

ENEI2025 fortaleza IX ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA INDUSTRIAL

"Financiamento e Desenvolvimento Brasileiro:
oportunidades e desafios"



20-23
MAIO DE 2025



LOCAL: sede do BNB, Avenida
Dr. Silas Munguba, 5.700 –
Centro de Treinamento,
Passaré, Fortaleza (CE)

Realização:  Banco do
Nordeste  ABEIN
Associação Brasileira de
Economia Industrial e Inovação

Governança e Inovação no Setor de Semicondutores no Brasil: Uma Análise no Contexto das Cadeias Globais de Valor

Morgane Lara da Cunha Soares¹;
Ana Paula Macedo de Avellar²;

Resumo:

O artigo tem como objetivo caracterizar a dinâmica em termos de governança e inovação do setor de semicondutores no Brasil e a sua inserção ao longo das Cadeias Globais de Valor (CGVs). Para isso, analisa a governança do setor de semicondutores no Brasil por meio de uma pesquisa de campo direcionada à uma amostra de empresas do setor. Participaram da pesquisa empresas que atuam nos seguintes modelos de negócios: *Design Houses*; *Fabless*; *Back-end* e *IDM*. Destacam-se os principais resultados encontrados: 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 Cadeias Globais de Valor; 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; Governança; Inovação; Questionários; Modelos de negócios

Código JEL: L23; L63; O30

Área Temática: 1.1 Dinâmicas industriais setoriais e dos sistemas de produção
2.2 Comércio internacional e Cadeias Globais de Valor

¹Mestre em Economia pelo Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia (PPGE-UFU). E-mail: morganelcs@outlook.com.

²Programa de Pós-graduação em Economia da Universidade Federal de Uberlândia (PPGE-UFU). E-mail: anaavellar@ufu.br.

Governance and Innovation in the Semiconductor Sector in Brazil: An Analysis in the Context of Global Value Chains

Abstract:

The article aims to characterize the dynamics in terms of governance and innovation in the semiconductor sector in Brazil and its integration into the Global Value Chains (GVCs). To achieve this, it analyzes the governance of the semiconductor sector in Brazil through a field survey directed at a sample of companies in the sector. Companies operating in the following business models participated in the research: Design Houses; Fabless; Back-end; and IDM. The main results found are highlighted as follows: a) PADIS was an important innovation promotion policy for most companies; b) The Back-end segment has benefited from government initiatives aimed at integrating into the Global Value Chains; c) Governance in the sector is influenced by suppliers and customers; d) The perception of the degree of technological complexity is higher in the Design-Houses and Fabless segments; e) About 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 stand out; the most adopted methods for protecting intellectual property are confidentiality agreements and patents. g) The main obstacles to innovation, according to the participants, are high costs and economic risks. They also state that they establish cooperation partnerships in order to develop innovative activities, with customers and suppliers being the main partners; h) In general, companies claim to have a high degree of coordination with partners abroad, and 78% of respondents believe that the Brazilian governance model helps in building partnerships.

Keywords: Global Value Chain; Governance; Innovation; Questionnaires; Business models

1. Introdução

Um dos principais objetivos das políticas econômicas contemporâneas tem se dado no sentido de atribuir complexidade às estruturas produtivas nacionais. No Brasil das últimas décadas, a questão do fomento à indústria ganhou bastante notoriedade nos debates público e acadêmico antagonizado por grupos que defendem vis a vis os que criticam políticas industriais mais efetivas. Não obstante a isso, a pandemia da Covid-19 e os seus impactos sobre as cadeias de suprimentos exerceu fortes pressões sobre o abastecimento de alguns produtos e, conseqüentemente, seus preços. Tais efeitos semearam as condições para recolocar na pauta de muitos governos uma agenda de reindustrialização. Os Estados Unidos, por exemplo, têm empenhado esforços no sentido de repatriar setores produtivos antes espalhadas por outras regiões do mundo, o pacote denominado *Bidenomics* que drenou investimentos trilhonários em ciência, tecnologia, inovações, capacitação de mão de obra a fim de estimular o surgimento de um novo padrão produtivo pautado na conciliação de bem-estar social com o equilíbrio climático.

Neste contexto, amparado ainda por um mundo imerso em uma quarta revolução industrial caracterizada pelo desenvolvimento de tecnologias da informação, internet das coisas, nanotecnologia, inteligências artificiais, o segmento da indústria eletrônica desponta como um setor estratégico para fornecer os componentes necessários para sustentar o novo padrão tecnológico. O Brasil está também inserido neste contexto e pode se beneficiar deste movimento de disrupção tecnológica que tende a mudar de forma permanente a forma com a qual se produz e comercializa bens e serviços.

Ao longo da história, segmento de semicondutores no Brasil apresentou idas e vindas. No bojo das políticas de industrialização que caracterizaram o país na segunda metade dos anos 1970, esforços foram direcionados para se estabelecer domesticamente uma indústria de equipamentos eletrônicos. Infelizmente, tais esforços não encontraram sequência nas décadas que se sucederam, sendo substituídas por iniciativas pontuais a depender da visão do governo de plantão. Devido a isso, o setor de semicondutores no país sobrevive, mas ainda tem desempenho aquém dos grandes *players* internacionais. O objetivo deste artigo é conhecer de forma um pouco mais aprofundada a dinâmica da governança e da inovação no setor de semicondutores no Brasil e a sua inserção ao longo das Cadeias Globais de Valor (CGVs). Para tanto, o método utilizado foi a análise qualitativa a partir de dados obtidos em uma pesquisa de campo, cujos questionários estruturados foram disponibilizados e respondidos pelas empresas que atuam domesticamente no segmento. A amostra de resposta a tais questionários reúne participantes dos seguintes modelos de negócios: *Design-Houses*; *Fabless*; IDM e *Back-end*.

Inúmeros resultados podem ser aferidos neste artigo. Em primeiro lugar, segundo os próprios participantes do setor, políticas governamentais são essenciais para incentivar o desenvolvimento do mesmo. Neste sentido o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores e Display (PADIS) foi uma importante iniciativa no sentido de estimular as inovações e a inserção internacional do setor de forma que o seguimento de *Back-end* parece ter sido o mais beneficiado pelas ações do governo no sentido de fomentar a inserção internacional. No tocante à inserção nas CGVs destaca-se que a governança nas empresas brasileiras sofre uma influência binária advinda dos parceiros no exterior, sendo que tanto os clientes, quanto os fornecedores, influenciam a governança dos *players* nacionais. Os resultados demonstram, ainda, que no tocante à complexidade tecnológica desenvolvida pelas empresas do setor, destaca-se a atuação das empresas participantes dos modelos de *Design-House* e *Fabless*.

Com relação ao desenvolvimento de inovações em si, os resultados são inequívocos e apontam para a importância do setor de semicondutores no desenvolvimento de Pesquisa & Desenvolvimento (P&D). Segundo os resultados da pesquisa, 80% das empresas respondentes afirma ter um departamento interno de P&D. Ademais, o gasto nesta rubrica desembolsado pelas empresas, sobretudo no setor de

Fabless e *Design-Houses* é elevado, podendo passar de 20% das receitas em alguns casos. Estes esforços inovativos têm sido direcionados para aquisição de máquinas, equipamentos, *softwares* e também para capacitação de pessoal. As empresas alegaram, ainda, que o principal método utilizado para proteção da propriedade intelectual são os acordos de confidencialidade, bem como as patentes. Os principais problemas que dificultam a inovação reportado pelas próprias empresas consiste nos elevados custos de capital, bem como nos expressivos riscos envolvidos.

A fim de burlar tais dificuldades as empresas que participam do setor afirmam que estabelecem parcerias de cooperação para com clientes, fornecedores e institutos de pesquisa a fim de desenvolver atividades de P&D. Segundo as próprias empresas que participam do setor, o grau de coordenação com estes parceiros no exterior é elevado e 78% da amostra que respondeu o questionário sustenta que o modelo de governança em curso no Brasil corrobora com a construção destas parcerias.

Além desta seção introdutória, o artigo está estruturado em seis seções na sequência. Na Seção 2, será apresentada a revisão de literatura de governança nas CGVs. Na Seção 3, serão abordados, brevemente, os modelos de negócios existentes na cadeia global de semicondutores. Já na Seção 4, será discutida a condução de políticas públicas como instrumento de governança voltadas ao setor no Brasil nas últimas décadas. Na Seção 5 serão abordados os aspectos de natureza metodológica, assim como o perfil dos participantes da pesquisa de campo. Na Seção 6, serão apresentados em detalhes e discutidos os resultados obtidos por vias dos questionários respondidos. O artigo se encerra com algumas breves considerações finais.

2 – Revisão da Literatura

O capitalismo contemporâneo pré-pandemia foi caracterizado por uma intensa liberalização das relações de comércio entre países, facilitando o intercâmbio não só de produtos acabados, mas também de matérias primas e produtos semiacabados. Essa facilitação do intercâmbio de produtos alterou de forma definitiva a estrutura produtiva intra e extra firma, permitindo que empresas de diferentes setores fragmentassem sua produção, alocando etapas produtivas distintas em diferentes países, ou regiões do mundo. Esta fragmentação internacional da produção se configura como uma pré-condição para o desenvolvimento das Cadeias Globais de Valor (CGVs). A existência das CGVs alterou profundamente o padrão de governança em diferentes setores produtivos, estabelecendo uma relação de poder entre os agentes que compõem a cadeia (Hermida, 2017).

O padrão de produção pautado na internacionalização de etapas produtivas requer, segundo Pietrobelli e Saliola (2009), algum grau de coordenação, que para fins do contexto do artigo será denominado governança. 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).

Portanto, para melhor compreender se há ganhos relacionados ao processo de inserção de um setor produtivo nacional em CGVs é preciso, a priori, compreender o padrão de governança que permeia este setor. Grandes têm sido os esforços da literatura, nacional e internacional, no sentido de compreender tais padrões de governança neste contexto de internacionalização de etapas produtivas, partindo do comportamento dos principais agentes participantes destas cadeias, isto é, as firmas-líderes (geralmente empresas multinacionais EMNs) e suas subsidiárias e os fornecedores independentes (Carneiro, 2015).

Gereffi (1994) classifica as CGVs em duas categorias, de acordo com as estruturas de governança: i) Cadeias orientadas pelo produtor: 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; ii) Cadeias orientadas pelo comprador: 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.

Devido à complexificação das CGVs, a tipologia de governança foi aperfeiçoada, tornando-a mais flexível, e abrangendo mais setores. A nova tipologia é fundamentada na Teoria dos Custos de Transação, proposta por Gereffi *et al.* (2005) e se traduz em um esforço de generalizar e permitir incorporar um leque maior de possibilidades. Nesta atualização da teoria da governança, os autores trabalham com as cinco formas de governança apresentadas a seguir:

1) Mercado: há frequência nas transações, com baixa especificação do produto. Nesse caso, o preço é considerado o instrumento principal de governança.

2) Modular: opera em uma situação de transações complexas, em que são minimizadas pelo avanço tecnológico da área de informação, que facilitou o monitoramento. Assim, toda a produção das empresas fornecedoras é voltada para atender à necessidade de seus compradores. Ademais, as empresas fornecedoras arcam com todo o processo tecnológico. É uma estrutura de governança flexível, devido ao elevado grau de substituição tanto dos fornecedores quanto dos clientes. Essa estrutura envolve um fornecedor-chave que atende às especificações da firma líder. Como será apresentado nas seções posteriores, este segmento é o que melhor representa, na atualidade, a indústria de semicondutores.

3) Relacional: há elevado grau de especificidade dos ativos, dificultando a transmissão de conhecimento tácito. Uma maneira de gerenciar a informação seria através da confiança, e reputação, desse modo, os custos de mudança se configuram em um grau elevado e a maior parte são fornecedores de produtos diferenciados.

4) Cativa: constitui uma relação de dependência dos pequenos produtores para com os grandes compradores (líderes) recaindo os custos de mudança para esses fornecedores. Nessa situação, 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. Pinto; Fiani e Corrêa (2016) citam como exemplo a indústria automobilística.

5) Hierárquica: caracterizada pela verticalização da produção. Essa forma de organização ocorre quando o produto/insumo demandado pela firma apresenta especificidades ou, quando não há fornecedores competentes, levando as empresas a internalizar a produção desse insumo ou produto.

À medida que se evolui em direção à tipologia hierárquica, é exigido maior grau de coordenação explícita e as assimetrias de poder podem exacerbadadas. Essas estruturas de governança da produção, segundo Gereffi *et al.* (2005) são regidas por três fatores: i) complexidade da informação transferida quanto às especificações do produto; ii) capacidade de codificar essa informação; iii) capacitação dos fornecedores. De forma que cada modelo de governança apresenta um *trade-off* sobre os benefícios da fragmentação da produção vis a vis seus riscos. Devido a isso, o supracitado modelo de governança é usado para entender a alocação geográfica de cadeias produtivas, segundo o seu nível de complexidade (STURGEON, 2008).

Dentre as lacunas existentes, Bair (2005) destaca que Gereffi *et al.* (2005) focaram em uma abordagem de governança voltada à literatura dos negócios internacionais, não abordando outras vertentes, como as instituições e as regras que determinam a qualidade do ambiente de negócios em cada país. 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.

3 – Modelos de Negócios na Cadeia Global de Semicondutores

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, 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 e possibilitando o aumento cada vez mais rápido do comércio de bens e serviços e fluxo internacional de conhecimento/tecnologia. Todo esse contexto criou um ambiente favorável ao surgimento da fragmentação produtiva e das reduções de custos através da especialização produtiva entre os países (Deng e Deng, 2022).

De acordo com a SIA (2016), devido à complexidade deste 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 de 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 arquitetura do produto caracterizada como altamente “modular” (Prencipe et al. 2003).

Os governos, ao compreenderem a potencialidade do setor de semicondutores, o estimulam de forma agressiva por vias de recursos financeiros, creditícios, isenções tributárias e tarifárias, aportes em P&D, entre outros (Zulke et al. 2017). Devido aos acontecimentos dos últimos anos, como a pandemia da Covid-19 e Guerra da Rússia e Ucrânia, que desnudaram gargalos da CGV de *chips*, os governos passaram a adotar políticas industriais mais verticais direcionadas ao setor em questão, na tentativa de estimular a produção interna e minimizar um possível desabastecimento.

A indústria de semicondutores é por natureza dinâmica e inovadora, ela carrega no seu DNA a premissa do progresso tecnológico. Para cumprir essa premissa, a indústria passou por uma reestruturação das suas estratégias de governança, em um primeiro momento, surge como uma cadeia produtiva local (originada nos Estados Unidos da América) através regime de integração vertical. A medida que essas atividades foram se tornando mais complexas, foi necessário partir para uma estratégia de especialização vertical, principalmente pela via da internacionalização (*offshoring*) das atividades mais intensivas em mão de obra. Neste novo contexto, as firmas líderes (geralmente instaladas em países desenvolvidos) se especializariam naquelas atividades mais intensivas em tecnologia (e de maior valor agregado) relegando às subsidiárias externas (via de regra alocadas em países em desenvolvimento) as etapas de manufatura dos produtos. Na atualidade vigoram os seguintes modelos de negócios nesta cadeia produtiva:

1. **Integrated Device Manufacturers (IDM):** Integradas verticalmente, comandam todas as etapas de produção (governança hierárquica). Buscam mitigar as exposições às oscilações de mercado. Esse modelo era predominante até meados da década de 1980, mas com a complexificação do setor, as etapas produtivas passaram por uma tendência de desmembramento. As principais empresas praticantes deste modelo ainda na atualidade, são: Intel (EUA) e Samsung (Coreia do Sul).
2. **Design House (DH):** Contratadas para realizar a fase de *design* do *chip*. Essa etapa de projeto precisa estar alinhada à fabricação (desenvolvendo um ambiente de cooperação), projetando *chips* que sejam capazes de serem produzidos nas geometrias de determinada *Foundry* (ABDI, 2011).
3. **Fabless:** Concentram na concepção, projeto e serviços ao cliente (pós-venda). Os negócios dessa natureza 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). 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 (Lange et al. 2013). Dentre as principais empresas praticantes deste modelo estão: Qualcomm (EUA) e Broadcom (EUA).
4. **Foundries:** Caracterizada como a atividade manufatureira do *chip*. Nesta fase se concentram os maiores desafios tecnológicos (ABDI, 2011). As *Foundries* detém grande domínio sobre a operação da cadeia de semicondutores, ditando a oferta de *chip* (Aita, 2013). Dentre as principais *Foundries*, estão: TSMC (Taiwan) e *Global Foundries* (EUA).
5. **Back-end:** Concentra nas atividades de corte e encapsulamento do *chip*, caracterizada como menos complexa em relação às demais. Neste segmento, há elevada dependência dos fornecedores (as *Foundries*), o que implica na realização de parcerias de longo prazo (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 por *chips*. Dentre as principais empresas de *Back-end*, estão: ASE (Taiwan) e Amkor (EUA).

4 – O Setor de Semicondutores no Brasil

Conforme verificado na Seção 2, a governança não se circunscreve somente no âmbito das relações corporativas, fatores externos também podem a influenciar, como é o caso das políticas públicas implementadas pelo Estado, principalmente em setores de elevada complexidade tecnológica. O caso do Brasil se configura como emblemático, principalmente no que se refere à condução de políticas industriais que se mostraram inconstantes ao longo do tempo (são políticas mais de governo do que de Estado). O histórico das políticas voltadas ao setor de semicondutores pode ser dividido nas fases a seguir:

- i) Na década de 1960, com a indústria de componentes eletrônicos nacional ainda em fase embrionária, houve um esforço da política industrial à época de buscar filiais de EMNs. A Philco é um exemplo neste sentido, vindo operar localmente por vias do modelo IDM. Marzagão (2017) entrevistou acadêmicos e executivos que acompanharam esse processo de implementação da indústria de semicondutores, sua conclusão é que as pesquisas em microeletrônica e as atividades industriais foram significativas para a instalação das empresas em território nacional no período de 1965 a 1975. Naquela época, o Brasil se encontrava em estágio mais avançado no setor do que os chamados ‘tigres asiáticos’ (Cingapura, Coreia do Sul, Hong Kong e Taiwan);
- ii) Já em meados da década de 1970, no bojo das reformas do II Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) iniciativas foram tomadas no sentido de fomentar o surgimento de empresas de capital nacional, como a Transit (que apesar dos esforços, em 1980 decreta o encerramento das atividades) e o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento (CPQD). Sob uma concepção de que segmentos intensivos em tecnologia são de interesse nacional, no início da década de 1980 o governo estabelece a política protecionista de reserva de mercado de informática para empresas nacionais de pequeno e médio porte, que eram obrigadas a ter projetos nacionais, o que indiretamente beneficiava a utilização de componentes nacionais (Melo et al. 2001). Em detrimento disso, houve a primeira fase de saída massiva de capital estrangeiro do país, dentre os quais mais emblemático foi a saída da Philco em 1982, que participava de diversas fases do processo produtivo de semicondutores. No âmbito da reserva de mercado, uma das principais iniciativas consiste na seleção de grupos empresariais nacionais para implementar toda cadeia produtiva de circuitos integrados (CIs). Dentre os grupos selecionados, estavam: Itaú, Docas (Elebra Microeletrônica) e Sharp (SID Microeletrônica). O grupo Itaú, instituiu em uma infraestrutura de projeto ASIC’s e uma linha de encapsulamento de memórias para auxiliar as empresas de informática; o grupo Sharp implementou uma empresa de projeto ASICs (a Vértice); por fim, a AsGa, empresa controlada pela Elebra, instalou linha de produção de componentes optoeletrônicos, cuja tecnologia é oriunda do CPQD (Melo et al 2001);
- iii) A terceira fase é oriunda da revogação da reserva de mercado e a implementação da Lei da Informática em 1991 (Brasil, 1991), que concede incentivos fiscais para empresas do setor de tecnologia que tenham por prática investir em P&D. Além dessas ações, foi estimulada a abertura comercial (nem lenta, nem gradual) reduzindo as barreiras de importação, prejudicando as empresas nacionais que ainda não estavam em condições de competir com produtos importados (relativamente eram mais avançados em aspectos tecnológicos). Todas essas modificações tiveram severas consequências para o setor, passando por um processo de intensa redução no número de empresas, chegando no início dos anos 2000 apenas 5 empresas e 2 instituições.
- iv) Com o crescente *déficit* comercial observado nos primeiros anos do século XXI, há o renascimento da política para semicondutores no Brasil. O setor volta a ser encarado como prioritário pelos formuladores de políticas econômicas. O governo concedeu destaque ao setor por vias da implementação da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE 2003 a 2007), que resultou em importantes políticas de incentivo ao setor no Brasil: o Programa CI-Brasil, de 2005 a 2019, que capacitou projetistas e estimulou a instalação de DHs no país; a implementação do Centro Nacional de Tecnologia Eletrônica Avançada (CEITEC) e o PADIS de 2007, que vem oferecendo incentivos fiscais às empresas do setor (Filippin, 2020). Entretanto, essas políticas

foram se enfraquecendo a partir de meados da década de 2010 com o acometimento de crises políticas e econômicas que se sucederam no período.

O PADIS foi instituído pela lei n 11.484, de 2007 (Brasil, 2007), entrando em vigor em 2010, estabelecendo que as empresas do setor que invista ao menos 5% do faturamento em P&D no Brasil, será concedida a desoneração dos impostos federais (BRASIL, 2021). No que tange aos investimentos de P&D exigido como contrapartida aos benefícios devem ser parcialmente conduzidos na forma de inovação aberta, por meio da colaboração dos institutos de ciência e tecnologia (C&T) (Zulke et al. 2017). Os autores salientam que o PADIS é o complemento do ecossistema de inovação iniciado no início da década de 1990, com o seguinte mecanismo: o Processo Produtivo Básico (PPB) é um instrumento de política pública que cria as diretrizes de conteúdo local das fábricas de produtos eletrônicos 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*, de menor complexidade de internalização, 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 estimulando a montagem do complexo eletrônico, incentivando o conteúdo local das diversas etapas de semicondutores para que essas empresas gozem de benefícios fiscais.

Rivera *et al.* (2015) compreendem 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 negócios da indústria, bem como à incorporação de novos produtos. Brasil (2021) identifica os seguintes resultados positivos: investimentos da ordem 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*, um componente importante para o complexo eletrônico. Na seção 6, dos resultados, será abordada a percepção dos participantes da pesquisa (a nível de modelo de negócios) no que se refere à eficácia do programa como indutor de inovação.

5 – Materiais e Método

Dado o objetivo do artigo de compreender o modelo de governança, bem como a inserção do setor de semicondutores brasileiro nas Cadeias Globais de Valor, os procedimentos metodológicos se valeram de uma análise essencialmente qualitativa a partir da consulta da bibliografia, bem como dos dados disponíveis em fontes oficiais. Devido à escassez de dados acerca do modelo governança, foram aplicados questionários estruturados (contendo, em sua maioria, questões fechadas) a fim de fortalecer a análise documental. Em outras palavras, esse artigo amplia a disponibilidade de dados documentais para a literatura a partir da estruturação de dados primários obtidos a partir da aplicação de questionários direcionados diretamente às empresas e instituições que compõem o setor.

O questionário utilizado para as entrevistas foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (CEP-UFU)³. Optou-se pelo tipo de questionário autoadministrado mediado através da ferramenta *on-line* Google Forms. A seleção dos participantes da pesquisa ocorreu a partir da consulta da base disponível no *software* Pctrl (versão 2022) que permitiu o mapeamento de empresas do segmento de semicondutores no país segmentando por porte e região onde estão localizadas. Complementarmente buscou-se acesso à base da Associação Brasileira da Indústria de Semicondutores (ABISEMI), que disponibiliza a lista de empresas associadas. Convém ressaltar que a amostra de empresas escolhidas para aplicação do questionário coincidiram em ambas as bases, a do *software* Pctrl e a da ABISEMI tendo sido levantadas, ao todo, 32 empresas, o que representa em torno de 6,5% do número de unidades locais de fabricação de componentes eletrônicos levantados pela Pesquisa Industrial Anual (PIA) de 2021⁴. Após deter a lista de empresas, a terceira etapa de recrutamento consistiu em contatar as empresas e instituições uma a uma, através de visitas no *website* institucional e demais redes

³ Devido à questão de espaço, o questionário não segue disponibilizado na forma de apêndice, mas pode ser solicitado aos autores via e-mail para consulta.

⁴ Trata-se da última informação disponível sobre o setor de componentes eletrônicos.

sociais (principalmente *LinkedIn*). Após o mapeamento das empresas do setor e estruturação do questionário, passou pela validação de um profissional atuante no setor. O perfil das empresas e instituições que participaram da pesquisa pode ser verificado na Tabela 1. É importante salientar que essa pesquisa ocorreu de fevereiro de 2023 a abril de 2023.

Tabela 1 – Perfil das Instituições do Setor que Participaram da Pesquisa

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: Dados obtidos a partir do questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Definido a amostra de empresas do setor, a primeira abordagem consistiu através do contato direto dos autores (ligação telefônica e e-mails), apresentando o projeto e convidando as 32 empresas para participarem da pesquisa respondendo o questionário. A tentativa de contato com a amostra selecionada durou cerca de 5 meses. No primeiro contato, buscou-se obter o endereço de *e-mail* do profissional para o envio do questionário contendo todas as informações/ documentações anexadas (TCLE, Cartilha dos direitos dos participantes de pesquisa).

Uma vez contatadas os participantes foram obtidas respostas de 10 empresas/instituições (no período de fevereiro a junho de 2023), o que corresponde a 31% dos questionários enviados. Este percentual se mostrou dentro do padrão verificado na literatura (Laureth e Invernizzi, 2012; Oliveira e Olave, 2017; e Piccini *et al.* 2016) que busca aferir o comportamento setorial a partir de dados primários. Vale salientar também que os 31% de empresas que contribuíram com a pesquisa, consiste em uma amostra suficientemente diversificada do setor, apresentando parâmetros (modelos de negócios, porte e tipos de produtos ofertados) distintos que enriqueceram os resultados a serem apresentados na próxima seção.

6 – Resultados

Antes de adentrar na análise dos resultados, é preciso salientar que os mesmos estão estruturados em duas categorias: Em primeiro lugar, seguem os resultados relativos à governança no setor de semicondutores, a serem observados nas Tabelas de 2 a 5 abaixo. O segundo grupo de resultados consiste nos dados relativos ao desenvolvimento tecnológico, este apresentado nas Tabelas de 6 a 8.

Dito isso, a Tabela 2 apresenta os resultados obtidos a partir da percepção dos participantes com relação aos efeitos do PADIS sobre a inovação no setor. Foi arguido às empresas do setor se o PADIS vem contribuindo, de forma adequada, para desenvolver e ampliar as inovações no setor. Como pode ser visto nos dados da Tabela 2, cerca de 40% dos participantes concordam plenamente que esta foi uma importante política para fomentar a inovação no seguimento. Outros 20% concordam parcialmente que a iniciativa foi benéfica para tal fim.

É possível verificar, ainda, que dentre todos os modelos de negócios que participaram da pesquisa, o que mais discorda da eficácia do PADIS enquanto política de fomento à inovação são as *Fabless*. Isso ocorre porque o *chip* projetado no Brasil é produzido no exterior e 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. Convém ressaltar, também, que nenhum respondente discordou totalmente. Isso sinaliza a importância desse programa para o

desenvolvimento tecnológico do setor no Brasil. Entretanto, conforme salientado por alguns autores discutidos na Seção 3, ela sozinha pode não ser suficiente. Dentre alguns entraves à inovação, destaca-se a questão de fontes de financiamento, principalmente às pequenas e médias empresas.

Tabela 2 - Resultados – Indução à Inovação do PADIS por 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: Dados obtidos a partir do 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 Rivera *et al.* (2015) os mecanismos de financiamento apresentam falhas, por exemplo, há deficiências no suporte às *start-ups*, em especial as *Fabless*, que precisam de uma quantidade maior de recursos para obter retorno financeiro uma vez que os ciclos tecnológicos do setor estão cada vez mais curtos. É fundamental que os prazos para os instrumentos financeiros de apoio estejam em conformidade com essa realidade devido ao risco dos investimentos no setor, para tanto, é necessário contar com linhas de crédito diferenciadas. Os autores argumentam que a maioria dos países oferecem instrumentos de apoio financeiro não reembolsável diretamente às empresas, algo inexistente no Brasil. Ademais, no que tange à governança visando promover o desenvolvimento da indústria é fundamental que haja uma clara identificação dos líderes e participantes dentro do governo, coordenando todos os eixos necessários.

O Quadro 3, abaixo, organiza a avaliação das empresas que participaram da pesquisa quanto as ações do governo voltadas à inserção do seguimento em CGV. Foi perguntando aos participantes da pesquisa se as ações do governo incentivam uma inserção mais ativa do setor nas CGVs, as respostas seguem na Tabela 3. Apenas 10% dos participantes concordam totalmente com a afirmação (mesmo percentual dos que discordam totalmente), salientando que ambas atuam no ramo de *Fabless*. De acordo com os dados coletados na pesquisa de campo, até mesmo entre empresas do mesmo modelo de negócios há diferentes avaliações, principalmente no modelo *Fabless*, que vai de um extremo ao outro. Quanto ao modelo de *Back-end*, há convergência de respostas, sendo que a maioria dos respondentes concordam com as ações do governo voltadas à inserção nas CGVs.

Tabela 3 – Resultados – Avaliação das Políticas Públicas voltadas à Inserção nas 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: Dados obtidos a partir do questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

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

Dentre as empresas de *Back-end* atuantes no país, a maioria iniciou atividades ao longo dos anos 2000, por meio de *joint-ventures* com empresas estrangeiras, de certa forma essa facilitação contribuiu para a entrada destas empresas no mercado nacional e explica a percepção positiva destas empresas com relação às políticas de incentivo governamentais para inserção nas CGVs. Vale salientar que o segmento de *Back-end* se configura com menos intensidade tecnológica em relação aos demais modelos, o que explica maior facilidade em ingressar no mercado nacional dada as políticas públicas de incentivo.

Conhecidas as formas de governança apresentadas na Seção 2 (orientadas pelo produtor ou pelo comprador), o questionário pergunta aos participantes sobre o modelo de inserção da empresa nas CGVs, os resultados estão apresentados na Tabela 4. A maioria (44,44%) dos participantes alegam que a cadeia produtiva 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 influenciam a cadeia. No Brasil, a dependência de fornecedor tende a ser mais aflorada, que se comparado a países *players* de semicondutores, isso devido ao fato de não haver *Foundries* operando internamente, ao passo que os *chips* projetados aqui precisam ser fabricados em demais localidades, geralmente na Ásia, e retornar para o processo de encapsulamento.

Também se salienta que com o advento da pandemia da Covid-19 as assimetrias de poder das *Foundries* perante os compradores diminuíram, o estrangulamento da oferta de *chips* elevou o poder de barganha dessas empresas em relação aos grandes conglomerados do setor de eletrônicos. Na atualidade, é muito comum se deparar com 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. Quanto ao 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.

Tabela 4 – Resultados – Governança da Direção para a Indústria de Semicondutores no Brasil

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: Dados obtidos a partir do questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

O trabalho se ocupou de levantar, ainda, a percepção dos entrevistados quanto aos principais determinantes da sua governança em um contexto de inserção nas CGVs observando os principais apontamentos da literatura. Os resultados seguem na Tabela 5 e as respostas variam de 1 (menor intensidade) até 4 (maior intensidade). Um primeiro ponto levantado diz respeito à complexidade das transações realizadas com o mercado internacional, o que pode ser visto na terceira coluna da Tabela. A média das respostas distribuídas entre os diferentes setores foi de 3,4, de forma que a maior percepção de transações envolvendo alta complexidade tecnológica se concentrou nos setores de *Design-house* e *Fabless*.

Quanto à habilidade de codificar transações, que no contexto do artigo deve ser lida como a capacidade da filial (ou terceirizada) nacional de executar as tarefas designadas pela matriz no exterior, se verifica na coluna 4 que a percepção de mais alto capacidade de codificar transações ocorreu no setor de *Back-end*. Este, de certa forma, é um resultado já esperado, uma vez que o segmento de *Back-end* é caracterizado por uma menor intensidade tecnológica, e tende a ter uma maior facilidade em executar tarefas designadas por suas matrizes (ou clientes) no exterior.

Ainda na esteira da capacidade de realizar tarefas, o questionário levantou a percepção das empresas quanto à capacidade de realizar tarefas por fornecedores ou subsidiárias no exterior, novamente o setor de *Back-end* apresentou a maior concentração de notas altas para esta capacidade de seus fornecedores. No que se refere a empresa respondente que opera em um modelo IDM, se divergiu da literatura na seguinte variável: capacidade dos fornecedores de executar tarefas. A literatura aponta que no modelo hierárquico, essa capacidade dos fornecedores é baixa a ponto da empresa precisar internalizar essa atividade. Na pesquisa de campo, a única empresa IDM respondente, atribuiu nota 4, ou seja, muito alta. Essa divergência com a literatura pode estar correlacionada com a limitação do número de respondentes.

Tabela 5 – Resultados – Governança da Coordenação para a Indústria de Semicondutores no Brasil

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/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	-	-	-	-	
	Empresa G	3	3	3	3	

Back-end	Empresa H	3	4	4	3	
	Empresa I	4	4	4	4	
IDM	Empresa J	3	2	4	3	Hierárquica
Média geral do setor		3,4	3,3	3,5	3,3	Modular

Fonte: Dados obtidos a partir do questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

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

Ainda sobre os resultados da Tabela 5, o questionário avaliou o modelo de governança por coordenação, em outras palavras, buscou-se observar a percepção das empresas em relação ao mercado internacional em termos de assimetria de poder. Aqui vale ressaltar que devido à baixa inserção brasileira nas CGVs, é de se esperar um elevado grau de assimetria de poder envolvendo parceiras no exterior mais bem inseridas vis a vis as empresas nacionais menos inseridas. Todas as empresas respondentes, no entanto, alegaram um elevado grau de coordenação com parceiras no exterior. É importante salientar que a empresa matriz costuma adotar algum mecanismo para minimizar riscos de confiabilidade para com suas subordinadas no exterior de forma que 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.

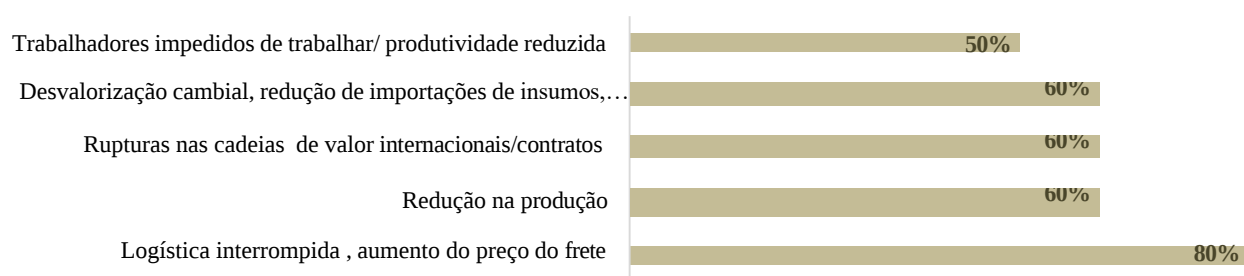
De acordo com as informações obtidas pela pesquisa de campo, foi verificado que os modelos operantes no Brasil estão em conformidade com a literatura apresentada nas Seções 2 e 3, que aponta predominância do modelo modular para este setor, sendo considerado “alta” todas as variáveis de análise, ou seja, são complexas as transações, porém são altas as habilidades de compilar as informações necessárias para a execução do trabalho, havendo fornecedores competentes. Com as revoluções tecnológicas no campo da informação que o mundo, segundo Schwab (2017), vem acompanhando (como mais atualmente a implementação do 5G), essas atividades são facilmente monitoradas, o que facilita a elevação da coordenação.

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 impor às empresas e países novas estratégias de governança, pautadas em nacionalização de alguns segmentos.

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?”. As respostas a esta pergunta foram qualitativas, isto é, as respondentes apresentaram a sua percepção de forma textual. É importante destacar que a respondente da “Empresa D” pontuou que: “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”.

Em 2020 foi deflagrada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) a pandemia da Covid-19, naquele novo contexto, o fechamento de atividades produtivas e as restrições ao comércio internacional, produziram pontos de estrangulamento em inúmeras cadeias de suprimentos. O setor de semicondutores, a exemplo de outros setores, foi afetado por tais gargalos na oferta destes suprimentos. Diante disso, se faz relevante mapear os principais impactos deste período enfrentados pelas empresas atuantes no Brasil. O Gráfico 1 mostra os 5 principais impactos assinalados pelas empresas respondentes.

Gráfico 1- Principais impactos da pandemia enfrentado pelas empresas de semicondutores no Brasil



Fonte: Dados obtidos a partir do questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Os dados do Gráfico 1 demonstram que o principal impacto da pandemia da Covid-19 apontado por 80% das respondentes se refere à logística interrompida, e consequente elevação do preço do frete. Some-se a isso, a desvalorização cambial que ocorreu neste período, encarecendo de forma significativa os insumos importados, potencializando ainda mais a dependência de importações, que no setor de semicondutores é próximo a 90% de todo suprimento interno. Convém destacar, no entanto, que com o avanço da vacinação, há uma tendência de restabelecimento das cadeias de suprimento.

Porém, neste cenário desafiador poucas políticas públicas concretas têm sido empenhadas pelo governo objetivando mitigar a crise no setor, pelo contrário, foi instituído recentemente o processo de liquidação do Ceitec. Apenas no final de 2021 o governo apresentou um plano de ação denominado “Plano Brasil Semicondutores (PBS)”. A proposta encampada no PBS é positiva nos seguintes aspectos: i) busca ampliar a oferta de semicondutores no país, em especial para a indústria automotiva; ii) objetiva 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 iii) estipula um horizonte temporal maior (15 anos) que as demais políticas implementadas ao longo dos anos 2000, cujo foco se dava principalmente no curto prazo. Até o presente momento, no entanto, o PBS não saiu do papel, caso seja de fato implementado, pode contribuir de forma decisiva para o desenvolvimento do setor no país.

Como mencionado no início, o artigo apresenta duas baterias de resultados. Até a Tabela 5, o questionário objetivava compreender os determinantes da governança e da inserção nas CGVs de empresas do setor de semicondutores nacionais. Da Tabela 6, em diante, o artigo apresentará o grupo de resultados relativos à inovação e desenvolvimento tecnológico no setor. Começando pela Tabela 6, foi arguido às empresas o percentual médio de investimento em proporção da sua receita em P&D (interno ou externo). Foi possível verificar certa heterogeneidade até mesmo entre as empresas que compõem um modelo de negócio. Destaca-se que a maioria das empresas *Fabless*, que participaram da pesquisa, investem um valor acima de 20% em P&D.

No geral, devido à complexidade deste setor, o percentual investido em P&D é superior ao reportado na Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC) cujos dados referentes ao triênio 2015-2017 indicam um gasto de 3,66% da Receita Líquida para o setor de componentes eletrônicos de forma agregada. Vale destacar o triênio 2014-2016 foi caracterizado por uma grave crise econômica que pode ter derrubado o faturamento de inúmeros setores, dentre os quais o de componentes eletrônicos, isso pode explicar o baixo valor de investimento em P&D como proporção do faturamento reportados na PINTEC. Sobreitdo porque este valor já foi maior, sendo de 13,4% na edição de 2009-2011 e de 6,1% na pesquisa imediatamente anterior (2012-2014). Os resultados obtidos pelos questionários são referentes ao ano de 2023, quando não há nenhuma informação atualizada da PINTEC para comparações mais atuais. Chama a atenção o percentual investido em P&D da “Empresa J”, a única respondente que está em modelo de negócios IDM, é passível de questionamento, porém está em um nicho muito específico e é uma empresa de porte pequeno.

Tabela 6 – Resultados – Gasto com P&D das Empresas de Semicondutores no Brasil (% do

Faturamento)

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	≤ 5%
<i>IDM</i>	Empresa J	≤ 5%

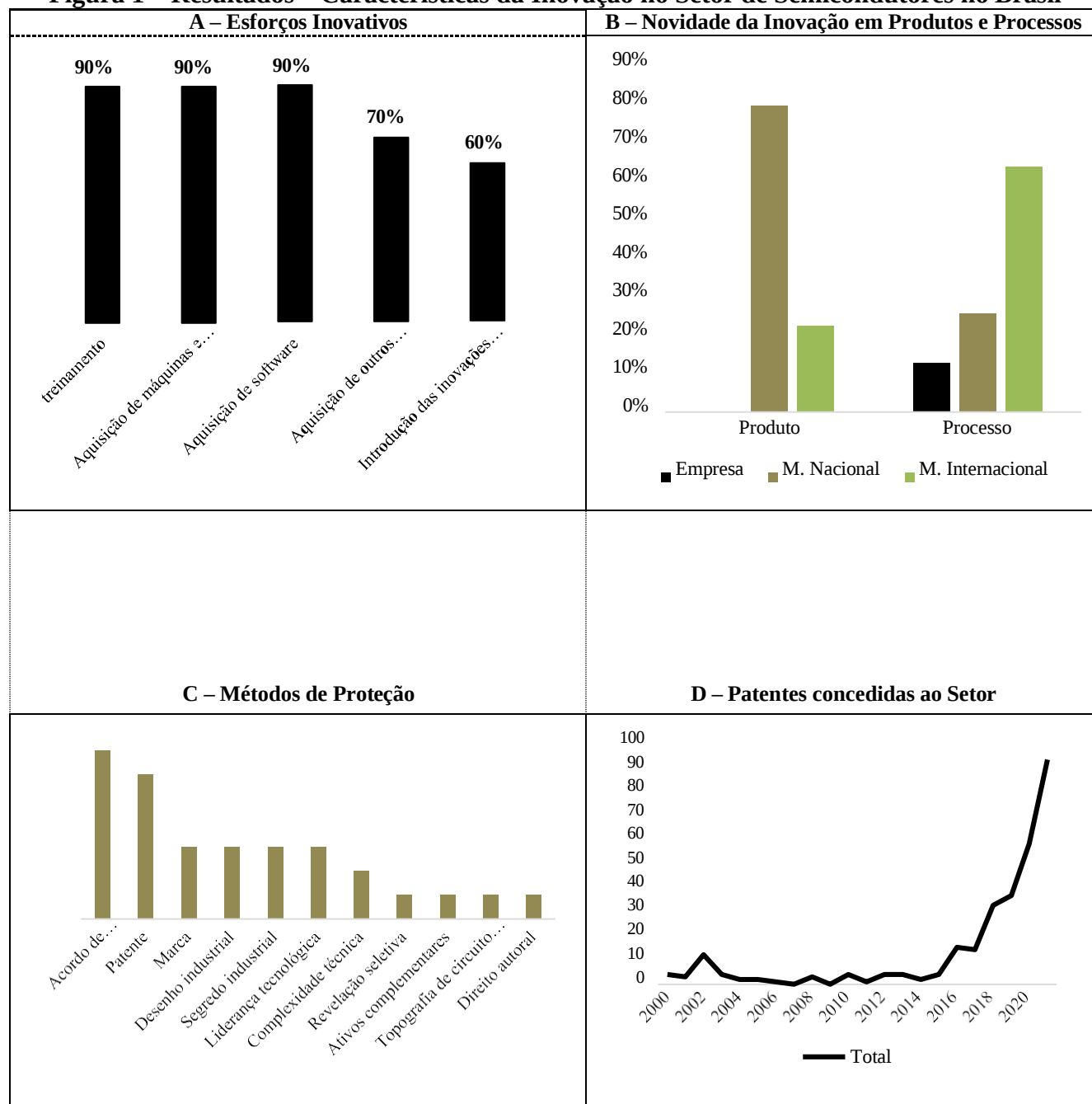
Fonte: Dados obtidos a partir do questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Ainda no quesito inovações no setor, a Figura 1, abaixo, reporta inúmeras características importantes captadas pelo questionário. Começando pela Figura 1A ela demonstra os esforços inovativos realizados pelas empresas. Dentre os principais esforços, a maioria das empresas participantes da pesquisa (90%) afirmaram fazer o uso principalmente de aquisição de *software*, Máquinas e Equipamentos (M&E) e treinamento. Brasil (2021) destaca que a partir de 2011 houve a redução do imposto de importação para M&E, *software* e demais insumos adicionados no processo produtivo. Em seguida, 70% delas afirmaram fazer o uso de aquisição de outros conhecimentos externos. Informações da PINTEC referentes ao triênio 2006-2008 indicam que o dispêndio para aquisição de *software* foi de 9%. Este dado é absolutamente distinto das demais informações disponibilizadas por edições posteriores da própria PINTEC, devido a isso, especula-se que o expressivo aumento nos gastos com a aquisição de *software* no triênio de 2006-2008 esteja correlacionado com o Programa CI-Brasil, que licenciou *softwares* (em parceria com a Cadence) para os alunos do programa. Também houve um crescimento nos gastos com treinamento, que também pode estar relacionado com ao Programa CI-Brasil de formação de mão de obra, até o ano de 2016, bolsas foram dadas a 758 projetistas a fim de especializar mão de obra para o setor. Isso demonstra a importância de políticas públicas direcionadas ao aprimoramento tecnológico.

Foi perguntado às empresas se elas possuem setor interno de P&D, 80% dos respondentes alegaram possuir um departamento de P&D interno. Salienta-se que a adoção 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, a maioria públicos.

No que tange ao grau de novidade específica do setor de semicondutores, a Figura 1B apresenta os dados coletados da pesquisa. De acordo com as respostas, as inovações de produto que implementaram são predominantemente novas 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 se deram a nível do mercado internacional. Os resultados de inovação de processo se mostraram ainda mais satisfatórios, em que 62,5% das empresas respondentes do questionário afirmaram o grau de inovação é a nível de mercado internacional.

Figura 1 – Resultados – Características da Inovação no Setor de Semicondutores no Brasil



Fonte: Dados obtidos a partir do questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.
Gráfico D – Dados do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCTI).

A Figura 1C discorre sobre os métodos de proteção à propriedade intelectual utilizados pelas respondentes, dentre os quais, se destacam: i) os acordos de confidencialidade e contratos de licenciamento, utilizados por 87% das empresas participantes; em seguida, ii) patentes, utilizados por 75% das empresas pesquisadas; iii) 37,5% alegam utilizar outros métodos de proteção como marcas; desenho industrial; segredo industrial e liderança tecnológica. Como é possível verificar as empresas que participaram da pesquisa se valem da combinação de diversos tipos de métodos para a proteção da sua propriedade intelectual. A Figura 1D, com dados do Ministério da Ciência e Tecnologia reforça os resultados obtidos na pesquisa, pois mostra que o número de patentes concedidas ao setor de semicondutores que apresentaram intensa expansão a partir de 2015. Esta é uma evidência alentadora, pois mostra que apesar dos percalços, da escassez de políticas públicas estruturadas voltadas ao setor de semicondutores, ele tem se mostrado resiliente no tocante às inovações e ao desenvolvimento tecnológico. Uma outra questão relevante a comentar diz respeito à natureza as patentes concedidas que podem ser classificadas como Patente de Invenção (PI) em sua maioria.

Convém ressaltar que os pedidos de patentes são, na sua maioria, realizados por não residentes. Apesar de o número de patentes concedidas às empresas nacionais estar aquém dos outorgados às *players* internacionais, a expansão apresentada entre os anos 2000 e 2021 não pode ser negligenciada como uma importante marca ao setor. Salienta-se a importância do PADIS para a expansão verificada do número de patentes, a política implementada em 2011 concedia isenções fiscais para as empresas exigindo, em contrapartida, que as mesmas investissem pelo menos 5% do seu faturamento em inovações.

O artigo se ocupou a compreender, também, os obstáculos à inovação vividos pelo setor de acordo com uma escala de importância, os resultados podem ser observados na Tabela 7 que contrasta as respostas obtidas via questionários com os dados disponibilizados pela PINTEC (2015-2017). Dentre os obstáculos considerados altamente relevantes à inovação observados pelas empresas, salienta-se os elevados custos de inovação, além dos riscos econômicos excessivos para 70% dos respondentes. No tocante aos obstáculos de importância média considerados pelo setor, destaca-se a falta de pessoal qualificado e a falta de informação sobre os mercados, relatados por 50% dos respondentes. Finalmente, dentre os obstáculos de baixa relevância as empresas (80% delas) sugerem as dificuldades de adequação ao ambiente normativo.

Tabela 7 – Resultados – Obstáculos à Inovação

Obstáculos para a inovação	Escala de importância					
	Baixa ou não relevante		Média		Altamente Relevante	
	Questionário	PINTEC	Questionário	PINTEC	Questionário	PINTEC
Elevados custos de inovação	0%	6%	30%	27%	70%	67%
Riscos econômicos excessivos	10%	9%	20%	36%	70%	55%
Escassez de fontes apropriadas de financiamento	20%	45%	40%	2%	40%	53%
Falta de pessoal qualificado	20%	46%	50%	44%	30%	10%
Escassas possibilidades de cooperação com outras empresas/instituições	40%	58%	40%	37%	20%	5%
Dificuldade de adequações à padrões e regulamentações	80%	89%	0%	7%	20%	4%
Fraca resposta dos consumidores quanto a novos produtos	60%	74%	30%	13%	10%	13%
Falta de informação sobre mercados	50%	90%	50%	6%	0%	4%
Escassez de serviços técnicos externos adequados	60%	73%	40%	16%	0%	11%

Fonte: Dados obtidos a partir do questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Nota: Dados PINTEC referentes ao ano de 2017.

A Tabela 7 reporta, além dos resultados obtidos via questionários, também resultados disponibilizados pela edição de 2015-2017 da PINTEC. Ressalta-se, que ambos os resultados dialogam entre si, podendo ser verificado que os obstáculos à inovação identificados no artigo são semelhantes numericamente aos observados na pesquisa do IBGE. Isso corrobora com a robustez dos resultados obtidos via questionários, pois embora tenham sido respondidos apenas 10, o fato de os resultados aqui se mostrarem coerentes com os obtidos na PINTEC que abrange uma amostra muito maior, sugerem que a nossa amostra é relativamente representativa do setor e que os resultados deste artigo contribuem com a literatura acerca de governança e inovação para o segmento de semicondutores.

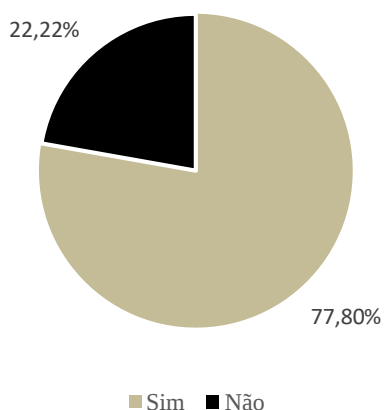
O artigo buscou entender, também, a percepção das empresas atuantes no setor nacional acerca da estruturação de parcerias enquanto estratégia para fomento à inovação. Os resultados podem ser verificados na Tabela 8. Dentre as que consideram os acordos de cooperação importantes no sentido de ajudar a desenvolver atividades inovativas, 90% das empresas respondentes alegaram realizar atividades de cooperação com clientes, outros 80% realizam acordos de cooperação com fornecedores, 60% com centros de capacitação profissional. Em suma, a colaboração é vista pelos respondentes como altamente relevante para o desenvolvimento de inovações e clientes e fornecedores são vistos como os principais parceiros neste sentido. Novamente, estes resultados se mostraram coerentes com os dados apresentados pela PINTEC cujos dados indicam que 83% aproximadamente desenvolveram inovações a partir de parcerias com clientes e 67% o fizeram a partir de acordos de cooperação com fornecedores. Novamente, os dados coletados a partir da pesquisa de campo mostram coerência com o verificado para análises de amostras mais abrangentes.

Tabela 8 – Resultados – Escala de Importância dos Parceiros de Inovação

Parceiros de inovação	Escala de importância		
	Baixa ou não relevante	Média	Altamente relevante
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: Dados obtidos a partir do questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Finalmente, foi arguido aos participantes se parcerias o modelo de governança e a atual inserção do setor de semicondutores nas CGVs têm contribuído para o firmamento de parcerias estratégicas para o desenvolvimento de novas tecnologias. Os resultados seguem apresentados no Gráfico 2, segundo a percepção de 78% dos respondentes, o modelo de governança implementado no Brasil ao longo dos anos 2000 incentiva parcerias tecnológicas. Apenas 22% alegam que o modelo de governança não favorece o estabelecimento de parcerias estratégicas.

Gráfico 2- Percepção das Empresas quanto à Governança e Parcerias Tecnológicas (em %)

Fonte: Dados obtidos a partir do questionário direcionado às empresas atuantes do setor de semicondutores no Brasil.

Os elementos aqui apresentados demonstram que a forma de estruturação da governança do setor de semicondutores nacional pode influenciar o desenvolvimento tecnológico. Esta dinâmica, entretanto, parece depender bastante de políticas públicas e incentivos do governo que podem ocorrer em maior ou menor intensidade a depender das prioridades do governo de plantão. Devido isso, o progresso tecnológico no setor evolui, porém esta evolução parece estar sendo mais lenta do que o ideal. Ademais, muito do esforço realizado nas últimas décadas parece estar se perdendo nos últimos anos, caracterizado por uma relativa ausência de políticas a este setor. O atual governo (2023-2026) sinaliza a estruturação de uma nova política industrial, com base no termo denominado de “neoindustrialização”, que busca 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 de governo, foram implementadas algumas medidas, em prol do setor de semicondutores. No âmbito do PADIS, zerou impostos federais. Além disso, houve a reversão do processo de fechamento do Ceitec, apesar de incerto o futuro da empresa estatal, que devido aos acontecimentos dos últimos anos aprofundou o *gap* tecnológico.

Ressalta-se que empresas que operam localmente ainda são pouco inseridas nas CGVs e que isso não conseguiu ser revertido por políticas direcionadas ao setor. Esta baixa inserção é percebida, inclusive, nas empresas estrangeiras que operam domesticamente, porém excessivamente focadas no mercado consumidor interno, ao invés de participarem mais ativamente do comércio internacional.

Assim sendo, os resultados demonstram que o desenvolvimento tecnológico se deu mormente via inovações obtidas a partir de parcerias tecnológicas internas, principalmente com clientes e fornecedores. Salienta-se que as empresas de *back-end* são as que mais realizam acordos de cooperação e que as políticas implementadas visando incentivar a entrada de novas empresas no país, se deram principalmente por meio de *joint-venture*.

Considerações Finais

Este artigo analisou a governança e a inserção do setor de semicondutores no Brasil por vias de uma pesquisa de campo direcionada à uma amostra de empresas que atuam no setor. Participaram da pesquisa empresas do seguimento atuando nos seguintes modelos de negócios: *Fabless*; *Back-end*; IDM e *Design House*. Segundo as respostas advindas da pesquisa de campo, destacam-se os seguintes resultados: Em primeiro lugar as empresas do mercado concordam que o PADIS foi uma importante política de fomento à inovação no Brasil. Dentre as empresas que participaram, os atuantes no seguimento de *Back-end* afirmam terem sido beneficiadas pelas iniciativas governamentais voltadas à inserção setorial nas Cadeias Globais de Valor.

Destaca-se, ainda que a maioria dos respondentes sugeriram que a governança no setor é influenciada tanto pelos fornecedores quanto pelos clientes e que a percepção sobre o grau de complexidade tecnológica atribuída pelas próprias empresas foi maior nos segmentos de *Design-Houses* e *Fabless*. Foi verificado, nas respostas, um alto nível de coordenação com os parceiros no exterior,

No tocante à inovação, destaca-se que 80% das empresas respondentes alegaram ter um departamento interno de P&D e que o percentual do faturamento investido em P&D é relativamente alto, sendo acima 20% nos seguimentos de *Fabless* e *Design-Houses*. Isso mostra a importância deste setor para o fomento da inovação na economia brasileira como um todo, e o quão estratégico é o seguimento para o país. Dentre os principais esforços inovativos destacaram-se a aquisição de *softwares*; também o treinamento de pessoal, além da aquisição de máquinas e equipamentos. A pesquisa abordou, ainda quanto aos métodos adotados de proteção da propriedade intelectual, se verificou que os principais instrumentos foram: i) acordos de confidencialidade; ii) patentes.

As empresas alegaram que os principais obstáculos à inovação por elas enfrentados são os elevados custos de capital, mas também os riscos econômicos envolvidos nas atividades inovativas. Uma forma de contornar tais obstáculos foram, segundo as próprias empresas, os acordos de cooperação com parceiros no Brasil e no exterior, tais acordos ocorrem predominantemente com seus clientes; também com fornecedores e institutos de pesquisa. Segundo 78% das respostas obtidas, o modelo de governança em curso no Brasil ajuda na construção de parcerias.

Referências Bibliográficas

- ABDI (2011) “As *Design Houses* Brasileiras”, Relatório Técnico, Distrito Federal, Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial.
- 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.
- ALVES, A. S.; LOPES, A. S. (2015) “Desafios em Modelos de Negócios em Startups Brasileiras de Semicondutores”, XVIII Seminários em Administração (SEMEAD).
- ALTENBURG, T. (2007) “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.
- BAIR, J. (2005) “Global Capitalism and Commodity Chains: Looking Back, Going Forward”, *Competition & Change*, v 9(2), p 153-180.
- BRASIL (2001) Lei 8.248/1991 – Lei da Informática, Acessado em 30/07/2023, Disponível em: < [https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8248.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%208.248%2C%20DE%2023%20DE%20OUTUBRO%20DE%201991.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20capacita%C3%A7%C3%A3o%20e,Art.](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8248.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%208.248%2C%20DE%2023%20DE%20OUTUBRO%20DE%201991.&text=Disp%C3%B5e%20sobre%20a%20capacita%C3%A7%C3%A3o%20e,Art.>) >
- BRASIL(2007) Lei 11.484/07 – Lei que Institui o Programa de Apoio ao Desenvolvimento

- Tecnológico da Indústria de Semicondutores e Displays, Acessado em 30/07/2023, Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/111484.htm >
- CARNEIRO, F. L. (2015) “Fragmentação Internacional da Produção e Cadeias Globais de Valor”, Instituto de Pesquisa em Economia Aplicada (IPEA), Texto para Discussão n 2097, p 1-52.
- DENG, B. L.; DENG, B. S. (2022) “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.
- FILIPPIN, F. (2020) “Estado e Desenvolvimento: A Indústria de Semicondutores no Brasil”, Rio de Janeiro, BNDES, 438 pgs.
- GEREFFI, G. (1994) “The Organization of Buyer-Driven Global Commodity Chains: How U.S. Retailers Shape Overseas Production Networks”, In: Gereffi, G.; Korzeniewicz, M. (eds) *Commodity Chains and Global Capitalism*, Holtzbrinck, p 95-122.
- GEREFFI, G. (1999) “International Trade and Industrial upgrading in the Apparel Commodity Chain”, *Journal of International Economics*, v 48, p 37-70.
- GEREFFI, G.; Humphrey, J.; Sturgeon, T. J. (2005) “The Governance of Global Value Chains”, *Review of International Political Economy*, v 12(1), p 78-104.
- GEREFFI, G. (2011) “Global Value Chains and International Competition”, *The Antitrust Bulletin*, v 56(1), p 37-56.
- HERMIDA, C. C. (2017) “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.
- KAPLINSK, R.; MORRIS, M. (2001) “A Handbook for Value Chain Research”, Prepared for the International Development Research Centre (IDRC), p 1-109.
- LANGE, K.; MULLER-SEITZ, G.; Sydow, J.; Wideler, A. (2013) “Financing Innovations in Uncertain Networks: Filling in Roadmap Gaps in the Semiconductor Industry”, *Research Policy*, v 42(3), p 647-661.
- LAURETH, W. C.; INVERNIZZI, N (2012) “Educando a Foça de Trabalho em Nanotecnologia no Brasil: Demandas da Indústria e Oferta das Universidades”, *Acta Scientiarum Human and Social Sciences*, v 34(2), p 205-216.
- MARZAGÃO, L. A. (2017) “A Física do Estado Sólido no Brasil: Relações entre a Ciência, Indústria e Sociedade”, Dissertação de Mestrado em História da Ciência, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP).
- MELO, P. R. S.; Rios, E. C. S. D.; GUTIERREZ, R. M. V. (2001) “Placas de Circuito Impresso: Mercado Atual e Perspectivas”, BNDES Setorial, Complexo Eletrônico, 111-136.
- OLIVEIRA, X. L. C.; OLAVE, M. E. L. (2017) “Os Processos de Inovação Aberta; Uma Análise na Indústria Brasileira de Semicondutores”, *Revista Brasileira de Administração Científica*, v 8(3), p 158-170.
- PICINI, R. A. B.; BENCKE, F. F.; SANTOS JÚNIOR, S. Lazzarotti, F. (2016) “Inovação nas Empresas de Tecnologia de Informação do Estado de Santa Catarina”, *Revista Geintec*, v 6(4) p 3553-3568.
- PIETROBELL, C.; SALIOLA, F. (2008) “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.
- PINTO, E. C.; FIANI, R.; CORRÊA, L. M. (2016) “Dimensões da Abordagem da Cadeia Global de Valor: Upgrading, Governança, Políticas Governamentais e Propriedade Intelectual”, Rio de Janeiro: IE-UFRJ.
- PRENCIPE, A.; DAVIES, A.; HOBDAI, M. (2003) “The Business of Systems Integration”, New York, Oxford University Press, 2003.
- RIVERA, R.; TEIXEIRA, I.; AZEN, C.; MIGUEL, H.; SALES, J. R. (2015) “Microeletrônica: Qual é a Ambição do Brasil?” BNDES Setorial, Complexo Eletrônico, 345-396.
- SIA (2016) “Annual Report” Semiconductor Industry Association Factbook.
- STURGEON, T. J. (2008) “Mapping Integrative Trade: Conceptualizing and Measuring Global Value Chains”, *International Journal of Technological Learning, Innovation and Development*, v 1(3), p

237-257.

STURGEON, T. J.; KAWAKAMI, M. (2010) “Global Value Chains in the Electronics Industry: Was the Crises a Window of Opportunity for Developing Countries?”, The World Bank Research Paper n 5417.

ZULKE, R. A. R.; DE PAULA, I. C.; RICHTER, C. (2017) “Indústria de Semicondutores Brasileira: Uma Análise do PADIS”, Repositório Digital UFRGS.