmo no contexto de escassez da oferta mundial de *chips* devido a pandemia da Covid-19 e demais fatores, não se tem ideia de qual será o desfecho do empreendimento. O que se pode afirmar, até o momento, é que a fábrica se encontra parada em processo de obsolescência do maquinário, o que se configura como um elevado custo de oportunidade, haja visto que o Brasil é extremamente dependente da importação de *chips* e possui uma fábrica de chips desativada (que foi investido mais de R\$1,2 bilhão) que geraria mais de 400 empregos qualificados, o que não parece ser nada racional.

Assim como ocorreu com a Ceitec, decisões não ótimas dos agentes somente acentuou o *gap* tecnológico e neste caso se configurou ainda mais como uma torneira de gastos (tanto para o setor privado quanto para o público, pois a não operação do empreendimento não houve retornos financeiros e nem sociais). Nos dois *cases* apresentados, podemos ressaltar que o modelo de governança que foi executado não viabilizou o desenvolvimento tecnológico, pelo contrário, nos distanciou ainda mais da soberania e da fronteira tecnológica, ainda mais em um momento de crise de oferta, que poderia se configurar como oportunidade. Enfim, Brasil e suas “jabuticabas”.

Considerações finais do capítulo

De acordo com o que foi apresentado ao longo deste capítulo, o setor de semicondutores é pautado na lógica da inovação, sendo considerado o segundo setor mais intensivo em tecnologia no mundo, ficando atrás somente de produtos farmacêuticos e biotecnológicos. A inovação é também um dos principais fatores que explicam a heterogeneidade entre países e empresas que estão presentes em alguma etapa da cadeia de semicondutores. Há uma relação positiva entre esforço tecnológico (geralmente gastos com P&D) e resultados inovativos, conforme visto. Como forma de viabilizar o avanço tecnológico, com maior rapidez e

eficiência, se intensificou nas últimas décadas a inovação cooperativa (nas mais variadas naturezas).

Um dos fatores explicativos do fraco desempenho do setor de semicondutores do Brasil, conforme visto ao longo dos capítulos, está pautado no baixo % de gasto com P&D, em relação aos países *players*. Além disso, constatamos que o nível de inovação aberta (cooperação entre organizações) para o produto ainda é insatisfatório.

Até mesmo a governança tende a ser estruturada para potencializar a inovação, e uma das formas de acelerar a inovação é pela via da cooperação com diferentes organizações. A governança externa (abordada nesta dissertação principalmente como políticas públicas, direcionadas ao setor), neste sentido, trabalha para a criação de um ecossistema de inovação, principalmente com a criação de universidades e institutos de pesquisa.

Apesar de verificar esforços do Brasil para promover a inovação neste setor, porém se mostraram lenientes perante o desafio de reerguer essa indústria, dado o considerável *gap* tecnológico existente entre Brasil e demais países que participam dessa cadeia global. Nos últimos anos se escasseou políticas públicas direcionadas a esse setor, o que contribuiu para exacerbar a fragilidade das empresas, que culminou no encerramento das atividades de muitas empresas, principalmente *design-house* com finalidade lucrativa. A única política de incentivo que se deu sequência, mas com alterações, foi o PADIS, entretanto, somente a execução deste não se faz suficiente para fluir o ecossistema de inovação.

Os dados analisados referente aos obstáculos à inovação são claros: tanto na pesquisa da PINTEC, como nos dados coletados de empresas do setor, caminham na direção de identificar que os maiores obstáculos são os elevados custos e o risco à inovação. Desse modo, é preciso que novas políticas direcionadas ao setor criem mecanismos de suavizar esses gargalos.

Com base na análise realizada ao longo desta dissertação, nos levam a crer que a forma que foi estruturada a governança (em suas múltiplas vertentes) no Brasil sinalizou avanços tecnológicos, porém está aquém do ideal, e muito do esforço realizado foi se perdendo nos últimos anos, com a ausência de políticas a este setor. Nos últimos anos, como expressão máxima da negligência do governo com o setor, se destaca ação de liquidação da Ceitec e corte de financiamento da Unitec, empresas com grandes potencialidades de alavancagem do ecossistema de inovação, principalmente pela via da cooperação.

Acerca das limitações presentes neste capítulo, ressaltam-se as dificuldades com os dados, no seguinte sentido: a base de dados da PINTEC-IBGE se atualiza no médio-prazo (a cada 3 anos), ao passo que ainda não estão disponíveis informações no período da pandemia.

Outra limitação que existe nesta base é o nível de agregação, que só vai até componentes eletrônicos (nomenclatura adotada pela CNAE 2.0, a partir de 2008), não desagregando num nível mais micro que é os semicondutores. Na tentativa de minimizar essas dificuldades metodológicas, buscou trabalhar com pesquisa de campo, selecionando as empresas de semicondutores. A amostra de participantes da pesquisa de campo é composta por 10 empresas, o que representa em torno de 31% da população. Apesar desta amostra tímida, ela foi distribuída entre os diferentes modelos de negócios existentes no Brasil, o que configura como algo benéfico para a pesquisa, trazendo resultados válidos, mostrando estar em sintonia com os dados da PINTEC.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Buscou-se ao longo desta dissertação analisar a estrutura de governança na qual o Brasil está inserido nas Cadeias Globais de Valor da indústria de semicondutores nos anos 2000, buscando compreender se a governança contribui para o desenvolvimento inovativo.

No âmbito da governança externa, retratada nesta dissertação principalmente pelas ações do governo sobre o setor, ao longo dos anos 2000 identificou-se esforços do governo para o renascimento/desenvolvimento do setor de semicondutores, que ocorreram em um ciclo mais intenso no período de 2006-2011 (momento de ascensão da ideologia desenvolvimentista), estando fortemente presente na PITCE. Entretanto, à medida que se intensifica crises econômicas e políticas, que culminou em uma radical alternância de poder, onde este setor deixa de ser prioridade, vigorando apenas incentivos como o PADIS. Apesar da importância reconhecida pelos participantes da pesquisa de campo deste instrumento fiscal, porém como único instrumento vigente não se faz suficiente para promover na forma necessária o ambiente de inovação. Dentre as principais constatações presentes neste trabalho, no âmbito da governança externa, a necessidade de uma política de Estado, de modo que possa ser contínua, pois o Brasil ainda possui um setor de semicondutores bastante frágil.

No que se refere a governança interna, buscou verificar a forma de governança nos mais variados modelos de negócios da indústria de semicondutores, principalmente para o âmbito nacional, algo que não é muito explorado pela literatura. Nesta fase, devido à escassez de informações para a viabilidade da pesquisa foi essencial a utilização da pesquisa de campo. Dentre as constatações, se destacam: (1) o setor na atualidade não opera na lógica da teoria da governança da direção proposta por Gereffi (1994), sendo mais dinâmica; (2) na atualidade tanto o comprador exerce poder nos extremos da cadeia, ditando padrões de qualidade, quanto a etapa *foundry* (fabricação de *wafers*) adquiriu poder de negociação. Neste cenário, a etapa de menor diferenciação é a que fica mais refém tanto do fornecedor (*foundry*) quanto dos compradores (empresas de equipamentos eletrônicos); apesar do Brasil estar pouco interconectado com as CGVs, segue a lógica internacional de predominância do tipo de governança modular nos mais variados modelos de negócios, com exceção do IDM que tende a ser hierárquico. É importante salientar que a governança não é estática, pelo contrário, tendem a modificar ao longo do tempo conforme expresso ao longo desta dissertação.

Apesar de verificar esforços do Brasil para promover um ecossistema de inovação, porém se mostraram lenientes perante o desafio de reerguer essa indústria, dado o considerável *gap* tecnológico existente entre Brasil e demais países que participam dessa cadeia global. Nos

últimos anos se escasseou políticas públicas direcionadas a esse setor, o que contribuiu para exacerbar a fragilidade das empresas, que culminou no encerramento das atividades de muitas empresas, principalmente *design-house* com finalidade lucrativa.

Constata-se que ainda na atualidade a indústria de semicondutores brasileira se mantém predominantemente atuando na linha de montagem, com as seguintes características: (1) presença predominante nas fases de encapsulamento e testes (*back-end*), onde as 5 maiores empresas do setor estão localizadas, nas quais são mais intensivas em trabalho e agregam menor valor e baixo potencial de conhecimentos tecnológicos; (2) a maioria das ações pertencem ao capital externo, sendo centralizada na matriz a tomada de decisões; (3) as principais empresas do setor de *back-end* no Brasil são beneficiárias do PADIS, buscando principalmente parcerias para inovação de processo como forma de reduzir seus custos. Todas essas constatações certamente interferem no desenvolvimento tecnológico da indústria local. Para o Brasil ascender na “Curva Sorriso”, é preciso implementar políticas que valorizem inovação nas demais etapas.

Diante do que foi exposto, ao longo desta dissertação, nos fornece elementos para responder a seguinte questão norteadora do trabalho: O modelo de governança executado no Brasil incentiva parcerias tecnológicas nacionais e/ou internacionais?. Conforme analisado ao longo desta dissertação a forma que foi estruturada a governança (em suas múltiplas vertentes) no Brasil tendem a influenciar, em alguma medida, o progresso tecnológico, porém está aquém do ideal, e muito do esforço realizado foi se perdendo nos últimos anos, com a ausência de políticas a este setor. Acredita-se que sem as políticas implementadas ao longo dos anos 2000, o desempenho do setor seria ainda mais declinante.

As políticas implementadas não foram capazes de estimular as exportações, permanecendo na prática de produção para mercado local, o que diverge da lógica da cadeia global, até mesmo as empresas estrangeiras que operam internamente não visam alavancar as exportações, mas atender o mercado interno. Desse modo, acredita-se que o estímulo ao desenvolvimento tecnológico se deu principalmente pela inovação com parcerias tecnológicas internas, principalmente com institutos de pesquisas (na qual a maioria pertence a esfera pública, e foram instrumentos de política vertical, na tentativa de constituir um ecossistema de inovação). A nível de negócios, as empresas de *back-end* são as que mais realizam parcerias, em que as políticas implementadas motivaram a entrada de novas empresas no país, principalmente por meio de *joint-venture*. Como expressão máxima da negligência do governo com o setor, nos últimos anos, se destacam a ação de liquidação da Ceitec e corte de financiamento da Unitec.

A tentativa de liquidação da Ceitec se traduziu não somente como uma tomada de decisão errônea, mas também como uma tentativa de aborto do desenvolvimento tecnológico embrionário deste setor, principalmente no polo da região sul do país, que apesar de não ter sido concretizada, deixou sequelas na empresa, como o aumento do *gap* tecnológico e perda de capital humano qualificado. É preciso salientar que a Ceitec tinha como foco a inovação, principalmente em produtos.

Com a nova alternância de poder, o governo sinaliza a retomada de política industrial, principalmente com a ideia de “neoindustrialização”, estimular a indústria 4.0 no Brasil, que é extremamente intensiva em tecnologia, sendo semicondutores o seu principal insumo. Dessa forma, para ser viável essa política industrial é preciso estabelecer políticas paralelas direcionadas ao setor de semicondutores, na tentativa de superar a dependência externa.

Além de fazer uma análise das políticas outrora praticada para o setor, incorporando os pontos positivos e buscando eliminar falhas, dada a avançada fronteira tecnológica, é preciso encontrar nichos de mercado que seja factível sua atuação, assim como a Coreia e Taiwan realizaram. Dada as potencialidades do Brasil, seria interessante o investimento nos seguintes setores: indústria automobilística, na qual se mostrou bastante dependente de fornecimento externo de *chips*, ainda mais no momento de tendência tecnológica a implementação de veículos elétricos que ainda é mais intenso o uso de *chips*; a indústria de painéis solares, que já são dependentes de *chips*; e equipamentos médicos, dado o nível de demanda do Sistema Único de Saúde (SUS).

Conforme exposto ao longo desta dissertação, os principais fatores limitadores da pesquisa se circunscreveram na obtenção e harmonização dos dados, de diferentes bases de dados, devido ser uma pesquisa de caráter empírico. Neste sentido, a CNAE (em que guia as bases de dados da PIA e PINTEC, ambas fornecidas pelo IBGE) não trabalha com uma desagregação que contemple somente atividades relacionadas a semicondutores, sendo a mais próxima a desagregação denominada de “componentes eletrônicos” e algumas bases internacionais (como o COMTRADE, em que foi utilizado) trabalham com um maior nível de desagregação.

Além disso, o maior obstáculo para a viabilização da pesquisa consistiu na escassez de dados de governança corporativa do setor, principalmente no que se refere ao caso brasileiro, que nos fez adotar também a metodologia de pesquisa de campo, com a aplicação de questionários às empresas do setor de semicondutores atuantes no Brasil. Porém, a adoção desta metodologia nos impôs desafios e incertezas, de muitas naturezas, como: de ordem burocrática, vale citar a necessidade de modificações do projeto e questionário para estar em conformidade

do que é solicitado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da universidade, no qual há o pedágio da espera do projeto ser aprovado para início da pesquisa de campo; de ordem corporativa, vale salientar que muitas empresas recusaram a participação da pesquisa, em que se conseguiu trabalhar com uma amostra de 30% da população, mas que felizmente foi possível captar empresas de diversos modelos de negócios, que foi um farol na formulação de uma ideia geral da dinâmica, e se mostraram condizente com os apontamentos da literatura.

Para novos trabalhos neste sentido, se faz relevante realizar entrevistas, principalmente com membros do governo para uma melhor avaliação das políticas implementadas e captar as tendências.

REFERÊNCIAS

- 2A+FARMA, Exclusivo: diretor da Adata fala sobre a maior sala limpa do país., São Paulo-SP, agosto de 2019. Notícias, sala limpa. Disponível em: [EXCLUSIVO: diretor da Adata fala sobre a maior Sala Limpa do País | 2A+ Farma \(doisamaisfarma.com.br\)](https://doisamaisfarma.com.br). Acesso: 28 abr 2023.
- ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. *As design houses brasileiras*: relatório analítico. Brasília, DF, 2011.
- ABDI – AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL. Avaliação das Estratégias de Negócios das Empresas de Projeto de Circuitos Integrados do Programa CI-Brasil. Brasília, DF, 2014.
- ABINEE, L. C. A. **O Setor Elétrico e Eletrônico em 2020: Uma Estratégia de Desenvolvimento**, Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, 2020.
- AITA, B. H. A. (2013) “A Cadeia Produtiva da Indústria de Semicondutores: Um Estudo Exploratório”, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- ALBUQUERQUE, A. B. **Coreia do Sul e Taiwan: Uma História Comparada do Pós-Guerra**. 2017.
- ALMEIDA, M.A.G; LINS, H.N; e CATELA, E.Y.S. **Cadeias Globais de Valor, Inovação e Upgrading: estudo sobre Empresas Industriais Argentinas com base em Microdados**. Revista de Economia Contemporânea, v 24 (3), p 1-33, 2020.
- ALMERI, N. Cemitério de Indústrias de Semicondutores em Minas Gerais. Além do fato, Belo Horizonte, MG, 05 de agosto de 2019. Economia. Disponível em: <https://alemdofato.uai.com.br/economia/cemiterio-de-industrias-de-semicondutores-em-minas/>. Acesso: 04 maio 2023.
- ALTENBURG, T. **Donor Approaches to Supporting Pro-Poor Value Chains**, Report Prepared for the Donor Committee for Enterprise Development – working group on linkages and value chains. Germany: German Development Institute, 2007.
- ALVES, A. S. ; LOPES, A. S. **Desafios em Modelos de Negócios em Startups Brasileiras de Semicondutores**, XVIII Seminários em Administração (SEMEAD), novembro de 2015.
- ARAÚJO JÚNIOR, J. T. A. **Fragmentação da Produção e Competitividade Internacional: O caso Brasileiro**, Breves Cíndes, Rio de Janeiro, n 73, abr. 2013.
- AVALANCHE NOTÍCIAS, Sony, NEC e outras empresas japonesas trabalharão juntas para restaurar a posição do país no mercado de chips, mercado de tecnologia e TI. 2022. Disponível em: <https://avalanchenoticias.com.br/processadores/sony-nec-e-outras-empresas-japonesas-trabalharao-juntas-para-restaurar-a-posicao-do-pais-no-mercado-de-chips/>. Acesso: 20 maio 2023.

BAIR, J. **Global Capitalism and Commodity Chains: Looking Back, Going Forward**, Competition & Change, London, v. 9, n. 2, p. 153–180, June 2005.

BALASSA, B. **Trade Liberalisation and “Reveled” Comparative Advantage**, The Manchester School, v 33 (2), p 99 – 123, 1965.

BALDWIN, R. ; ROBERT-NICOUD, F. **The Impact of Trade on Intraindustry Reallocations and Aggregate Industry Productivity: A Comment**. Cambridge: National Bureau Of Economics Research, 2004.

BALDWIN, R. **Global Supply Chains: Why they Emerged, Why they Matter and Where are they Going**, in: ELMS, D.; LOW, P. Global value chains in a changing world. Fung Foundation, Temasek Foundation and World Trade Organization, 2013.

BALDWIN, R. **The Greater Trade Collapse of 2020: Learnings from the 2008-09 Great Trade Collapse**, VoxEU, (2020).

BALTAR, C. T. **Comercio Exterior Inter e Intra-industrial: Brasil 2003-2005**, Economia e Sociedade, v 17, p 107-134, 2008.

BAMPI, S. **Tendências Tecnológicas e Oportunidades para a Indústria de Componentes Semicondutores no Brasil**, O Futuro da Indústria de Semicondutores: a Perspectiva do Brasil: coletânea de artigos. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, Instituto Euvaldo Lodi/Núcleo Central, Brasília, p 101-175, 2004.

BAMPI, S. (ed.). **Perspectivas do Investimento em Eletrônica**. Rio de Janeiro: UFRJ, Instituto de Economia. Relatório integrante da pesquisa “Perspectivas do Investimento no Brasil”, em parceria com o Instituto de Economia da Unicamp, financiada pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), 2008.

BARROS JÚNIOR, A. F. **BrPhotonics - Testes em Dispositivos Fotônicos para Sistemas de Comunicação**. 2020. 35f. (Relatório de Estágio Integrado) Curso de Bacharelado em Engenharia Elétrica, Centro de Engenharia Elétrica e Informática, Universidade Federal de Campina Grande - Paraíba - Brasil, 2020.

BASTOS, V.D.; FRENKEL, J. **Resultados Paradoxais da Política de Inovação no Brasil**, Revista do BNDES, p 359-431, 2017.

BERGAMO, E. S. **Análise da Governança: O Caso da Cadeia Produtiva do Biodiesel no Rio Grande do Sul**, São Leopoldo, 2010.

BLACK, C. **Determinantes da fragmentação produtiva em Cadeias Globais de Valor e consequências para o comércio internacional**. 2019. Tese de doutorado – Programa de pós-graduação em economia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2019.

BLOCK, F. **Swimming Against the Current: The Rise of a Hidden Developmental State in the United State**, Politics and Society, v 36 (2), p 169 – 206, 2008.

BNDES destina R\$99 milhões para projeto de semicondutores da HT Micron. Telesintese, São Paulo-SP, 27 de março de 2023. Financiamento. Disponível em:

<https://www.telesintese.com.br/bndes-destina-r-99-milhoes-para-projeto-semicondutores-da-ht-micron/>. Acesso: 15 abr 2023.

BRASIL, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Secretaria de Política de Informática. Programa Nacional de Microeletrônica – Design: Atração, Fixação e Crescimento de Empresas de Projetos de Componentes Microeletrônicos no Brasil. Brasília, DF, 2001.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Programa Nacional de Microeletrônica – acadêmico: plano de formação de recursos humanos em microeletrônica. Brasília, DF, 2002a.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Secretaria Executiva. Secretaria de Política de Informática. Programa Nacional de Microeletrônica: contribuições para a formulação de um Plano Estruturado de Ações. Brasília, DF, 2002b.

BRASIL, (2021) – Relatório resumido do programa do PADIS –Disponível em: https://efaidnbmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/padis/arquivos_padis/padis_rel_resumido_2021_fev.pdf. Acesso: 01 maio 2023.

BYUN, B. M. **Growth and Recent Development of the Korean Semiconductor Industry.** *Asian Survey*, v 34 (8), p 706–720, 1994.

CAMPANARIO, M. ; SILVA, M. M. ; COSTA, T. R. Política industrial de apoio ao desenvolvimento da indústria brasileira de semicondutores. **Ciências da Administração**, v 11 (24), p 69-101, 2009.

CARNEIRO, F. L. **Fragmentação Internacional da Produção e Cadeias Globais de Valor.** IPEA: Texto para discussão, 2097, p 1-52, 2015.

CARVALHO, P. **Uma Perspectiva para a Indústria de Semicondutores no Brasil: o Desenvolvimento das “design houses”.** Dissertação (Mestrado) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

CASTELLS, M. **A Sociedade em Rede.** São Paulo. Paz e Terra v.1, 1999.

CEITEC S. A. – Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada, Relatório Anual, Porto Alegre, 2019.

CEITEC S. A. – Centro de Excelência em Tecnologia Eletrônica Avançada, Relatório Anual, Porto Alegre, 2020.

COELHO, R.D. China protesta contra sanções dos EUA, Japão e Holanda na Organização Mundial do Comércio. Brasil de fato, internacional. 2023. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2023/04/05/china-protesta-contrasancoes-de-eua-japao-e-holanda-na-organizacao-mundial-do-comercio#:~:text=Os%20Estados%20Unidos%20aplicam%20san%C3%A7%C3%B5es,limitar%20seu%20com%C3%A9rcio%20com%20Pequim>. Acesso: 20 maio 2023.

EXAME, Coreia do Sul lança plano milionário para lidar com a escassez de chips, Tecnologia. 2021. Disponível em: <https://exame.com/tecnologia/coreia-do-sul-lanca-plano-bilionario-para-lidar-com-escassez-de-chips/>. Acesso: 15 maio 2023.

CUNHA, A. M. **Política Industrial e Estratégias Competitivas na Indústria de Semicondutores Norte-americana**, Dissertação de Mestrado – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

CUT, 2023. Após mobilização, TCU arquiva processo de liquidação da Ceitec. Disponível em: <https://www.cut.org.br/noticias/apos-mobilizacao-tcu-arquiva-processo-de-liquidacao-da-ceitec-dd10>. Acesso: 11 jun 2023.

DALLAS, M. P. **Cloth Without a Weaver: Power, Emergence and Institutions Across Global Value Chains**, *Economy and Society*, v 43 (3), p 315 – 345, 2014.

DALLAS, M. P. ; PONTES, S. ; STURGEON, T .J. **Power in Global Value Chains**, *Review of International Political Economy*, v 26 (4), p 666 - 694, 2019.

DE CARVALHO, P. **Uma Perspectiva para a Indústria de Semicondutores no Brasil: o Desenvolvimento das "Design Houses"**. 2006.

DENG, B. L. ; DENG, B. S. **A Economia Política da Indústria de Semicondutores e o Recente Desenvolvimento Limitado da República Popular da China (2014-2021)**, *Revista de Economia Contemporânea*, v 26, p 1-25, 2022.

DOLLAR, D. **Executive Summary**. In: WORLD TRADE ORGANIZATION. *Global value chain development report 2019: technological innovation, supply chain trade, and workers in globalized world*. Geneva: WTO, p 1-7, 2019.

ESTEVADEORDAL, A. ; BLYDE, J. ; SUOMINEN, K. **Are Global Value Chains Really Global? Policies to Accelerate Countries Access to International Production Networks**. The E15 Initiative, 2013.

EPICOCO, M. **Knowledge Patterns and Sources of Leadership: Mapping the Semiconductor Minituarization Trajectory**. *Research Policy*, v 42, p 180-195, 2013.

ERNST, D. **Complexity and Internationalization of Innovation: Why is Chip Design Moving to Asia?** *International Journal of Innovation Management*, v. 9, n. 1, p. 47-73, 2005.

ERNST, D. ; KIM, L, **Global Production Networks, Knowledge Diffusion, and Local Capability Formation**, *Research Policy*, v 31 (8-9), p 1417- 1429, 2002.

EUROPEAN CHAMBER. *Chinamanufacturing :puttingindustrialpolicyaheadofmarketforces*. European Union Chamber of Commerce, 2017.

FACCIN, K.; BORTOLASO, I.; BALESTRIN, A. **A Visão Relacional de Políticas de Ciência e Tecnologia: O Caso do Programa CI-Brasil**. REAd. *Revista Eletrônica de Administração* (Porto Alegre), v 22, p 226 - 251, 2016.

FEENSTRA, R. C. **Integration of Trade and Disintegration of Production in the Global Economy**. The Journal of Economic Perspectives, v 12 (4), p 31 - 50, 1998.

FILIPPIN, F. **Estado e Desenvolvimento: A Indústria de Semicondutores no Brasil**, Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 438 pgs. (Prêmio BNDES de Economia; 37), 2020.

FLÔRES JÚNIOR, R. G. **A Fragmentação Mundial da Produção e Comercialização: Conceitos e Questões Básicas**, In: ALVAREZ, R.; BAUMANN, R.; WOHLERS, M. (Eds.). Integração produtiva: caminhos para o Mercosul. Brasília: ABD. (Série Cadernos da Indústria, v 16), 2010.

FORTES, P. J. O. C. ; STETTINER, C. F. ; OKANO, M. T. **Governança e Melhoria na CGV: por que a Inserção Importa?** Revista Brasileira de Gestão de Negócios, v 21, p 740 - 759, 2020.

FREDERICK, S. ; GEREFFI, G. **Upgrade and Restructuring in the Global Apparel Value Chain: Why China and the Asian Outperforming México and Central America**, International Journal of Technological Learning, Innovation and Development, v 4 (1-3), p 67 – 95, 2011.

GEIGER, A. **Modelo de Análise de Governança para apoiar a Inserção Competitiva de Aglomerações Industriais em Cadeias Globais de Valor**, Tese de Doutorado Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2011.

GEREFFI, G. **Shifting Governance Structures in Global Commodity Chains, with Special Reference to the Internet**, American Behavioral Scientists, v 44 (10), p 1616-1637, 2001.

GEREFFI, G. **International Trade and Industrial Upgrading in the Apparel Commodity Chain**, Journal of international economics, v 48, p 37 - 70, 1999.

GEREFFI, G. **Global Value Chains and International Competition**, The Antitrust Bulletin, v 56 (1), p 37 – 56, 2011.

GEREFFI, G.; KORZENIEWICZ, M. (eds). **Commodity Chains and Global Capitalism**, Westport: Praeger, 1994.

GEREFFI, G., HUMPHREY, J., & STURGEON, T. **The Governance of Global Value Chains**, Review of International Political Economy, v 12 (1), p 78 - 104, 2005.

GEREFFI, G. FERNANDEZ-STARK, K. **Global Value Chain Analysis: A Primer Center on Globalization**, Governance & Competitiveness (CGGC). Duke University. p 1 - 12, 2011.

GEREFFI, G. ; STURGEON, T. **Global Value Chains and Industrial Policy: The Role of Emerging Economies**, in ELMES, D. ; LOW, P. (Eds.) Global Value Chains in A Changing World. Geneva, WTO, 2013.

GIBBON, P. ; BAIR, J. ; PONTE, S. **Governing Global Value Chains: An Introduction**, Economy and society, v 37 (3), p 315 - 338, 2008.

GUTIERREZ, R. M. V.; LEAL, C. F. C. **Estratégias para uma Indústria de Circuitos Integrados no Brasil**, 2004.

HARADA, L. K. **Semiconductor Technology and U.S. National Security**. 2010.

USAWC Program Research Project (Master of Strategic Studies Degree) – U.S. Army War College, 2010.

HERMIDA, C.C. Padrão de Especialização Comercial e Crescimento Econômico: Uma Análise sobre o Brasil no Contexto da Fragmentação da Produção e das Cadeias Globais de Valor. Rio de Janeiro: BNDES, 416 pgs. 2017.

HOPKINS, T. K. ; WALLERSTEIN, I. **Patterns of Development of the Modern World-System**, Research Foudation of State University of New York, v 1 (2), p 111 - 145, 1977.

HSIEH, W. L. ; GANOTAKIS, P. ; KAFOUROS, M.. ; WANG, C. **Foreign and Domestic Collaboration, Product Innovation Novelty, and Firm Growth**, Journal of Product Innovation Management, v 35, (4), p. 652–672, 2017.

HUMPHREY, J.; SCHMITZ, H. **How Does Insertion in Global Value Chains Affect Upgrading in Industrial Clusters?** Regional Studies, v 36 (9), p 1017 - 1027, 2002.

HUMPHREY, J.; SCHMITZ, H. **Governance in Global Value Chains**. IDS Bulletin, v 32 (3), p 19 - 29, 2002.

JORNAL DO INATEL, Inatel assina acordo com Qualcomm, Trópico e CPqD para estudo de desenvolvimento de produtos para redes Open RAN 5G 3GPP, Santa Rita do Sapucaí, MG, 18 de fevereiro de 2022. Negócios e parcerias. Disponível em: [Inatel assina acordo com Qualcomm, Trópico e CPQD para estudo de desenvolvimento de produtos para redes Open RAN 5G 3GPP - Inatel](#). Acesso em: 01 maio 2023.

IC Insights. Top Semiconductor R&D Leaders Ranked for 2014. IC Insights Research Bulletin, 2015.

INKPEN, A. C. ; TSANG, E. W. K. **Social Capital, Networks, and Knowledge Transfer**, Academy of Management Review, v 30 (1), p 146 – 165, 2005.

INFORME MANAUS, Adata Technology quer transferir parte de operação de São Paulo para Manaus, Manaus-AM, 29 de junho de 2022. Manchete. Disponível em: [Informe Manaus - ADATA Technology quer transferir parte de operação de São Paulo para Manaus](#). Acesso: 01 maio 2023.

INVESTE, SÃO PAULO, Adata abre sua primeira planta de encapsulamento de circuitos integrados no Brasil, 17 de novembro de 2016. Notícias. Disponível em: <https://www.investe.sp.gov.br/noticia/adata-abre-sua-primeira-planta-de-encapsulamento-de-circuitos-integrados-no-brasil/>. Acesso: 28 de abril de 2023.

INTARAKUMNERD, P.; TECHAKANONT, K. **Intra-industry Trade, Product Fragmentation and Technological Capability Development in Thai Automotive Industry**. Asia Pacific Business Review, v 22 (1), p 65-85, 2016.

IPNEWS, Qualcomm suspende projeto de fábrica no Brasil até a chegada do 5G ao país. São Paulo- SP. 2020, Negócios. Disponível em: [Qualcomm suspende projeto de fábrica no Brasil até chegada do 5G ao País – IPNews – Comunicação Interativa](#). Acesso: 29 abr 2023.

KANO, L; TSANG, E; YEUNG, H.W.C. **Global Value Chains: A Review of the Multi-disciplinary Literature**. Journal of International Business Studies, v 51 (4), p 577 - 622, 2020.

KAPLINSKY, R.; MORRIS, M. **A Handbook for Value Chain Research**, Prepared for the International Development Research Centre (IDRC), p 1-109, 2001.

KHAN, Z. ; LEW, Y. K. ; SINKOVICS, R. R. **International Joint Ventures as Boundary Spanners: Technological Knowledge Transfer in an Emerging Economy**, Global Strategy Journal, v 5 (1), p 48 – 68, 2015.

KOOPMAN, R. ; POWERS, W. ; WANG, Z. ; WEI, S. J. **Give Credit where Credit is Due: Tracing Value Added in Global Production Chains**, National Bureau Economic Research, Working paper, n 16426, 2010.

LALL, S. **Reinventing Industrial Strategy: The Role of Government Policy in Building Industrial Competitiveness**. UNCTAD/G-24, Discussion Papers Series, n 28, 2004.

LANGE, K. ; MULLER-SEITZ, G. ; SYDOW, J. ; WINDELER, A. **Financing Innovations in Uncertain Networks: Filling in Roadmap Gaps in the Semiconductor Industry**, Research Policy, v 42 (3), p 647 – 661, 2013.

LAURINDO, F. J. B. ; CARVALO, M. M. **Outsourcing e Geração de Valor na Indústria de Computadores Pessoais (PCs): Estudo de Múltiplos Casos**, Gestão e produção, v 10 (3), p 363 - 377, 2003.

LEÃO, J. Governo tenta destruir nosso polo nascente de semicondutores no sul do país! Paulo Gala/ Economia & Finanças, 2021. Disponível em:< <https://www.paulogala.com.br/governo-tenta-destruir-nosso-polo-nascente-de-semicondutores-no-sul-do-pais/>>. Acesso: 10 jun 2023.

LIMA, U. M. **O Debate sobre o Processo de Desenvolvimento Econômico da Coreia do Sul: Uma Linha Alternativa de Interpretação**, Economia e Sociedade, v 26, p 585 - 631, 2017b.

LIMA, U. M. **Em Defesa da Fábrica de Semicondutores do Brasil (CEITEC): Símbolo de Nosso Desenvolvimento Tecnológico**. Paulo Gala/ Economia & Finanças, 2021. Disponível em: <https://www.paulogala.com.br/em-defesa-da-fabrica-de-semicondutores-do-brasil-ceitec-simbolo-de-nosso-desenvolvimento-tecnologico/> . Acesso: 10 jun 2023.

LIMA, U. M. **A dinâmica e o Funcionamento da Cadeia Global de Valor da indústria Automobilística na Economia Mundial**, in: OLIVEIRA, I. T. M. ; CARNEIRO, F. L. ;

SILVA FILHO, E. B. (Orgs.). Cadeias globais de valor, políticas públicas e desenvolvimento. Brasília: Ipea, p 155 - 206, 2017a.

LIMA, U.M. **Tendências da Dinâmica do Comércio Mundial Pós-Covid-19**. Revista Princípios, n 160, p 1 - 28, 2021.

LIPPARINI, A. ; LORENZONI, G. ; FERRIANI, S. **From Core to Periphery and Back: A Study on the Deliberate Shaping of Knowledge Flows in Interfirm Dyads and Network**, Strategic Management Journal, v 35 (4), p 578 – 595, 2014.

MACIEL, R. L. R. **A Atuação das Empresas Transnacionais no Desenvolvimento Econômico da Coreia do Sul Pós Década de 1970: Casos da Hyundai e Samsung**. Portal De Trabalhos Acadêmicos, 6 (2). (2022).

MACKNIGHT, G; ERBER, F.S. **O Padrão de Competição na Indústria Brasileira de Componentes Eletrônicos Semicondutores**. Relatório final, Instituto de Economia Industrial, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Rio de Janeiro, 1983.

MAJEROWICZ, E.; MEDEIROS, C. **Chinese Industrial Policy in the Geopolitics of the Information Age: The Case of Semiconductors**. Revista de Economia Contemporânea, 22 (1), 2018.

MARRA, A.T. O Brasil Diante da Disputa entre China e EUA. Brasil de Fato, internacional, 2023. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2021/05/15/o-brasil-diante-da-disputa-entre-china-e-eua>. Acesso: 02 jun 2023.

MARZAGÃO, L. A. **A Física do Estado Sólido no Brasil: Relações entre Ciência, Indústria e Sociedade**, Dissertação (Mestrado em História da Ciência) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2017.

MAZZUCATO, M. **O Estado Empreendedor: Desmascarando o Mito do Setor Público vs Setor Privado**, São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.

MELO, P. R. S.; RIOS, E. C. S. D.; GUTIERREZ, R. M. V. **Componentes Eletrônicos: Perspectivas para o Brasil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n 13, p 3 - 64, 2001.

MOWERY, D.C.; ROSENBERG, N. **Paths of innovation: Technological Change in 20th century America**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998.

MOWERY, D.C.; SIMCOE, T.I. **Is the Internet a US invention? An Economic and Technological History of Computer Networking**, Research Policy v 31, p 1369 - 1387, 2002.

MOTTA, A. G. ; MAIA, J. M. F. **O Programa CI-Brasil como Política Pública de PD&I e de Formação e Fixação de Recursos Humanos**, Parcerias Estratégicas, v 19 (39), p 131 – 142, 2015.

NONNENBERG, M. J. B. **Vantagens Comparativas Reveladas, Custo Relativo de Fatores e Intensidade de Recursos Naturais: Resultado para o Brasil – 1980/88**, Texto para Discussão n 214, IPEA, 1991.

OLIVEIRA, S. E. M. C. **Cadeias Globais de Valor e os Novos Padrões de Comércio Internacional: Estratégias de Inserção de Brasil e Canadá.** Brasília: FUNAG, 2015.

PIETROBELLI, C.; RABELLOTTI, R. **Clusters and Value Chains in Latin America: in search of an Integrated Approach**, in: PIETROBELLI, C.; RABELLOTTI, R. (Eds.) *Global value chains, clusters and SMEs in Latin America*. Washington: IDB, p 1 - 39, 2006.

PIETROBELL, C. ; SALIOLA, F. **Power Relationships along the Value Chain: Multinational Firms, Global Buyers and Performance of Local Suppliers**, *Cambridge Journal of Economics*, v 32 (6), p 947 – 962, 2008.

PINTO, E. C; FIANI, R; CORRÊA, L. M. **Dimensões da Abordagem da Cadeia Global de Valor: Upgrading, Governança, Políticas Governamentais e Propriedade Intelectual.** Rio de Janeiro: IE-UFRJ, 2016.

POTY, I. B; AGUIAR, C. B. O. **Políticas públicas dos EUA e da China para a Pandemia: Tensões Geopolíticas, Competição Tecnológica e Modelos de Desenvolvimento**, *Revista de Relações Internacionais da UFGD*, v 10 (20), p 549 - 586, 2021.

PRENCIPE, A.; DAVIES, A.; HOBDA, M. **The business of systems integration.** OUP Oxford, 2003.

REVISTA PESQUISA, OMC Considera Ilegais Sete Programas do Brasil, ed. 259, 2017. Políticas públicas. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/omc-considera-ilegais-sete-programas-do-brasil/>. Acesso: 01 jun 2023.

RIKAP, C. **Innovation as Economic Power in Global Value Chains.** *Revue d'Économie Industrielle*, n 163, p 35 - 75, 2018.

RIVERA, R. ; TEIXEIRA, I. ; AZEN, C. ; MIGUEL, H. ; SALES, J. R. **Microeletrônica: qual é a Ambição do Brasil?** BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n 41, p 345 - 396, 2015.

SALVIANO, V. A. L. **Cadeia Global de Valor de Semicondutores e o Posicionamento Brasileiro.** 2021.

SARAIVA, R. **Rivalidade Emergente e Desenvolvimento a Convite: Caminhos Divergentes para a Industrialização Tardia de Brasil e Coreia do Sul**, Dissertação de Mestrado em Estudos Estratégicos Internacionais - Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 2019.

SIA – SEMICONDUCTOR INDUSTRY ASSOCIATION. *The 2016 Semiconductor Industry Association Factbook*, 2016.

SIA – SEMICONDUCTOR INDUSTRY ASSOCIATION. *The 2022 Semiconductor Industry Association Factbook*, 2022.

SIA – SEMICONDUCTOR INDUSTRY ASSOCIATION. *The 2023 Semiconductor Industry Association Factbook*, 2023.

SILVA, A. L. G. **A Indústria de Componentes Eletrônicos Semicondutores: Padrão de Concorrência Internacional e Inserção do Brasil**, Dissertação de Mestrado – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1985.

SILVA, L. M. **As Cadeias Globais de Valor no Leste Asiático: Desenvolvimento e Transformação na Economia Internacional**, Departamento de Ciências Econômicas e relações internacionais, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2017.

SILVA, F. Q. **Esforço Inovativo, Inovação e Produtividade: Análise em Nível da Firma no Brasil**, Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

SILVA, G. J. **Semicondutores: um Estudo para a China e Estados Unidos nas Cadeias Globais de Valor**. Textos de Economia, v 25 (2), p 01 - 28, 2022.

SILVA, R. TSMC Adia a Produção de *chips* de 3 nanômetros e pode abrir espaço para a Samsung. Tudocelular, 2022. Disponível em: <https://www.tudocelular.com/tech/noticias/n197007/tsmc-adia-a-producao-dos-chips-de-3-nanometros.html>. Acesso: 25 maio 2023.

SINGER, R.C. **A Governança nas Cadeias Globais de Valor: o caso da Brasil Foods**. Departamento de economia e relações internacionais. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2017.

SMITH, A. **A Riqueza das Nações**, São Paulo, Martins Fontes, 1776.

SMITH, M. R. **Military enterprise and technological change: Perspectives on the American experience**. MIT Press, 1985.

STELZER, J. ; SOUZA, S. D. ; OLIVEIRA, A. B. I. **Cadeias Globais de Valor (CGV): a Fragmentação do Processo Produtivo Conforme a Organização Mundial do Comércio**. Revista Jurídica, v 4 (57), p 399 - 421, 2019.

STORPER, M. ; HARRINSON, B. **Flexibility, Hierarchy and Regional Development: The Changing Structure of Industrial Production Systems and Their Forms of Governance in the 1990s**. Research Policy, v 20 (5), 407 – 422, 1991.

STURGEON, T. J. **Modular Production Networks: A New American Model of Industrial Organization, Industrial and Corporate Change**, v 11 (3), p 451 – 496, 2002.

STURGEON, T. J. **Mapping Integrative Trade: Conceptualizing and Measuring Global Value Chains**. International Journal of Technological Learning, Innovation and Development, v 1 (3), 2008.

STURGEON, T.; KAWAKAMI, M. **Global Value Chains in the Electronics Industry: was the Crisis a Window of Opportunity for Developing countries?** Washington: The World Bank, (Policy Research Paper, n 5417). 2010.

STURGEON, T.; GEREFFI, G.; GUINN, A.; ZYLBERBERG, E. **O Brasil nas cadeias Globais de Valor: Implicações para a Política Industrial e o Comércio**. Revista Brasileira de Comércio Exterior, n 115, p 26 - 41, 2013a.

STURGEON, T. ; GEREFFI, G. ; GUINN, A. ; ZULBERBERG, E. **A Indústria Brasileira e as Cadeias Globais de Valor: Uma Análise com base nas Indústrias Aeronáutica, de Eletrônicos e de Dispositivos Médicos**, Rio de Janeiro, Campus Elsiever, 2013b.

TAIAR, E. Governo Zera Impostos sobre itens usados em produção de semicondutores e placa solar. Valor econômico, 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2023/03/29/governo-zera-impostos-sobre-itens-usados-em-producao-de-semicondutores-e-placa-solar.ghtml>. Acesso em: 01 jun 2023.

THORSTENSEN, V. ; FERRAZ, L. ; GUTIERRE, L. **O Brasil nas Cadeias Globais de Valor: A Inserção do Brasil nas Cadeias Globais de Valor**, Rio de Janeiro, Cebri, 2014.

TIGRE, P. B. **Rede de Firms e Cadeias Produtivas**. In: Gestão da inovação. 7 º tiragem. Ed: Elsevier, São Paulo, 2006.

TOLEDO, P. **Relatório de Resultados: Centros de Treinamento do Programa CI-Brasil**. 2017.

UMEZAKI, E.K. **A Indústria Eletrônica Brasileira: Produção e Comércio entre 1990 e 2014**. Trabalho de Conclusão de Curso- Setor de ciências sociais aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

UNCTAD. UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. World Investment Report 2013, Global Value chains: investment and trade for development. United Nations: New York/Geneva, p 1-264, 2013.

VALOR ECONÔMICO, Japão vai subsidiar parte da produção local de semicondutores. 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/mundo/noticia/2023/02/07/japao-vai-subsidiar-parte-da-producao-local-de-semicondutores.ghtml>. Acesso: 20 maio 2023.

VAZQUEZ, R. Visita de Lula à China é vitória após anos ‘patéticos’, diz Sergio Amaral. Valor econômico, 2023. Disponível em: <https://valor.globo.com/brasil/noticia/2023/04/15/visita-de-lula-a-china-e-vitoria-apos-anos-pateticos-diz-sergio-amaral.ghtml>. Acesso em: 01 jun 2023.

VEIGA, P. M; RIOS, S. P. **Cadeias Globais de Valor e Implicações para a Formulação de Políticas**. Brasília: IPEA, 2014.

VIOTTI, E. B.; MACEDO, M. M. (Orgs.) **Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil**. Campinas: Ed. da UNICAMP, 2003.

WILLIAMSON, O. E. **Transaction-cost economics: The Governance of Contractual Relations**, Journal of Law and Economics, v 22 (2), p 233 – 261, 1979.

WILLIAMSON, O. E. **Las Instuciones Económicas del Capitalismo**. México DF: Fondo de Cultura Económica, 1989.

WORLD TRADE ORGANIZATION (WTO). World Trade Report 2012. (2013a).

ZHANG, L. ; SCHIMANSKI, S. **As Cadeias Globais de Valor e os Países em Desenvolvimento**. 2014.

ZULKE, R. A. R.; DE PAULA, I.C.; RICHTER, C. **Indústria de Semicondutores Brasileira: uma Análise do PADIS**. 2017.

APÊNDICE

Apêndice A- Questionário aplicado a pesquisa de campo

Segue uma reprodução do questionário utilizado durante a pesquisa de campo. O questionário foi formulado utilizando a ferramenta *Google Forms* e enviado às empresas que haviam sido identificadas durante a etapa de mapeamento do setor.

Questionário direcionado às empresas do setor de semicondutores

Este roteiro faz parte de uma pesquisa de dissertação de mestrado cujo objetivo é analisar a estrutura de governança na qual o Brasil está inserido nas Cadeias Globais de Valor da indústria de semicondutores nos anos 2000, buscando compreender se a governança contribui para o desenvolvimento inovativo. Obrigada pela sua contribuição!

Identificação do contribuinte da pesquisa:

Nome: Código XX

Data:

Dados gerais da empresa/instituição

1. Razão social: _____

2. Nome fantasia: _____

3. Cidade e estado da sede principal da empresa/instituição no Brasil:

4. A empresa/instituição possui filiais?

() Sim () Não

4.1 Se sim, citar locais: _____

5. Natureza jurídica da empresa/instituição:

() Empresa privada com fins lucrativos

() Instituição privada sem fins lucrativos

() Empresa pública

() Instituição pública

() Outra. Especificar:

6. Ano de fundação no Brasil : _____

7. Tem capital aberto? ☐ sim ☐ não
8. Tem participação de capital estrangeiro? ☐ sim ☐ não
- 8.1. No caso de capital controlador estrangeiro, qual a sua localização: _____
9. Faz parte de algum grupo empresarial? ☐ sim ☐ não
10. Número de pessoal ocupado em 31.12.2021: _____
11. Principal(is) mercado(s) da empresa/instituição:
- ☐ local/regional
 - ☐ estadual
 - ☐ nacional
 - ☐ externo. Liste os 3 principais países: _____
12. No caso da empresa/instituição que exporta, dimensione a porcentagem aproximada das vendas que se destinam ao:
- _____ % mercado externo
13. Quanto à necessidade de peças e insumos importados, informe o % de peças e insumos importados adicionados à produção (valor adicionado estrangeiro/ VA total)? _____%
14. Cite o principal segmento de atividade da empresa/instituição: _____
15. Quais são os principais clientes da instituição? _____
- 15.1 Cite o nome das empresas/instituições ou o(s) setor(es) a que pertence(m): _____
16. Qual é a capacidade produtiva em 2021 da empresa/instituição?
17. Faturamento médio da empresa/instituição em 2021, segundo a classificação adotada pelo BNDES:
- ☐ \leq R\$360 mil
 - ☐ De R\$360 mil a R\$4,8 milhões
 - ☐ De R\$4,8 milhões a R\$300 milhões
 - ☐ $>$ R\$300 milhões
18. Quais tipos de produto são ofertados pela empresa/instituição:
- ☐ sob demanda (encomenda) /prateleira (seriado)
 - ☐ maioria prateleira ($>50\%$)
 - ☐ maioria sob demanda
 - ☐ exclusivamente sob demanda ($\approx 100\%$)
 - ☐ exclusivamente prateleira

Parte II: Desenvolvimento tecnológico

1. Grau de escolaridade do pessoal ocupado na empresa/instituição em 31.12.2021:

Ensino	Número do pessoal ocupado
Analfabeto	
Ensino fundamental incompleto	
Ensino fundamental completo	
Ensino médio incompleto	
Ensino médio completo	
Ensino superior incompleto	
Ensino superior completo	
Pós-graduação (<i>lato-sensu</i> e/ou <i>stricto-sensu</i>)	

2. A empresa/instituição possui departamento de P&D interno:

☐ Sim

☐ Não

3. A empresa/instituição faz aquisição de P&D externo:

☐ Sim

☐ Não

3.1 Se sim:

☐ Utiliza de uma universidade

☐ Utiliza de um instituto de pesquisa

☐ Outro. Especifique: _____

4. Em média, qual o % da receita da empresa/instituição que é investido em P&D (externo e/ou interno)?

☐ De 0 a 5%

☐ De 6 a 10%

☐ De 11 a 15%

☐ De 16 a 20%

☐ Acima de 20%

5. Quais outros esforços inovativos são feitos pela empresa/instituição?

☐ Treinamento

☐ Aquisição de M&E

☐ Aquisição de software

☐ Aquisição de outros conhecimentos externos, exclusive software

☐ Introdução das inovações tecnológicas no mercado

☐ Outras preparações para a produção e distribuição

6. Nos últimos anos a empresa/instituição realizou atividades de cooperação com outra(s) organização (ões) com vistas a desenvolver atividades inovativas:

☐ Sim

☐ Não

6.1 Se sim, indique a importância de cada categoria do parceiro e a sua localização. Se assinalada mais de uma localização, descreva na coluna “principal” o número correspondente à localização do principal parceiro.

Parceiro	Importância				Localização						
	Não relevante (1)	Baixa (2)	Média (3)	Relevante (4)	Mesmo Estado (1)	Brasil (outros Estados) (2)	Mercosul (3)	EUA (4)	Europa (5)	Outros países (6)	Principal (7)
Clientes											
Fornecedores											
Concorrentes											
Outra empresa do grupo											
Empresas de consultoria											
Universidades e/ou institutos de pesquisa											
Centros de capacitação profissional e assistências técnica											
Instituições de testes, ensaios e certificações											

7. A empresa/instituição introduziu produto (bem ou serviço) novo ou significativamente aperfeiçoado:

☐ sim ☐ não

7.1 Se sim, qual seu grau de novidade:

☐ Para empresa ☐ Mercado nacional ☐ Mercado internacional

8. A empresa/instituição introduziu método de fabricação de bens ou serviços novo ou significativamente aperfeiçoado:

☐ sim ☐ não

8.1 Se sim, qual seu grau de novidade:

☐ Para empresa ☐ Mercado nacional ☐ Mercado internacional

9. A empresa/instituição efetuou algum método de proteção da propriedade intelectual (formal e/ou informal):

☐ sim ☐ não

9.1 Se sim, Qual (is)?

- ☐ patente
- ☐ marca
- ☐ desenho industrial
- ☐ topografia de circuito integrado
- ☐ segredo industrial
- ☐ direito autoral
- ☐ acordo de confidencialidade e contrato de licenciamento
- ☐ liderança tecnológica
- ☐ complexidade técnica
- ☐ revelação seletiva
- ☐ ativos complementares

Para auxiliar na resposta da **questão 9.1**, seguem abaixo as descrições dos itens listados acima, de acordo com sua natureza (formal ou informal).

Consolidação dos métodos que exigem registros formais:

Método	Descrição
Marca	Qualquer sinal distintivo que identifica e individualiza um produto ou serviço, distinguindo-o de outros similares.
Patente	Há dois tipos de patentes: (1) de invenção – novos produtos e/ou processos; e (2) de modelo de utilidade – melhoria de um produto ou de seu processo produtivo, cujos critérios de concessão são menos rígidos do que os de uma invenção.
Desenho Industrial	Desenho associado à forma plástica ornamental de um objeto, proporcionando resultado visual novo e original na sua configuração externa, sendo passível de fabricação industrial.
Topografia de circuito integrado	Proteção da configuração tridimensional de uma peça de material semiconductor do arranjo dos componentes de um circuito integrado, a ser empregado em equipamentos eletrônicos.

Fonte: Roncalio e Richartz, 2021.

Consolidação dos métodos sem registro formal:

Método	Descrição
Direito autoral	Reconhece direitos e a exclusividade ao/do autor de obras intelectuais originais. O registro formal é facultativo.
Segredo industrial e sigilo	Por meio de sigilo, impede-se a divulgação ou o uso não autorizado de informações que tenham valor econômico e estratégico.
Acordo de confidencialidade e contrato de licenciamento	Contrato que define, em uma relação entre partes, como serão compartilhados conhecimentos sigilosos, e como são cedidos, transferidos, protegidos e apropriados os direitos de propriedade intelectual.
Liderança tecnológica e complexidade técnica	Tornar oneroso aos imitadores custear os esforços de desenvolvimento ou a engenharia reversa
Revelação seletiva	Abrir ou disponibilizar conhecimentos e tecnologias de domínio da empresa, especialmente fracionados e selecionados para satisfazer uma de suas estratégias deliberadas.

Ativos complementares

Conjunto de capacidades, acessórios e serviços necessários para levar a solução ao mercado e possibilitar ao cliente maximizar os benefícios proporcionados pela inovação.

Fonte: Roncalio e Richartz, 2021.

10. Quais os principais obstáculos para a inovação da empresa/instituição: assinale a importância dos fatores que prejudicam as atividades inovativas da empresa.

Fatores	Importância			
	Não relevante (1)	Baixa (2)	Média (3)	Alta (4)
Riscos econômicos excessivos				
Elevados custos de inovação				
Escassez de fontes apropriadas de financiamento				
Rigidez organizacional				
Falta de pessoal qualificado				
Falta de informação sobre tecnologia				
Falta de informação sobre mercados				
Escassas possibilidades de cooperação com outras empresas/instituições				
Dificuldade para se adequar a padrões, normas e regulamentações				
Fraca resposta dos consumidores quanto a novos produtos				
Escassez de serviços técnicos externos adequados				
Centralização da atividade inovativa em outra empresa do grupo				
Outros:				

Parte III: Governança nas Cadeias Globais de Valor

Cadeias Globais de Valor- conjunto de atividades necessárias a produção e entrega do produto ao consumidor final. A qualificação do processo como cadeia de valor advém do fato da produção se dar em estágios que agregam valores adicionados. O conjunto de etapas podem ser desempenhadas dentro de uma mesma firma ou por mais de uma firma. Se o conjunto de firmas encadeadas se situarem em mais de um país, então teremos uma cadeia de valor que é global.

1. Qual é o(s) modelo(s) de negócios adotado pela empresa/instituição? Assinale o(s) modelo(s) correspondente(s):

- ☐ Somente *Design house*
- ☐ Somente Encapsuladora (*assembly & test services ou packaging company*)
- ☐ *Fabless*
- ☐ *Fablite*

- () Fabricante dedicada (*dedicated foundry*)
 () Fabricante integrada (*integrated device manufacturer – IDM*)
 () Prestadora de serviços
 () Outro. Especificar:

Os distintos níveis de especialização têm resultado no surgimento de modelos chaves de operações na indústria de semicondutores, sendo eles:

- **Design House:** são contratadas por outras empresas (IDMs, empresas *fablite* ou empresas *fabless*) para realizar apenas a etapa de *design* do componente e não imprimem a sua marca no produto final.
- **Encapsuladora:** realizam uma ou mais fases da etapa de *back-end*.
- **Fabless:** Empresas sem fábrica. Realizam todas as etapas, exceto as que envolvem manufatura (*front-end* e *back-end*), que são terceirizadas e detêm a marca do produto.
- **Fablite:** realizam todas as etapas de produção de CI's em determinadas geometrias e terceirizam a fabricação de CI's em outras geometrias, geralmente menores e mais modernas.
- **Fabricante dedicada (*dedicated foundry*):** realizam apenas a etapa de fabricação (*front-end*) sob contratação de outras empresas.
- **Fabricante integrada (*integrated device manufacturer – IDM*):** No modelo de produção IDM, uma empresa é detentora de todos os estágios da produção, convergindo para uma integração vertical, e o produto leva a sua marca.

2. A cadeia produtiva, na qual a empresa está inserida, é predominantemente comandada:

- () Fornecedor
 () Comprador
 () Ambos exercem poder

Entende-se cadeia produtiva como um conjunto de etapas consecutivas, ao longo das quais os diversos insumos sofrem algum tipo de transformação, até a constituição de um produto final (bem ou serviço) e sua colocação no mercado.

3. No que se refere aos determinantes da governança em Cadeias Globais de Valor, classifique de acordo com a importância:

Principais determinantes da governança em CGV	Importância atribuída			
	Não relevante (1)	Baixa (2)	Média (3)	Alta (4)
Complexidade das transações				
Habilidade de codificar as transações				
Capacidade dos fornecedores				
Grau de coordenação explícita e assimetria de poder				
Relação de dependência de pequenos produtores para com os grandes compradores				

Segue abaixo uma melhor descrição dos termos citados acima (**questão 3**), nos quais são utilizados como vetores de governança:

- **Complexidade das transações:** Quanto maior a complexidade da transação, mais arriscado será a terceirização desta atividade, maior será a necessidade de um monitoramento eficaz. Em casos extremos de complexidade, dependendo também de outros fatores, é mais vantajoso caminhar para o modelo de governança hierárquica, verticalização produtiva.

- **Habilidade de codificar as transações:** Quanto maior a sistematização da informação, menor será a necessidade de governança da transação, dado que o conhecimento das características do produto ou do processo produtivo pode ser codificado e transferido para os parceiros da transação econômica.

- **Capacidade dos fornecedores e assimetria de poder:** Não é de conhecimento dos autores, a hierarquia, (verticalização da produção) devida

Atenção: a próxima **questão (4)** será **destinada somente** para empresas matrizes

4. A empresa matriz adota algum mecanismo para minimizar os riscos de confiabilidade para com a(s) filial(is)/ ou terceirizada(s)?

☐ Sim ☐ Não

4.1 Se sim, quais mecanismos que mais se adequam:

- ☐ Estabelecimento de canais de comunicação
- ☐ Contratos de médio e longo-prazo
- ☐ Acompanhamento da reputação da empresa
- ☐ Outro(s). Qual(is):

5. O modelo de governança executado incentiva parcerias tecnológicas nacionais e/ou internacionais:

☐ Sim ☐ Não

6.1 Se sim, a empresa realiza ou realizou nos últimos 5 anos: _____

7. A forma de governança estimula o progresso tecnológico:

☐ Sim ☐ Não

Parte IV: Seção de Políticas Públicas, Covid-19 e entraves ao setor

1. Fontes de financiamento:

- ☐ Fundos próprios (inclusive empréstimos)
- ☐ Financiamento de outras empresas brasileiras (empresas estatais; empresas privadas, de instituições de pesquisa, centros tecnológicos e universidades privadas)
- ☐ Financiamento público (FINEP, BNDES, BB, FAP...)
- ☐ Outra(s). Qual (is)? _____

2. O PADIS vem contribuindo para promoção da indústria de semicondutores no cenário brasileiro. Este programa fomenta a inovação na indústria de forma adequada:

- ☐ discordo totalmente
- ☐ discordo em parte
- ☐ não discordo nem concordo
- ☐ parcialmente de acordo
- ☐ concordo plenamente

PADIS é a sigla de Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores e Displays, lançado em 2007.

O PADIS proporciona às empresas interessadas a desoneração de determinados impostos e contribuições federais incidentes na implantação industrial, na produção, importação e comercialização dos equipamentos beneficiados. Contudo, em contrapartida, as empresas se obrigam a realizarem investimentos mínimos em atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D).

3. As ações do governo dão incentivo a uma inserção mais ativa em Cadeias Globais de Valor:

- () discordo totalmente
 () discordo em parte
 () não discordo nem concordo
 () parcialmente de acordo
 () concordo plenamente

4. A pandemia da Covid-19 evidenciou fragilidades na estrutura de oferta global do setor. A empresa/instituição acredita que o Brasil seguirá tendência mundial de maior internalização da cadeia produtiva como forma de busca da autossuficiência? O modelo de verticalização seria uma saída eficaz?

5. Dentre os impactos listados abaixo, assinale com um X os cinco principais impactos (positivos e negativos) da pandemia da Covid-19 na cadeia de valor das empresas de semicondutores no Brasil:

Impactos Gerais	Principais impactos da Pandemia no setor de semicondutores- assinalar com X
Rupturas nas cadeias de valor internacionais/contratos	
Logística interrompida, aumento do preço do frete	
Redução na produção	
Trabalhadores impedidos de trabalhar/ produtividade reduzida	
Inadimplência nos pagamentos de vendas	
Problemas de capital de giro	
Desvalorização cambial, redução de importações de insumos, queda de margens	
Possibilidade de falência	
Necessidade de modernização	
Facilitação nas concessões de crédito	
Outros:	

Apêndice B- Modelo genérico de convite à participação da pesquisa

Título do e-mail: Convite para participar da pesquisa: “Formas de governança nas Cadeias Globais de Valor e seus possíveis impactos ao desenvolvimento tecnológico: o caso do setor de semicondutores no Brasil”

Anexo: TCLE

Corpo do e-mail:

Caro (a) (nome do entrevistado, caso tiver),

Você foi convidado(a) a participar da pesquisa de dissertação de mestrado, desenvolvida no Programa de Pós Graduação em Economia (PPGE) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), intitulada “Formas de governança nas Cadeias Globais de Valor e seus possíveis impactos ao desenvolvimento tecnológico: o caso do setor de semicondutores no Brasil”. Esta pesquisa está sob a orientação da professora Dr(a) Ana Paula Macedo de Avellar e realizada pela discente do Curso de Mestrado em Economia, Morgane Lara da Cunha Soares. A pesquisa tem como objetivo analisar a estrutura de governança da indústria de semicondutores do Brasil e como ela está inserida nas Cadeias Globais de Valor durante os anos 2000, buscando compreender se a governança contribui para o desenvolvimento inovativo.

A sua participação, consiste na resposta do questionário (validado pelo Comitê de Ética), em que o link se encontra abaixo, para que assim possa fornecer elementos relevantes para o desenvolvimento da pesquisa empírica. O questionário é composto pelas seguintes seções: I- Dados gerais da empresa/instituição; II- Desenvolvimento tecnológico; III- Governança nas Cadeias Globais de Valor; e IV- Políticas públicas, Covid-19 e entraves ao setor. O preenchimento do questionário dura apenas de 30 a 40 minutos. A pesquisa estará disponível para pesquisa no período máximo de 40 dias corridos, a contar da chegada deste e-mail.

Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada. É compromisso do pesquisador responsável a divulgação dos resultados da pesquisa, em formato acessível ao grupo que foi pesquisada (Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 3º, Inciso IV).

Você não terá nenhum gasto e nem ganho financeiro por participar na pesquisa. Havendo algum dano decorrente da pesquisa, você terá direito a solicitar indenização através das vias judiciais (Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954 e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19).

Os riscos físicos são mínimos ao participar do estudo, podendo haver riscos da seguinte natureza: medo de não saber ou de ser identificado. Porém, é importante salientar que a elaboração do questionário passou por rigorosas avaliações, para que os termos utilizados fossem passíveis de resposta, reduzindo a possibilidade de dúvidas. Quanto ao anonimato do indivíduo e da empresa são resguardados pela lei, passando antes também por uma rigorosa avaliação do conselho de ética.

Não há benefícios diretos para participar dessa pesquisa. As suas respostas contribuirão para a construção de conhecimento que pode ter impacto positivo na orientação de políticas públicas para a ciência.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos seus dados da pesquisa.

Ressaltamos que essa pesquisa já foi submetida ao Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (CEP/UFU) e teve parecer favorável à sua execução (CAEE 65218722.8.0000.5152).

Em anexo se encontra a via Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) do participante, devidamente assinado pelas organizadoras da pesquisa.

Link da pesquisa:
https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfzqHSgHCu2eKOERbW7q4LZ9t_f78sOwuFvoGfE1KM6Hgki0g/viewform?usp=sf_link

Certas de contar com sua atenção, antecipamos agradecimentos.

Em caso de dúvidas nos colocamos à disposição!

Respeitosamente,

ANEXOS

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/UFU)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: FORMAS DE GOVERNANÇA NAS CADEIAS GLOBAIS DE VALOR E SEUS POSSÍVEIS IMPACTOS AO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO: O CASO DO SETOR DE SEMICONDUTORES NO BRASIL.

Pesquisador: ANA PAULA MACEDO DE AVELLAR

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 65218722.8.0000.5152

Instituição Proponente: Programa de Pós-Graduação em Economia

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.867.377

Apresentação do Projeto:

Este parecer trata-se da análise das respostas às pendências do referido projeto de pesquisa.

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas dos documentos Informações Básicas da Pesquisa nº 2043461 e Projeto Detalhado (Projeto_dissertacao_VF_modificado.docx), postados em 24/01/2023 e 23/01/2023, respectivamente.

INTRODUÇÃO

O projeto intitulado "FORMAS DE GOVERNANÇA NAS CADEIAS GLOBAIS DE VALOR E SEUS POSSÍVEIS IMPACTOS AO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO: O CASO DO SETOR DE SEMICONDUTORES NO BRASIL" é uma pesquisa de dissertação de mestrado e argumenta que "Faz-se relevante o estudo das Cadeias Globais de Valor por ser um fenômeno novo e que vem contando de forma assimétrica a estrutura produtiva de diversos países. Esse modelo rompe com o sistema de produção fordista, na qual pregava a necessidade da verticalização (uma estrutura de governança mais "hierárquica") da empresa em todas as etapas de produção e que a produção seria desenvolvida em um mesmo espaço, propondo padrões de governança mais flexíveis. Dessa forma, para melhor compreender

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
 Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
 UF: MG Município: UBERLÂNDIA
 Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4131 E-mail: cep@propp.ufu.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
UBERLÂNDIA



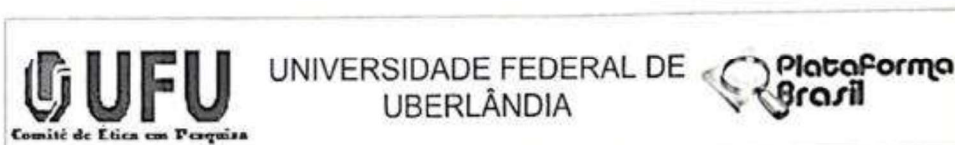
Continuação do Parecer: 5.867.377

- O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização e sem prejuízo (Resoluções CNS nº 466/12 e nº 510/16) e deve receber uma via original do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE, na íntegra, por ele assinado.
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado pelo CEP/UFU e descontinuar o estudo após a análise, pelo CEP que aprovou o protocolo (Resolução CNS nº 466/12), das razões e dos motivos para a descontinuidade, aguardando a emissão do parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Resolução CNS nº 466/12). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro); e enviar a notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) apresentando o seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, destacando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. No caso de projetos do Grupo I ou II, apresentados à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador também deve informá-la, enviando o parecer aprobatório do CEP, para ser anexado ao protocolo inicial (Resolução nº 251/97, item III.2.e).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2043461.pdf	24/01/2023 15:02:55		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_dissertacao_VF_modificado.docx	23/01/2023 17:41:45	MORGANE LARA DA CUNHA SOARES	Aceito
Outros	PendenciasCEP.pdf	23/01/2023 17:40:09	MORGANE LARA DA CUNHA SOARES	Aceito

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
 Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
 UF: MG Município: UBERLÂNDIA
 Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4131 E-mail: cep@propp.ufu.br



Continuação do Parecer: 5.867.377

TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_capazes_maiores_18_anos_Modificado.pdf	23/01/2023 17:32:33	MORGANE LARA DA CUNHA SOARES	Aceito
Outros	PARECER.pdf	26/12/2022 14:10:41	MORGANE LARA DA CUNHA SOARES	Aceito
Outros	Questionario_morgane_oficial.docx	10/11/2022 17:02:04	MORGANE LARA DA CUNHA SOARES	Aceito
Folha de Rosto	Folha_rosto_Plataforma_Brasil.pdf	08/11/2022 16:32:26	MORGANE LARA DA CUNHA SOARES	Aceito
Outros	Termo_compromisso_equipe.pdf	07/11/2022 17:17:29	MORGANE LARA DA CUNHA SOARES	Aceito
Outros	Roteiro_de_entrevista.docx	07/11/2022 15:58:49	MORGANE LARA DA CUNHA SOARES	Aceito
Outros	Linkdocurriculolattes.docx	07/11/2022 15:37:30	MORGANE LARA DA CUNHA SOARES	Aceito
Outros	Lattes_Morgane.pdf	07/11/2022 15:29:14	MORGANE LARA DA CUNHA SOARES	Aceito
Outros	Lattes_orientadora.pdf	07/11/2022 15:28:01	MORGANE LARA DA CUNHA SOARES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Avaliação da CONEP:

Não

UBERLÂNDIA, 28 de Janeiro de 2023

Assinado por:

ALEANDRA DA SILVA FIGUEIRA SAMPAIO
(Coordenador(a))

Endereço: Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica
Bairro: Santa Mônica CEP: 38.408-144
UF: MG Município: UBERLÂNDIA
Telefone: (34)3239-4131 Fax: (34)3239-4131 E-mail: cep@propp.ufu.br

Termo de Compromisso Livre e Esclarecido (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa intitulada “Formas de Governança nas Cadeias Globais de Valor e Seus Possíveis Impactos ao Desenvolvimento Tecnológico: O Caso do Setor de Semicondutores no Brasil”, sob a responsabilidade da pesquisadora: Ana Paula Macedo de Avellar, tendo como assistente de pesquisa a discente Morgane Lara da Cunha Soares. Nesta pesquisa nós estamos buscando analisar a estrutura de governança na qual o Brasil está inserido nas Cadeias Globais de Valor da indústria de semicondutores nos anos 2000, buscando compreender se a governança contribui para o desenvolvimento inovativo.

O Termo/Registro de Consentimento Livre e Esclarecido está sendo obtido pela pesquisadora Morgane Lara da Cunha Soares, através da avaliação do projeto nos meses de novembro a janeiro de 2023 pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Você tem o tempo que for necessário para decidir se quer ou não participar da pesquisa (conforme item IV da Resolução nº 466/2012 ou Capítulo, III da Resolução nº 510/2016).

A sua participação, consiste na resposta do questionário (este validado pelo comitê de ética) que será enviado através do *e-mail* dos gestores das empresas do setor, com o link de acesso do *Google Forms*, para que assim possa fornecer elementos relevantes para o desenvolvimento da pesquisa empírica. O questionário é composto pelas seguintes seções: I- Dados gerais da empresa/instituição, composta por 18 questões; II- Desenvolvimento tecnológico, composta por 10 questões; III- Governança nas Cadeias Globais de Valor, contendo 7 questões; IV- Políticas públicas, Covid-19 e entraves ao setor, contendo 5 questões. É importante salientar que a maioria das questões trabalhadas no questionário é de natureza fechada, com um tempo estimado para responder o questionário em torno de 50 minutos. De forma complementar ao questionário, pretende realizar o processo de entrevista, que possui uma natureza de questões mais abertas, composta por 8 questões com o tempo estipulado de 40 minutos. Assim como o formulário, o convite para a entrevista será enviado via *e-mail*, obtendo a resposta, seguimos para a fase de agendamento e assim a realização da entrevista via plataforma Zoom, que um dia antes da entrevista será enviado o link de acesso no *e-mail*. A entrevista será direcionada para um grupo restrito da amostra de gestores, assim como pretende convidar um político e membro do ministério da ciência, tecnologia e inovações (MCTI), nos quais estão presentes acompanhando o debate de políticas direcionadas ao setor em questão. A entrevista ocorrerá através da plataforma do Zoom, não sendo realizada de forma conjunta. O pesquisador responsável atenderá as orientações das Resoluções nº 466/2012, Capítulo XI, Item XI.2: f e nº 510/2016, Capítulo VI, Art. 28: IV - manter os dados da pesquisa em arquivo, físico ou digital, sob sua guarda e responsabilidade, por um período mínimo de 5 (cinco) anos após o término da pesquisa.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada. É compromisso do pesquisador responsável a divulgação dos resultados da pesquisa, em formato acessível ao grupo ou população que foi pesquisada (Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 3º, Inciso IV).

Você não terá nenhum gasto e nem ganho financeiro por participar na pesquisa.

Havendo algum dano decorrente da pesquisa, você terá direito a solicitar indenização através das vias judiciais (Código Civil, Lei 10.406/2002, Artigos 927 a 954 e Resolução CNS nº 510 de 2016, Artigo 19).

Os riscos físicos são mínimos ao participar do estudo, podendo haver riscos da seguinte natureza: medo de não saber ou de ser identificado. Porém, é importante salientar que a elaboração do questionário passou por rigorosas avaliações, tanto por membros da academia quanto por profissionais do mercado, para que os termos utilizados fossem passíveis de resposta, reduzindo



Rubrica pesquisador principal

a possibilidade de dúvidas. Quanto ao anonimato do indivíduo e da empresa são resguardados pela lei, passando antes também por uma rigorosa avaliação do conselho de ética.

Os benefícios serão haja visto a importância que o setor detém para o desenvolvimento tecnológico, principalmente no período de pandemia, é importante gerar informações a respeito da dinâmica do setor, podendo a vir contribuir para a elaboração de políticas públicas verticais (direcionadas ao desenvolvimento interno do setor). Além disso, há o benefício de participar da pesquisa são que os resultados serão incorporados ao conhecimento científico. Também se espera que com aplicação de pesquisa deste gênero possa gerar *network*, elos entre o setor privado e público, para possíveis parcerias.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos seus dados da pesquisa.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você, assinada e rubricada pelos pesquisadores.

Em caso de qualquer dúvida ou reclamação a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com a pesquisadora responsável: Ana Paula Macedo de Avellar, na qual está vinculada à Universidade Federal de Uberlândia (UFU), endereçada na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco J, campus Santa Mônica- Uberlândia- Minas Gerais- MG, Fone: (34) 3230-9560, E-mail: anaavellar@ufu.br.

Para obter orientações quanto aos direitos dos participantes de pesquisa acesse a cartilha no link: https://conselho.saude.gov.br/images/comissoes/conep/documentos/Cartilha_Direitos_Eticos_2020.pdf.

Você poderá também entrar em contato com o Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos – CEP, da Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, *campus* Santa Mônica – Uberlândia/MG, 38408-100; pelo telefone (34) 3239-4131 ou pelo e-mail cep@propp.ufu.br. O CEP/UFU é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Uberlândia, 07 de fevereiro de 2023.

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido: () Sim () Não

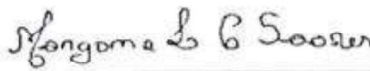
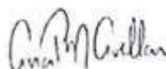
Nome da pesquisadora principal: Ana Paula Macedo de Avellar

Assinatura da pesquisadora principal:



Nome da assistente de pesquisa: Morgane Lara da Cunha Soares

Assinatura da assistente de pesquisa:

Rubrica pesquisador principal

