

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ADMINISTRATIVAS**

Guilherme Freitas Camboim

**CAPACIDADES DE INOVAÇÃO DE EMPRESAS DO SEGMENTO
MICROELETRÔNICO BRASILEIRO**

Porto Alegre

2015

Guilherme Freitas Camboim

**CAPACIDADES DE INOVAÇÃO DE EMPRESAS DO SEGMENTO
MICROELETRÔNICO BRASILEIRO**

**Trabalho de Conclusão de Curso de graduação,
apresentado ao Departamento de Ciências
Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande
do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Administração.**

Orientador: Prof. Dr. Paulo Antônio Zawislak

Porto Alegre

2015

Guilherme Freitas Camboim

**CAPACIDADES DE INOVAÇÃO DE EMPRESAS DO SEGMENTO
MICROELETRÔNICO BRASILEIRO**

**Trabalho de Conclusão de Curso de graduação,
apresentado ao Departamento de Ciências
Administrativas da Universidade Federal do Rio Grande
do Sul, como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Administração.**

Orientador: Prof. Dr. Paulo Antônio Zawislak

Conceito Final:

Aprovado em de de

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Antônio Domingos Padula - UFRGS

Orientador Prof. Dr. Paulo Antônio Zawislak - UFRGS

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos aqueles que contribuíram durante esta longa e árdua, porém proveitosa caminhada na graduação.

Agradeço, primeiramente, ao meu pai Roberto, a minha mãe Carla, ao meu mano Lipe, a minha vó Eva, a minha madrinha Sônia e aos outros familiares que nunca pouparam esforços para me ajudar, apoiar e orientar durante toda esta trajetória.

Agradeço à Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Administração, professores e funcionários pela qualidade de ensino, pelo suporte nas diversas atividades na graduação e pelas oportunidades que possibilitaram agregar ainda mais conhecimento.

Agradeço, especialmente, ao meu orientador Prof. Paulo Zawislak por mostrar um caminho alternativo que a pesquisa e a docência podem oferecer, além dos diversos ensinamentos e conselhos tanto no âmbito acadêmico quanto no âmbito pessoal.

Agradeço ao NITEC pela oportunidade de trabalho, ambiente no qual consegui me desenvolver em todos os aspectos da vida, pois o NITEC é muito mais que um grupo de pesquisa é uma segunda casa. Agradeço a cada um dos colegas de trabalho e amigos, em especial as co-orientadoras Fernanda e Denise que tornaram este trabalho possível, também aos doutorandos André, Helena, a mestra Ari, as mestrandas Andréia, Paola, Nathi, aos bolsistas Dani e Gabi e todos outros Niteckers que conviveram comigo durante esses 2 anos.

Não poderia deixar de agradecer a minha segunda família, Imperial F.C., na qual todos são verdadeiros irmãos e conseguem unir esta amizade quase consanguínea para jogar futebol. Agradeço aos meus amigos e colegas de curso que tornaram essa experiência ainda mais enriquecedora e divertida. Também agradecer a galera da Atlético da Administração pelo convite e pela oportunidade de ajudar no desenvolvimento do esporte no âmbito universitário.

Chega-se ao fim de um capítulo com muitas experiências, muito aprendizado, novas amizades e com a certeza de que tudo isso valeu a pena. Novas caminhadas estão por vir e agora é preciso preparar a bagagem para enfrentar os desafios e aproveitar as oportunidades.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

A microeletrônica possui papel fundamental na vida moderna, pois possibilitou, nas últimas décadas, o crescimento vertiginoso da capacidade de processamento, armazenamento e miniaturização dos chips que estão embarcados em diversos produtos dos mais variados setores permitindo o aumento de funcionalidades, logo maior valor agregado. Vale ressaltar que para cada tipo chip para determinada aplicação, o nível de complexidade tecnológica envolvido nos processos de desenvolvimento e fabricação é diferente, o que se reflete na complexidade das etapas de cadeia de semicondutores. Dada a importância da microeletrônica na era digital, o Brasil vem articulando uma série de ações e incentivos para o desenvolvimento da indústria local de semicondutores visando aumentar a capacidade produtiva e as capacidades de inovação das empresas para competirem no mercado global. Desse modo, o trabalho buscou identificar e analisar as capacidades de inovação de empresas do segmento microeletrônico brasileiro, para entender e retratar o potencial deste segmento no cenário global. A pesquisa foi dividida em duas etapas; a primeira, descritiva, que consistiu na análise documental de dados secundários e a segunda etapa de caráter exploratório foi realizada por meio de entrevistas com 4 empresas localizadas no estado do Rio Grande do Sul, que representam cada etapa da cadeia de valor. Os resultados indicam que devido ao gap tecnológico, pela baixa capacidade de investimento e pela pequena capacidade produtiva, o Brasil ainda engatinha em um segmento bastante complexo e extremamente dinâmico. No entanto, a internalização da indústria de semicondutores pode-se alavancar oportunidades em nichos de mercados pouco explorados no mercado interno e que permitem a materialização de soluções com alto valor agregado que se utilizem destes chips, como, por exemplo, a “internet das coisas”.

Palavras-Chave: Microeletrônica, Complexidade tecnológica, Semicondutores, Segmento Microeletrônico Brasileiro, Capacidades de Inovação, Nichos de Mercado.

ABSTRACT

The microelectronics has a key role in modern life, because enabled a spectacular growth of processing power, storage and miniaturization of chips that are embedded in many products from several sectors and this enable the increment of new features, consequently more added value. It is important to highlight that for each type of chip for specific application, the level of technological complexity involved in developing and manufacturing process is different, which is reflected in the steps complexity of the semiconductors chain. Considering the importance of microelectronics in the digital era, the Brazil has been articulating a series of actions and politics for the development of the local semiconductors industry to increase the production capacity and the innovation capabilities of firms to compete in the global market. Thus, this study sought to identify and analyze the innovation capabilities from Brazilian semiconductors firms to understand and describe the potential of this segment in the global scenario. The study was divided into two stages; the first was descriptive, which consisted of the documentary analysis of secondary data and the second stage was exploratory that was realized through interviews with four companies located in the state of Rio Grande do Sul, representing each value chain stage. The results indicates that due low technological capability, the low investment capacity and the low productive capacity, the Brazil still need to develop their capabilities in a very complex and dynamic sector. However, the internalization of a semiconductors industry can leverage many opportunities in niche markets undeveloped that users companies could utilize chips to add value for their final products, for example, the “Internet of Things”.

Keywords: Microelectronics, Technological complexity, Semiconductors, Brazilian microelectronics segment, Innovation capabilities, Niche markets.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelo das Capacidades de Inovação da Empresa.....	23
Gráfico 1 - Evolução do comprimento da porta e número de transistores do circuito integrado.....	27
Gráfico 2 - Histórico Global de Vendas da Indústria de Semicondutores	29
Figura 2 - Cadeia de Valor do Segmento Microeletrônico	32
Gráfico 3 – Balança Comercial Brasileira de Produtos Eletroeletrônicos.....	38
Figura 3 – Linha histórica das ações e políticas governamentais para o complexo eletroeletrônico e segmento microeletrônico brasileiro	40
Figura 4 - Configuração da Cadeia de Valor do Segmento Microeletrônico Brasileiro..	42
Figura 5 – Cadeia de Valor do Segmento Microeletrônico Brasileiro: O caso das empresas gaúchas.	47
Quadro 1 – Roteiro de perguntas para entrevistas	48
Quadro 2 - Características das Capacidades de Inovação do NSCAD.....	54
Quadro 3 - Características das Capacidades de Inovação da SMDH	56
Quadro 4 – Características das Capacidades de Inovação da CEITEC S.A.	59
Quadro 5 - Características das Capacidades de Inovação da HT Micron.....	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. JUSTIFICATIVA	14
3. OBJETIVOS	16
3.1. OBJETIVO GERAL	16
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. INOVAÇÃO	17
4.1. CONCEITUANDO INOVAÇÃO	18
4.2. CAPACIDADES DE INOVAÇÃO	19
4.3. MODELO DAS CAPACIDADES DE INOVAÇÃO DA EMPRESA	21
5. O COMPLEXO ELETROELETRÔNICO	25
5.1. O SEGMENTO MICROELETRÔNICO	26
5.2. A CONFIGURAÇÃO DA MATRIZ INDUSTRIAL DO SEGMENTO MICROELETRÔNICO.....	30
6. O COMPLEXO ELETROELETRÔNICO BRASILEIRO	34
6.1. O SEGMENTO MICROELETRÔNICO BRASILEIRO.....	36
6.1.1. O Contexto Histórico e a Configuração Institucional do Segmento Microeletrônico Brasileiro	37
6.1.2. Configuração da matriz industrial do segmento microeletrônico brasileiro	41
6.1.3. O Potencial do Segmento Microeletrônico Brasileiro	43
7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
7.1. COLETA DE DADOS	46
7.2. ANÁLISE DOS DADOS	50
8. AS CAPACIDADES DE INOVAÇÃO EM EMPRESAS DO SEGMENTO MICROELETRÔNICO BRASILEIRO	51
8.1. CONFIGURAÇÃO DAS CAPACIDADES DE INOVAÇÃO DE EMPRESAS DO SEGMENTO MICROELETRÔNICO BRASILEIRO	52
8.1.1. O Caso da <i>Design House</i>: NSCAD MICROELETRÔNICA – NSCAD	52
8.1.2. O Caso da <i>Fabless</i>: SANTA MARIA DESIGN HOUSE – SMDH	55
8.1.3. O Caso da <i>Integrated Device Manufacturer</i>: CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA ELETRÔNICA AVANÇADA – CEITEC S.A.	58
8.1.4. O Caso da <i>Assembly and Tests Services</i> (ATS): HT MICRON	62
8.2. ANÁLISE DAS CAPACIDADES DE INOVAÇÃO DE EMPRESAS DO SEGMENTO MICROELETRÔNICO BRASILEIRO	65
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
APÊNDICE A	72
REFERÊNCIAS	74

1. INTRODUÇÃO

O avanço tecnológico tem possibilitado maior acessibilidade à informação, com isso novas tecnologias foram rapidamente disseminadas pelo mundo. Estas novas tecnologias encurtaram distâncias, permitiram a troca de informações simultaneamente e influenciaram no estilo de vida das pessoas.

Em meados da década de 90, o advento da internet possibilitou essa revolução tecnológica que assumiu importante papel no cotidiano da sociedade, bem como empresas e instituições. A interação social e o mundo dos negócios tornaram-se muito mais dinâmicos com a facilidade do acesso à informação e a comunicação em tempo real, o que tornaram essas relações muito mais complexas.

Atualmente, a nova revolução tecnológica vem complementar a função da internet e proporcionar novas possibilidades para criação de novos produtos, a chamada “internet das coisas”. A conectividade, mobilidade e armazenamento de dados entre bens acarretam numa customização da utilização desses (ZASLAVSKY, PERERA e GEORGAKOPOULOS, 2013), que por sua vez tornam mais complexos os processos de desenvolvimento e produção desses produtos, no sentido a potencializar as funcionalidades ao consumidor para que se consiga aumentar o valor agregado das ofertas.

Nesse caso, toda essa evolução tecnológica que corrobora com a criação desses novos produtos, só é possível devido a processadores e componentes de armazenagem que se tornaram mais potentes, menores e mais baratos. As indústrias e dispositivos que abarcam esse tipo de tecnologia com o objetivo de melhorar sua performance, aumentar a troca de dados para análises mais precisas e incrementar novas funcionalidades são cada vez mais numerosas, como, por exemplo, equipamentos industriais, automação industrial e residencial, sistemas de transporte, dispositivos móveis de comunicação, entre outros.

A indústria de semicondutores desempenha um papel fundamental na vida moderna, pois praticamente todos os produtos finais que existem dentro de uma residência, fábrica ou escritório possuem um chip embarcado que permitem aos produtos concebidos o incremento de novas funcionalidades. Torna-se ainda mais importante na era digital em que a conectividade e mobilidade são atributos essenciais para diversos produtos, e, por conseguinte, precisam de circuitos integrados mais robustos para atender as demandas do mercado.

A expansão do segmento microeletrônico, deve-se muito ao fato da aplicação do conhecimento científico desenvolvido nas universidades e centros de pesquisa, para criação de

semicondutores cada vez mais complexos. Impulsionado pela crescente demanda advinda, predominantemente, do setor eletroeletrônico, os circuitos integrados tiveram que ao longo do tempo ir diminuindo de tamanho, porém aumentando sua capacidade de processamento e armazenamento (INTEL, 2015). Torna-se, portanto, um desafio tecnológico, seja pela elaboração do *design* do chip, seja pela complexidade envolvida nos processos de produção em escala nanométrica manter esta expansão a longo prazo.

Nesse sentido, seja pelo aumento de produtos ofertados com componentes eletrônicos embarcados, mas também devido à miniaturização destes chips que apresentam maior capacidade de processamento e armazenagem de dados são demandas que acarretaram no crescimento vertiginoso do segmento. Adiciona-se também, outro mercado inexistente há algumas décadas, a “internet das coisas”, que amplia este raio de ação e incorpora novas possibilidades de agregação de valor em produtos que demonstravam não ter mais como incrementar funcionalidades. Portanto, com a chegada da “internet das coisas” pode-se utilizar estágios anteriores da evolução tecnológica em microeletrônica para agregar valor a produtos que anteriormente estavam com o ciclo de vida esgotados.

Vale ressaltar que para cada tipo de aplicação, o nível de complexidade tecnológica envolvida na materialização de um chip é diferente. Para produzir o chip de um termostato residencial, exige-se um processo de desenvolvimento e produção muito mais simples do que o desenvolvimento e produção de um chip para um *smartphone*. A diferença perpassa desde o nível de conhecimento aplicado necessário para os processos, bem como a tecnologia de máquinas, equipamentos e ferramentas utilizados para a fabricação. Esta diferenciação reflete-se na complexidade das etapas da cadeia de valor de semicondutores, pois para os insumos com alto valor agregado, os conhecimentos necessários para sua materialização apresentam processos complexos e, muitas vezes, patenteados ou protegidos por segredo industrial, o que dificulta a apropriação completa de todo o processo produtivo por parte de novos entrantes no mercado. Além disso, as empresas devem possuir uma infraestrutura de ponta que necessitam de altos investimentos para atenderem às determinadas especificações.

Já os insumos de menor valor agregado, ainda apresentam processos complexos, porém são mais facilmente desenvolvidos e fabricados, pois exigem uma menor necessidade de investimento, bem como o nível de conhecimento aplicado em relação aos circuitos integrados de maior valor agregado. Desse modo, o crescimento da demanda para estes tipos de semicondutores, impulsionada pela “internet das coisas”, cria novas possibilidades para os novos entrantes que podem atender determinados nichos de mercado.

Define-se, portanto, dois tipos de mercado em que as empresas deste segmento de alta tecnologia (OCDE, 2011) podem atuar. O primeiro seria no mercado principal para atender as demandas de setores que exigem alto padrão tecnológico, devido ao alto grau de miniaturização, capacidade de processamento e armazenamento superiores para os bens finais, sendo necessários semicondutores de alto valor agregado. O outro tipo de mercado possível para atuação seria no de especialidades, ou seja, em nichos que também necessitam de semicondutores, porém com menor complexidade tecnológica, mas que, no entanto, são capazes de agregar valor aos produtos que se utilizam destes insumos.

No cenário global, a indústria de semicondutores é dominada pelos quatro países asiáticos (Japão, Taiwan, Coreia do Sul e China) que detém cerca de 70% da produção mundial destes insumos e de um mercado que movimenta, aproximadamente, US\$ 350 bilhões por ano, segundo reportagem do Jornal Valor Econômico (2014). Devido às barreiras para entrar nesse mercado, os outros países acabam importando as matérias-primas, o que acarreta numa balança comercial deficitária. Uma solução para mitigar essa situação é fabricar internamente esses insumos para estimular a cadeia produtiva nacional e diminuir a dependência de fornecedores estrangeiros. Além disso, essa internalização possibilita a criação de produtos de alto valor agregado com conhecimento próprio, que podem ser ofertados no mercado global gerando riqueza ao país.

A demanda por componentes eletroeletrônicos como insumos para inúmeros produtos para os diversos setores vem crescendo de forma exponencial, dessa forma a tendência é de que o desequilíbrio deficitário da balança comercial continue crescendo. Ressalta-se que o Brasil não está alheio à invasão da microeletrônica em todos os âmbitos do mundo moderno com produtos cada vez mais sofisticados ofertados no mercado.

Por isso, o Brasil vem articulando uma série de ações e incentivos para o desenvolvimento da indústria local de semicondutores desde 2002, com a criação do Programa Nacional de Microeletrônica. Já em 2004, por intermédio da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), foi o marco regulatório que estabeleceu o setor de microeletrônica como estratégico para o País, visando aumentar a capacidade produtiva e a capacidade de inovação das empresas para competir no mercado global. A criação de programas como o Programa de Atração de Investimentos Estrangeiros em Microeletrônica - PAIEM, Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores e Displays - PADIS, Programa CI-Brasil, entre outros incentivos governamentais, tem como objetivo alavancar a construção de uma indústria de alta tecnologia para se tornar um *player* representativo no mercado mundial e buscar aumentar o valor agregado dos produtos com

funcionalidades mais complexas. Entretanto, apesar destas diversas políticas voltadas ao setor, o segmento continua a apresentar resultados deficitários, demonstrando uma grande dependência em relação a outros países, pois atua ainda de forma passiva em relação ao mercado.

Nesse sentido, para reverter esta situação desfavorável, os esforços das instituições, empresas e universidades devem sempre estar voltados na busca pela inovação.

Entretanto, para inovar, a indústria brasileira precisa primeiro dominar todo o processo produtivo que vem sendo feito por meio de parceiros tecnológicos que transferem sua tecnologia para as empresas nacionais. O *know-how* acumulado durante esse processo, permite que a indústria incorpore o conhecimento necessário para produzir determinadas tecnologias de forma competitiva, inserindo-se no mercado.

Neste ponto, é importante fazer uma ressalva sobre o nível de *know-how* presente no segmento brasileiro. Não deve-se esperar que o Brasil desponte como líder do segmento e seja um país que dite as tendências de mercado impulsionado por inovações disruptivas. Pois, a base tecnológica e as competências desenvolvidas condizem à um nível de complexidade e conhecimento aplicado inferiores se comparados com os outros países.

Deve-se ressaltar que devido ao tamanho da indústria local e a base tecnológica disponível, por existir diferenças de complexidade tecnológica envolvida nos processos de desenvolvimento e fabricação dos chips, o Brasil ainda engatinha num segmento bastante complexo e extremamente dinâmico. No entanto, ainda que apresente um gap tecnológico, a internalização da indústria de semicondutores pode alavancar oportunidades em nichos de mercados pouco desenvolvidos e que permitem a materialização de soluções com alto valor agregado que se utilizem destes insumos

Desse modo, para que seja possível ofertar determinados soluções com maior valor agregado, é indispensável a construção de um conhecimento específico que seja aplicável de maneira a transformar determinados insumos em soluções que atendam as demandas do mercado. Todo este processo pode ser chamado de inovação. Entretanto, a simples criação de uma nova solução para o mercado não define o conceito de inovação por completo. Pois, a inovação abrange além da iniciativa de mudança para criar algo novo, que esta solução também seja aceita pelo mercado, gerando lucros extraordinários para a firma (SCHUMPETER, 1911).

Além disso, o processo de desenvolvimento de competências essenciais (PRAHALAD e HAMEL, 1990) é vital para que as empresas incorporem o conhecimento e as habilidades necessárias para atuarem neste segmento. Porém, somente saber fazer em um mercado extremamente dinâmico, não é suficiente para sobreviver (FREEMAN e SOETE, 2008). Desse

modo, a inovação deve se fazer presente na rotina das empresas. A busca por novas soluções que atendam às demandas exige das empresas grande capacidade para inovar.

Portanto, para se manter num mercado competitivo, além de incorporar conhecimentos específicos complexos e aumentar o nível da base tecnológica, é preciso que as empresas possuam uma configuração de capacidades bem definidas e estruturadas para inovar. Desse modo, torna-se importante saber a configuração das capacidades das empresas do segmento para capturar o padrão setorial e o potencial da indústria de semicondutores no país.

Sendo assim, para retratar o potencial e o grau de competitividade do segmento microeletrônico brasileiro, utilizou-se o Modelo das Capacidades de Inovação desenvolvido por Zawislak *et al.* (2012; 2013a; 2013b) que auxilia na compreensão da configuração das capacidades das empresas.

Diante deste panorama, o presente trabalho buscará responder a seguinte questão de pesquisa: **qual é a configuração das capacidades de inovação das empresas brasileiras do segmento microeletrônico?**

Após esta introdução, o trabalho apresenta a justificativa sobre a relevância do tema de pesquisa e suas possíveis contribuições no campo prático e teórico. No capítulo 3, são apresentados os objetivos geral e específicos que norteiam os principais aspectos que foram abordados durante o trabalho. Em seguida, no capítulo 4, define-se o conceito de inovação e indica-se o modelo das capacidades de inovação que serve de ferramenta de análise para compreender a configuração da empresa. Nesse sentido, faz-se necessário descrever o cenário internacional do complexo eletroeletrônico e do segmento microeletrônico, no capítulo 5, para, então, caracterizar as facetas e particularidades do caso brasileiro incluídas no capítulo 6. Uma vez descritas as características setoriais, no capítulo 7, apresentam-se os procedimentos metodológicos que deram suporte para atingir os objetivos propostos pelo trabalho. No capítulo 8 e subcapítulos descrevem-se os casos das empresas entrevistadas para, então, discutir-se a configuração das capacidades de inovação da empresa.

Por fim, nas considerações finais, faz-se um resumo sobre o panorama do segmento brasileiro e sobre as configurações das empresas, de modo a situar a realidade do Brasil e os possíveis encaminhamentos necessários para desenvolver e consolidar a indústria no país.

2. JUSTIFICATIVA

A revolução tecnológica, advinda da internet tem possibilitado às empresas criarem produtos cada vez mais customizados com várias funcionalidades de forma a atender as demandas de cada tipo de mercado. A criação de soluções mais robustas exige maior conhecimento aplicado, ferramentas específicas e matérias-primas de qualidade que atendam as especificações.

A partir da agregação de valor dos produtos concebidos, os insumos utilizados na fabricação tornam-se vitais para atenderem aos requisitos que possibilitam este incremento contínuo de funcionalidades, que permitem maior conectividade, mobilidade e armazenamento. Por isso, a microeletrônica torna-se indispensável, pois é utilizando sua base de conhecimento e suas tecnologias que é possível materializar semicondutores que potencializam a capacidade de processamento e armazenamento, tornando-se menores e mais acessíveis à um baixo custo relativo.

Portanto, as projeções para o segmento são de que continuem crescendo num ritmo acelerado, pois a microeletrônica desempenha um papel fundamental do ponto de vista tecnológico por ser o ponto de partida que habilita o desenvolvimento de novas tecnologias, ou seja, é a chave que propicia a criação de produtos inovadores para os mais diversos setores.

Nesse sentido, o Brasil definiu este segmento estratégico para a economia, tanto pelas oportunidades de adensamento da cadeia produtiva dada a transversalidade que a indústria de semicondutores engloba, quanto pela questão relacionada ao elevado índice de importações de componentes eletroeletrônicos, principalmente de semicondutores. A falta de soluções no mercado interno acarreta num déficit da balança comercial e não proporciona as condições necessárias para desenvolvimento de produtos nacionais com maior valor agregado.

O estudo faz-se importante pelo fato de ser um segmento estratégico para o país com ações e políticas já implementadas, por apresentar empresas que retratam todas as etapas da cadeia e, ainda assim, não apresenta resultados que indiquem a possibilidade de reverter o desequilíbrio da balança comercial. Mesmo sendo classificado como um setor de alta intensidade tecnológica, o que se vê são soluções voltadas simplesmente para atender ao mercado interno com a premissa de exclusivamente substituir as importações.

Em um segmento caracterizado pela complexidade e dinamicidade do mercado, e que necessita de uma base tecnológica de ponta e conhecimentos específicos aplicados para atender a demanda, a inovação torna-se condição imprescindível para que as empresas que façam parte

deste ambiente. Dado o pequeno número de estudos referentes ao setor, o trabalho justifica-se pelo fato não só de descrever e analisar o segmento no Brasil, mas também de apresentar uma ferramenta teórica que permite às empresas identificarem e analisarem a configuração de suas capacidades de inovação para, então, elaborar estratégias que as desenvolvam de modo a obter vantagens competitivas.

Partindo de um modelo de análise que possibilita as empresas identificarem seu quadro atual, o trabalho descreve o segmento microeletrônico brasileiro e discorre sobre o nível da base tecnológica da indústria, de forma a explicitar quais são as reais demandas que as empresas podem atender. Isto posto, as capacidades de inovação das empresas moldadas por esta base tecnológica disponível devem possuir uma configuração que dê suporte para atuar de forma competitiva no mercado.

Além disso, devem buscar também incorporar e aprimorar algumas competências específicas para aumentar o nível de suas capacidades de modo a permitir um processo de inovação em todas as esferas da empresa.

Desse modo, a inovação torna-se o foco prioritário para desenvolver e consolidar o segmento microeletrônico no país para atender nichos de mercado e obter vantagens competitivas em relação aos concorrentes.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GERAL

Analisar a configuração das capacidades de inovação de empresas do segmento microeletrônico brasileiro.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- I. Descrever o cenário mundial do segmento microeletrônico.
- II. Descrever e analisar a configuração da matriz industrial brasileira do segmento microeletrônico.
- III. Descrever as capacidades de inovação das empresas pesquisadas do segmento microeletrônico.

4. INOVAÇÃO

A base de conhecimento e especificidade tecnológica necessárias para desenvolver e produzir soluções que atendam as demandas de mercado, dependem do nível de complexidade tecnológica do setor, assim como no próprio setor existem diferentes níveis de conhecimento e tecnologia aplicados em produto ou processo (DOSI, 1988). Dessa forma, a configuração da base tecnológica influencia diretamente nas capacidades que as empresas apresentam, e, por conseguinte, determinam qual o nível de complexidade que essas empresas conseguem atender.

Na microeletrônica, por exemplo, o nível de conhecimento aplicado para desenvolver e fabricar um semicondutor para um *smartphone* e um micro controlador de temperatura é totalmente diferente. Desde o *design* do circuito integrado, processo de fabricação e relacionamento com o cliente são diferentes dado o nível de complexidade tecnológica envolvida. A qualidade das matérias-primas, o tipo de ferramentas e máquinas utilizadas no processo produtivo, assim como, as técnicas e processos de produção são diferentes para cada tipo de produto, e, isto, influencia no valor agregado dos insumos.

Por ser um setor de alta intensidade tecnológico (OCDE, 2005) apresenta processos complexos e um mercado extremamente dinâmico devido as constantes inovações que surgem num espaço de tempo cada vez menor. Portanto, uma base tecnológica de ponta eleva o potencial das capacidades das empresas, que permite atender a demandas mais complexas, logo gerar inovações com maior valor agregado.

Desse modo, a inovação seria o resultado final de um processo intenso e contínuo que se inicia na busca pelo aumento do nível da base tecnológica, que influenciará na configuração das capacidades das empresas, e, assim, possibilitará atender demandas mais complexas. A constante mudança pela busca de melhores soluções propicia lacunas de mercado que devem ser preenchidas pelas empresas mais capacitadas (BESSANT, TIDD e PAVITT, 2008).

A inovação seria, então, o caminho para desenvolvimento econômico de um país (SCHUMPETER, 1911), de forma que possibilita a consolidação de vantagens competitivas (PORTER, 1990) que proporcionam às empresas atenderem as necessidades do mercado com excelência.

Mas afinal, qual o significado do conceito inovação?

4.1. CONCEITUANDO INOVAÇÃO

O termo inovação vem sendo utilizado cotidianamente pelos empresários, mídia e sociedade em geral como sinônimo de novo, ou seja, uma novidade que alguém inventa e apresenta afirmando ser diferente do que já existe. Basta, simplesmente, introduzir uma pequena melhoria que já se autodenomina inovação.

Entretanto, o conceito de inovação é muito mais abrangente do que o simples fato de criar ou modificar algo. Este conceito não se restringe à invenção de um novo produto ou serviço, mas também leva em consideração o fato de que essa solução, para atender a uma lacuna de mercado, precisa trazer retornos positivos para empresa (SCHUMPETER, 1911). Dessa forma, este bem (produto ou serviço) deve satisfazer à determinada demanda, de forma que seja percebido como algo útil e valioso e, conseqüentemente, que agregue valor social ou riqueza, sendo, portanto, o impulso para o desenvolvimento econômico (SCHUMPETER, 1911, 1942).

A solução concreta, ou seja, um bem que atenda à determinada demanda pode ser definida como a inovação em si. Logo, este processo de materialização prevê um conjunto de elementos que permitam alavancar e sistematizar a concepção de algo útil e valioso. Todavia, é importante ressaltar que a inovação não ocorre somente na “ponta do iceberg”, mas também internamente na empresa, traga retorno positivo para a mesma, por exemplo, inovação em processo (REICHERT *et al.* 2015).

Dessa forma, pode-se dizer que a inovação está estruturada em alguns pilares fundamentais que darão suporte ao processo de resolução de determinados problemas (DOSI, 1988). Basicamente, a estruturação deste processo inicia-se com a apropriação da informação disponível no ambiente em que a empresa está inserida. Este conjunto de informações não é suficiente para solucionar determinado problema (NELSON e WINTER, 1982; e DOSI, 1998), sendo necessário que a empresa as sistematize, permitindo uma melhor análise. Esta análise será baseada no conhecimento científico-tecnológico e empírico da empresa em questão, que proporcionará um melhor entendimento acerca do problema. Além disso, este bem deve trazer consigo algum tipo de novidade e, para isso, é preciso que se incorpore ao processo certo grau de criatividade, o que é inerente à invenção (DOSI, 1988).

A inovação sendo entendida como mudança (BESSANT, TIDD e PAVITT, 2008), respaldada por este processo estruturado, pode assumir diversas formas (FRANCIS e BESSANT, 2005) em diferentes graus, de modo a influenciar no desempenho da empresa. As

mais variadas formas e graus de inovação podem estar diretamente ligados ao nível das capacidades que a empresa possui para assimilar, analisar e criar novas soluções para as lacunas de mercado.

Nesse sentido, deve-se considerar a empresa como variável fundamental para a consecução de tal processo que resulte em uma inovação. É a partir das capacidades que a empresa detém, e da maneira como aloca seus recursos que permitirá concretizar soluções rentáveis disponibilizadas no mercado. Não obstante, outras variáveis devem ser consideradas para determinar as suas capacidades, como o padrão tecnológico setorial, o tipo de mercado, a posição da empresa na cadeia de valor e também a sua base de conhecimento (DOSI, 1988).

Sendo assim, a empresa, para ofertar uma solução, precisará possuir as capacidades necessárias mínimas para atuar em determinado mercado e conseguir determinar a melhor combinação de modo que obtenha uma vantagem competitiva perante aos seus concorrentes (ZAWISLAK et al., 2012; 2013a; 2013b). Em outras palavras, define-se que as capacidades da empresa impactam no processo de geração de uma solução e, conseqüentemente, no seu desempenho econômico, denominadas, portanto, como capacidades de inovação.

4.2. CAPACIDADES DE INOVAÇÃO

Levando em consideração a visão tradicional, quando se pretende fazer a relação entre as empresas, inovação e desenvolvimento, esta apresenta indicadores como investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D), patentes depositadas e o número de pessoal com nível superior empregado nessas atividades, atrelados a medidas de desempenho como responsáveis pelo desenvolvimento econômico (LALL, 1992; ARCHIBUGI e PIANTA, 1996; HALL e BAGCHI-SEN, 2002; TSAI, 2004; MADANMOHAN *et al.*, 2004; COOMBS e BIERLY, 2006; REICHERT *et al.*, 2011).

Todavia, esta visão não reflete em sua totalidade uma mensuração precisa do processo que resulta na inovação. Esta limitação se refere ao fato de que o método pode não retratar, em sua totalidade, a relação entre empresas, inovação e desenvolvimento quando utilizado em países com realidades socioeconômicas inferiores à países desenvolvidos.

Sendo assim, de onde viriam, então, os esforços de inovação que não seriam considerados pelos indicadores e métricas, baseados no modelo tradicional de avaliação?

Nesse sentido, apesar do enfoque dado à capacidade tecnológica da empresa, alguns autores afirmam que a inovação pode ser o resultado de uma combinação de capacidades (TEECE, 1986; CHRISTENSEN, 1995; GUAN e MA, 2003; YAM *et al.* 2011). Portanto, para ampliar o foco de análise é necessário levar em consideração além do desenvolvimento de produtos, outras fontes de inovação que também influenciariam no desempenho da empresa.

Com a necessidade de superar as dificuldades metodológicas, além da inovação tecnológica (i.e., a partir de indicadores de P&D ou de patentes concedidas), deve-se considerar outros esforços de mudança e novidade, como por exemplo adaptações em produtos, novos arranjos operacionais, adequações em práticas de gestão ou novas técnicas de marketing.

Estas fontes de inovação além do desenvolvimento de produtos podem ser representadas pela eficiência operacional, por uma gestão organizacional eficiente e pela atividade comercial dinâmica. Qualquer uma dessas fontes pode levar a empresa a obter resultados superiores, e isso depende de como é a combinação das capacidades da empresa.

Para possibilitar a ampliação dessa análise, Zawislak *et al.* (2012; 2013a; 2013b; 2014) desenvolvem um modelo que permite retratar todos estes esforços de inovação, sendo possível, então, mensurá-los.

Neste modelo, afirma-se que toda empresa é um negócio tecnológico e pressupõe-se que toda a empresa possui quatro funções básicas divididas em duas dimensões: a dimensão tecnológica, que considera as funções de desenvolvimento e de operações, e a dimensão de negócios, com funções gerenciais e comerciais. Para cada uma dessas funções corresponderá, então, uma capacidade de inovação específica (capacidade de desenvolvimento, capacidade operacional, capacidade gerencial e capacidade comercial). E é, a partir do arranjo dos diferentes níveis dessas capacidades, que se identifica o desempenho de inovação das empresas.

Como explicitado anteriormente, a inovação é o resultado de um processo em que a empresa, a partir da sua capacidade, transforma seu conhecimento em uma solução que preencha uma lacuna de mercado e, conseqüentemente, traga retornos financeiros positivos em todas as esferas da empresa.

É importante ressaltar que as capacidades de inovação trazem para empresa, conforme sua combinação uma ou mais vantagens competitivas (PORTER, 1990) que diferenciam de seus concorrentes e influenciam positivamente no seu desempenho (ZAWISLAK *et al.*, 2012; 2013a; 2013b).

4.3. MODELO DAS CAPACIDADES DE INOVAÇÃO DA EMPRESA

O Modelo das Capacidades de Inovação apresenta a inovação como produto das quatro capacidades da empresa que, por meio de um conjunto de atividades e rotinas, abrangem todos os departamentos da empresa, não se concentrando apenas em um setor ou função, por exemplo, departamento de pesquisa e desenvolvimento. Parte-se do pressuposto de que todas as empresas possuem, independentemente do porte, do setor de atividade ou da intensidade tecnológica, quatro funções básicas: desenvolvimento, operação, gestão e comercialização (ZAWISLAK *et al.*, 2012; 2013a).

Conforme o Manual de Oslo (OCDE, 2005), a inovação divide-se em quatro tipos, mudanças em produtos, em processos, na organização ou no marketing, o que corrobora com o Modelo das Capacidades, que também divide a empresa em quatro funções básicas. Amplia-se, então, o foco de análise para identificar como a inovação ocorre, pois se acrescenta o fato de que a inovação pode advir de qualquer uma daquelas funções.

Sendo assim, este modelo permite identificar os esforços de inovação da empresa em todos os níveis e mensurar o estágio de inovação que a empresa se encontra determinando o grau de cada uma das capacidades da empresa.

Além disso, devem-se considerar os fatores externos como o padrão tecnológico setorial, tipo de mercado, posição da empresa na cadeia de valor e sua base de conhecimento para entender o funcionamento da empresa e o arranjo de suas capacidades. E, assim, identificar e analisar quais são as capacidades predominantes e que gerariam vantagens competitivas para empresa, e, conseqüentemente, lucro (REICHERT *et al.*, 2015).

Faz-se necessário descrever as capacidades de inovação de modo a auxiliar o entendimento acerca dos diferentes perfis de empresas e a maneira pela qual dispõem o seu arranjo para se adequar ao ambiente no qual estão inseridas, e ainda, possibilitar uma posição à frente dos seus concorrentes.

A **Capacidade de Desenvolvimento** condiz ao conjunto de habilidades e rotinas necessárias para viabilizar o processo de desenvolvimento. Este processo consiste em, a partir das informações disponíveis e da base de conhecimento da empresa, buscar, analisar e aplicar estes elementos, de modo a gerar ou adaptar uma determinada tecnologia que será ofertada ao mercado. Com a geração de novidades como novos produtos, novos materiais, ou até com o desenvolvimento de novas máquinas e equipamentos que visem atingir níveis de eficiência

técnico-econômica maiores (ZAWISLAK *et al.* 2012; 2013a), esta capacidade é vital para a manutenção e consolidação da empresa no mercado.

O processo de desenvolvimento requer pessoal especializado que detenha certo grau de conhecimento para conceber novas soluções que sejam adequadas à determinada demanda. Entretanto, somente conceber e não ter a capacidade de materializar dada ideia não será possível obter sucesso. Portanto, quanto maior a complexidade da concepção maior deverá ser a capacidade operacional da empresa (REICHERT *et al.*, 2015).

A **Capacidade Operacional** diz respeito às habilidades e rotinas que a empresa possui para conseguir executar, dentro de padrões e sistemas técnicos já desenvolvidos e definidos, as suas operações diárias relativas ao processo produtivo, em certo período de tempo (ZAWISLAK *et al.* 2012; 2013a). A partir da melhoria e elaboração de novos processos ou técnicas de produção, a capacidade operacional possibilita a fabricação de produtos com maior qualidade, obtém-se maior eficiência produtiva, e conseqüentemente, redução de custos.

Mesmo que a empresa não produza determinado bem, somente faça solicitações a clientes (i.e. terceirização) com especificações já pré-estabelecidas, a empresa precisa de uma capacidade operacional adequada para ter conhecimentos mínimos do processo produtivo para ofertar ao mercado o melhor produto com o menor custo possível (REICHERT *et al.*, 2015).

A **Capacidade Gerencial** diz respeito às habilidades e rotinas referentes ao processo de coordenação organizacional e a alocação ótima dos recursos. Portanto, é uma capacidade que estrutura e dá suporte ao funcionamento de toda a empresa a fim de gerenciar todas as funções da empresa para atingir seus objetivos (ZAWISLAK *et al.* 2013a; 2013b). Não será, exclusivamente, a partir do desenvolvimento e aperfeiçoamento das técnicas de gestão que serão suficientes para empresa se manter no mercado. Em outras palavras, não basta a empresa focar somente em gestão para sobreviver, porém deve possuir uma gestão adequada e robusta o suficiente para dar continuidade a atividade operacional da organização.

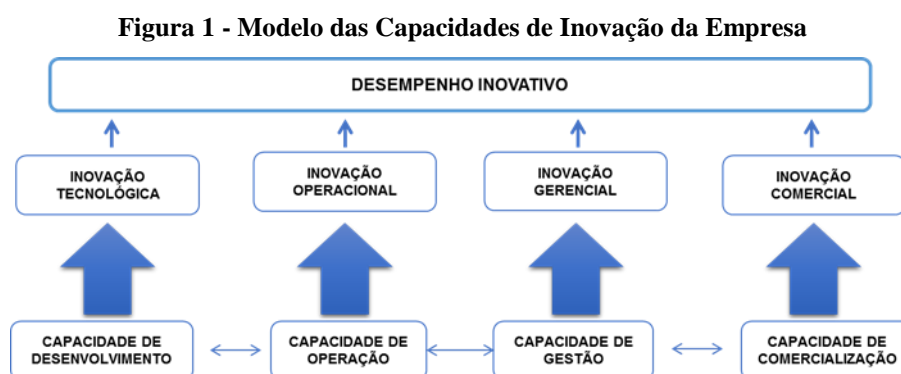
Baseado nesta capacidade que a empresa respaldará o seu processo de tomada de decisão estratégica, e quais serão os focos e modelos de gestão necessários para implementar todas as ações que visem atingir os objetivos máximos da organização (REICHERT *et al.*, 2015).

Por fim, a **Capacidade Comercial** diz respeito às habilidades e rotinas que a empresa possui para pôr em prática processos de marketing e comercialização. Deve-se levar em consideração o tipo de mercado e os padrões de comportamento do consumidor para maximizar as ações que se adequem a realidade de cada setor. Esta capacidade abrange várias atividades da empresa e é fundamental para viabilização do negócio, pois é a capacidade que está em constante contato com o mercado, seja para prever novas tendências como para relacionar-se

com os clientes (REICHERT *et al.*, 2015). Pesquisas junto ao consumidor, canais de distribuição, relacionamento com fornecedores e clientes, marca e reputação são apenas algumas das atividades relacionadas a esta capacidade.

Portanto, o objetivo central da capacidade comercial é buscar reduzir o custo de transação, quando se precisam encontrar os melhores preços na relação oferta e demanda (COASE, 1937; WILLIAMSON, 1985, 1999, 2002; ZAWISLAK *et al.* 2012, 2013a).

Posto que toda a empresa possui as quatro capacidades, é possível identificar a configuração das capacidades de inovação, podendo auxiliar na busca do equilíbrio ideal para cada organização. O Modelo das Capacidades de Inovação é resumido na Figura 1.



Fonte: Zawislak *et al.* 2012; 2013a; Reichert *et al.* 2015.

Baseada neste modelo, cada empresa pode identificar a configuração de suas capacidades de modo a auxiliar na tomada de decisão em relação a qual estratégia a empresa deve assumir. Portanto, o modelo serve como uma ferramenta de análise para apontar a disposição das capacidades que a empresa possui e, a partir desse quadro, identificar qual deve ser a possível estratégia a ser adotada para direcioná-la a um desempenho inovativo superior.

Deve-se levar em consideração que devido às características setoriais e a intensidade tecnológica de seu ramo de atividade, a empresa deve buscar a combinação ideal de suas capacidades para, então focar em uma capacidade predominante específica que resulte numa vantagem competitiva, e possibilite lucros extraordinários para empresa. Sendo assim, torna-se evidente que as empresas deveriam estruturar sua estratégia e os seus objetivos, levando em consideração o potencial de inovação sugerido por cada capacidade predominante (REICHERT *et al.*, 2015).

Kim (1999) apresenta o desenvolvimento da capacidade tecnológica que a Coreia do Sul teve durante algumas décadas para estruturar sua base tecnológica e aprimorar sua

capacidade para ofertar soluções complexas. Para atender os diferentes níveis de complexidade tecnológica foram sendo implementadas ações que visavam aumentar a base de conhecimento, internalizar indústrias de base, incentivar processos de transferência de tecnologia para que as empresas fossem passando desde pelos estágios de adaptação, imitação criativa e, por fim, de inovação (KIM, 1999). O processo foi longo, porém foi fundamental para dar sustentação para a indústria e prover condições básicas que para desenvolver soluções específicas e complexas com alto valor agregado que atendam um mercado dinâmico e exigente.

Adams *et al* (2013) discorre sobre as duas principais formas que ocorrem o desenvolvimento de produto, que seriam a partir de uma ideia própria que atenderá os padrões de mercado sendo um aumento do portfólio de produtos da empresa, e, ainda, pela interação entre produtor e cliente que solicita um chip customizado para embarcar nos seus produtos. Estas duas formas de desenvolvimento impulsionam a criação de novos produtos inovadores que conferem aos usuários finais vantagens competitivas (ADAMS *et al*, 2013) devido à fabricação de produtos com maior valor agregado. Portanto, a prospecção de novos negócios e o processo para apresentar as vantagens inerentes do binômio custo-benefício em incorporar um chip customizado, torna ainda mais desafiadora a relação entre produtor e consumido. Desse modo, a empresa precisa apresentar uma capacidade de desenvolvimento robusta, mas também uma capacidade de comercialização que dê suporte este relacionamento e resulte no fechamento de contratos.

Desta maneira, faz-se importante descrever o cenário do segmento microeletrônico, que está inserido no complexo eletroeletrônico, para entender a dinâmica de funcionamento e a configuração dos atores na cadeia de valor.

5. O COMPLEXO ELETROELETRÔNICO

O complexo eletroeletrônico abrange diversos segmentos industriais que interagem numa cadeia complexa com a atuação transversal de vários atores, entretanto, cada um desses segmentos possui características e dinâmicas diferentes (HAUSER *et al.*, 2007). É importante ressaltar que todos estes segmentos, para materialização dos seus produtos, necessitam de insumos relacionados à indústria microeletrônica (NASSIF, 2002; GUTIERREZ e ALEXANDRE, 2003; HAUSER *et al.*, 2007; JABBOUR e JABBOUR, 2012).

Este complexo divide-se nos seguintes segmentos industriais: componentes elétricos e eletrônicos, informática (*hardware* e *software*), bens eletrônicos de consumo, equipamentos de telecomunicações (NASSIF, 2002; GUTIERREZ e ALEXANDRE, 2003; HAUSER *et al.*, 2007; JABBOUR e JABBOUR, 2012).

Devido ao avanço tecnológico impulsionado pela crescente incorporação de produtos eletroeletrônicos ao dia-a-dia das pessoas, empresas e instituições em todos os âmbitos; o complexo eletroeletrônico possui papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico dos países de modo geral. Essa nova revolução tecnológica perpassa por todos os setores da economia, de forma a auxiliar no desenvolvimento de bens (produto e serviço) mais complexos, de maior qualidade e confiabilidade para atender as necessidades de um mercado cada vez mais exigente.

Este complexo eletroeletrônico, a nível mundial movimentava aproximadamente 1,255 trilhão de dólares¹ anualmente, com um crescimento médio de 8,7% a.a., conforme dados da *Reed Electronics Research* (2015), o que demonstra a magnitude econômica destas indústrias de alta intensidade tecnológica.

Os principais *players* neste complexo são os países do leste asiático (i.e. Cingapura, China, Coreia do Sul, Japão e Taiwan), Estados Unidos e alguns países da Europa (i.e. Alemanha, Itália e Reino Unido). A posição na cadeia de valor e os segmentos em que estes países se especializaram são fatores que influenciam o mercado e que criaram barreiras a novos entrantes devido ao alto grau de conhecimento aplicado em setores que estão em constante atualização.

Nesse sentido, deve-se destacar a importância do segmento microeletrônico como base para a fabricação de produtos com maior valor agregado, visto que há uma tendência do

¹ Média dos dados consolidados para o período de 2010-2014 da produção mundial de eletroeletrônicos.

aumento da concepção de soluções digitais para todos os nichos na cadeia de valor do complexo eletroeletrônico. Dessa forma, fazer parte deste mercado a nível global é imprescindível para países que buscam maior competitividade na área de tecnologia.

5.1. O SEGMENTO MICROELETRÔNICO

A crescente incorporação de componentes eletroeletrônicos nos bens concebidos influencia diretamente no aumento da demanda global de semicondutores², como insumos básicos para materialização destas soluções (GUTIERREZ e LEAL, 2004; GUTIERREZ e MENDES, 2009; AITA, 2013). Devido a miniaturização e escalas de produção nanométricas dos semicondutores, deu-se nome ao campo da eletrônica que se dedica ao estudo e fabricação destes como microeletrônica (GUTIERREZ e LEAL, 2004).

A partir do desenvolvimento de uma nova técnica de fabricação com a integração de vários transistores em uma única micropeça (chip), o chamado circuito integrado (CI), fez com que a utilização deste semicondutor como insumo para diversos componentes eletroeletrônicos fosse maximizada (GUTIERREZ e LEAL, 2004; GUTIERREZ e MENDES, 2009). Desse modo, é possível afirmar que a dinâmica desta indústria está fundamentalmente calcada na transformação do conhecimento científico em aplicações tecnológicas.

Nesse sentido, o segmento microeletrônico possui um papel vital para economia mundial dado o número de aplicações que os semicondutores podem desempenhar para agregação de valor dos mais diversos produtos concebidos para os mais variados setores. A expressão *key-enabling technology* foi cunhada para destacar a importância da microeletrônica, que significa que os insumos materializados (i.e. semicondutores) são os responsáveis por habilitar os outros setores a incorporarem elementos portadores tecnologia avançada e a desenvolverem novas soluções que atendam as demandas específicas.

A dinamicidade e a complexidade características comuns para um setor de alta intensidade tecnologia corroboram com a constante busca das empresas pela inovação. Isto reflete no aperfeiçoamento da tecnologia de produção, que resultou na miniaturização e no aumento da capacidade de armazenagem e processamento destes componentes. Ou seja, o

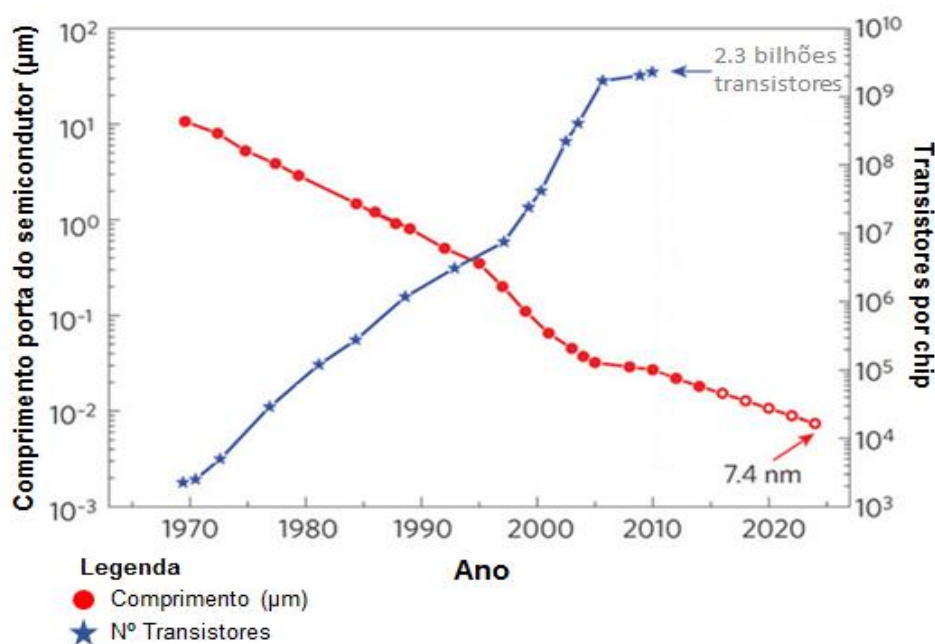
² O semicondutor é um material à base de um substrato (e.g. silício) que possui condutividade elétrica. São utilizados como insumos para diversos componentes eletroeletrônicos.

conhecimento científico aplicado foi capaz de aumentar o nível tecnológico dos semicondutores ao longo do tempo, mesmo com o aumento da complexidade dos processos, devido principalmente ao capital humano.

Ressalta-se, portanto, que o papel das instituições de ensino e pesquisa foram fundamentais para o desenvolvimento da indústria de semicondutores que se beneficiou da base científico-tecnológica e conseguiu transformar estes conhecimentos em diversas aplicações tecnológicas.

Uma das explicações do porquê o segmento vem crescendo exponencialmente está baseado na Lei de Moore (INTEL, 2015), comprovada por modelos matemáticos, demonstrando que o número de transistores dos chips dobraria pelo mesmo custo, num período inferior a dois anos, ou seja, a capacidade de processamento, armazenamento e miniaturização dos componentes cresceria de forma exponencial, representada no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Evolução do comprimento da porta e número de transistores do circuito integrado



Fonte: Adaptado e traduzido (SCHWIERZ, 2010)

A partir do Gráfico 1, é possível identificar a diminuição da evolução tecnológica a cada ano, pois o esforço de desenvolvimento e o investimento necessários para aprimorar o circuito integrado é cada vez maior. Apesar de haver uma tendência de que o incremento da capacidade dos chips diminua, os principais players continuam investindo nos seus departamentos de P&D, e, assim, conseguem manter a sua vantagem tecnológica em relação à concorrência. Ou seja, o

capital humano foi uma peça fundamental para conseguir resolver este quebra-cabeças e continuar criando novas soluções mais robustas.

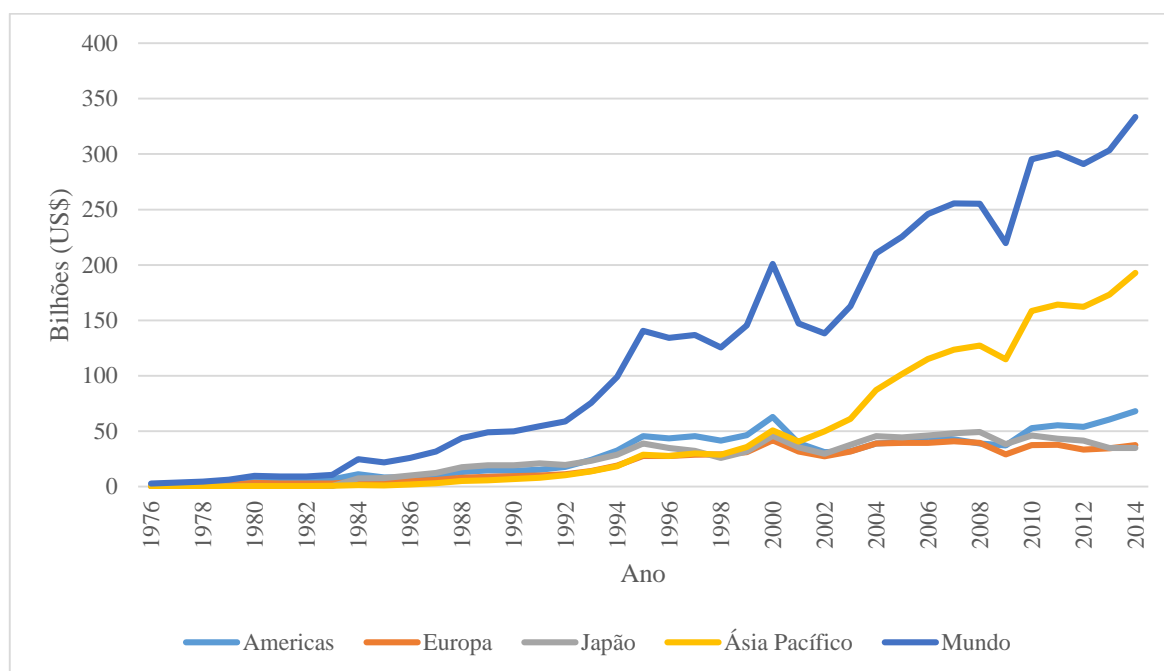
Nesse sentido, o desenvolvimento de novas soluções, assim como os processos produtivos decorrentes para a fabricação destes insumos acumula a cada ano maiores graus de complexidade e da necessidade de recursos para manutenção do ciclo. Seja porque os semicondutores são patenteados ou protegidos por segredo industrial, ou por precisar de novas máquinas e equipamentos para produção, ou ainda por haver a necessidade de aperfeiçoar as técnicas de fabricação para materializar os semicondutores. Portanto, as barreiras de mercado impostas a novos entrantes são maiores do que outros setores mais maduros, seja pelo nível de conhecimento aplicado, pela curva de aprendizado crescente, pela existência de proteção de propriedade intelectual, fornecedores globais que formam um oligopólio, além da concorrência acirrada devido a consolidação de players ao longo dos anos.

Embora existam todas estas barreiras, a indústria de semicondutores possui extrema importância, pois conforme explicitado anteriormente, está presente em praticamente todos os produtos que são utilizados no mundo moderno. Computadores, tablets, smartphones, automóveis, aviões e também em produtos conectados à internet, são alguns exemplos em que os chips desempenham sua função primordial, que é a de possibilitar que estes bens ofereçam funcionalidades cada vez mais completas e que atendam às necessidades dos consumidores.

Em relação à “internet das coisas” incorpora-se muito mais do que um software customizado que possibilite por meio de comandos de um smartphone controlar e programar a temperatura de um termostato residencial. Esta vai além do simples fato de produzir um termostato que antes tinha poucas funcionalidades, logo pouco valor agregado e, atualmente, possibilita aos usuários regularem a temperatura antes de chegarem em casa e o dispositivo já ser programado para se ligar em determinado horário para aquecer ou resfriar a casa conforme as suas necessidades. Desse modo, a microeletrônica é fundamental para agregar valor aos produtos que utilizam chips para incorporar novas funcionalidades.

Esta gama de setores que os semicondutores compreendem, instituem nichos de mercado com potencial demanda que as empresas podem vir a atender. Sendo assim, as empresas procuram avaliar oportunidades que alavanquem o seu modelo de negócio e tragam retorno econômico positivo.

Isto posto, alavancou o crescimento da indústria de semicondutores num ritmo forte desde a década de 70 (Gráfico 2), e, atualmente, apresenta um faturamento global que supera a marca de US\$ 300 bilhões.

Gráfico 2 - Histórico Global de Vendas da Indústria de Semicondutores

Fonte: Semiconductors Industry Association (2015)

Esta curva vertiginosa apresentada nas últimas décadas vem sendo alavancada não só pela demanda produtos eletroeletrônicos, mas também pela explosão da demanda para produtos interligados à internet. Segundo a The World Semiconductor Trade Statistics (WSTS), as previsões são de que a indústria crescerá aproximadamente 10% nos próximos 3 anos (WSTS, 2015) liderada pelos principais países asiáticos, que num ritmo avassalador vem conseguindo atender às demandas globais.

É importante ressaltar que existem diferentes tipos de mercado na cadeia de semicondutores, com uma divisão a partir do nível de complexidade tecnológica envolvida desde o desenvolvimento até o processo de fabricação, assim como pela escala de produção e capacidade de investimento necessárias para viabilizar uma operação. Os semicondutores de maior valor agregado, ou seja, com nível de miniaturização na fronteira do setor, com maior capacidade de processamento e armazenamento são destinados à setores que precisam de insumos com alta performance e que possibilitem incorporar funcionalidades mais complexas.

Em um patamar diferente encontram-se as soluções em circuitos integrados voltados para nichos específicos que não necessitam de chips na fronteira do setor. Na qual as empresas podem oferecer insumos customizados e voltados para determinada aplicação que embora apresentem um valor agregado menor, dada a menor complexidade para toda a cadeia de valor, conseguem atender as demandas de consumidores que desejam aumentar o nível tecnológico de seus produtos finais.

5.2. A CONFIGURAÇÃO DA MATRIZ INDUSTRIAL DO SEGMENTO MICROELETRONICO

Portanto, dependendo do tipo de mercado em que atuam e a complexidade tecnológica envolvida, as empresas do segmento buscam as melhores alternativas que lhes confirmem vantagens competitivas, de modo a se manterem em um mercado altamente competitivo.

Desta maneira, os semicondutores tornam-se insumos extremamente úteis que possibilitam a criação de novos produtos com alto valor agregado e que influenciam os diversos setores da economia. Sendo assim, os atores que decidem desenvolver e consolidar o determinado segmento buscam o adensamento da cadeia produtiva local, e, assim, consigam gerar riqueza no longo prazo.

Conforme, a magnitude e a complexidade da indústria microeletrônica, para um melhor entendimento do segmento faz-se necessário descrever a configuração de sua cadeia valor. É importante ressaltar que esta caracterização não se estenderá aos diversos clientes finais, visto que a utilização destes insumos faz parte de vários segmentos do complexo eletroeletrônico e com aplicações para outros setores. Portanto, este trabalho focará somente na descrição da cadeia de valor da indústria microeletrônica.

O segmento pode ser dividido em 4 grandes subsegmentos que constituem diferentes etapas da cadeia produtiva (GUTIERREZ e LEAL, 2004; GUTIERREZ e MENDES, 2009; ABDI, 2011; AITA, 2013):

- I. Subsegmento de Desenvolvimento que envolve as etapas de concepção e projeto.
- II. Subsegmento de Fabricação (*Front-End*) que envolve a etapa de fabricação dos semicondutores.
- III. Subsegmento de Encapsulamento e Testes (*Back-End*) que abrange a etapa de montagem, encapsulamento e testes dos semicondutores fabricados.
- IV. Subsegmento de Comercialização que compreende a etapa de venda e suporte ao cliente na aplicação e análise de falhas no sistema.

O Subsegmento de Desenvolvimento por abranger as etapas de concepção e projeto é caracterizada pelo momento em são criadas as novas ofertas para a cadeia de valor, podendo ou não serem co-criadas com o cliente. Sem estas etapas, as outras não existiriam, pois, o desenvolvimento de um produto funcional e eficiente permite atender as demandas de mercado de forma assertiva (GUTIERREZ e LEAL, 2004; GUTIERREZ e MENDES, 2009; ABDI,

2011; AITA, 2013). Fazem parte desse subsegmento as empresas sem fábrica (*fabless*) que realizam todas as atividades da concepção do produto ao serviço ao cliente do produto, entretanto terceirizam as outras etapas, sendo elas as donas da marca e, portanto, do mercado de seus produtos, como a Qualcomm e NVIDIA. Também fazem parte as *Design Houses*, que são as empresas de projeto independentes que são subcontratadas por empresas dos outros segmentos para criar novos projetos. E, ainda, as empresas de propriedade intelectual (*Silicon Intellectual Property*) que desenvolvem células específicas de projeto e as licenciam a terceiros.

O Subsegmento de Fabricação (*Front-End*) se configura a partir das exigências das etapas anteriores de forma a qual adequa sua produção para produzir os produtos de forma a garantir qualidade e eficiência (GUTIERREZ e LEAL, 2004; GUTIERREZ e MENDES, 2009; ABDI, 2011; AITA, 2013). Apresenta processos complexos que precisam estar em conformidade com as exigências de padrões e normas internacionais, e ao mesmo tempo ter a flexibilidade para materializar os produtos dos projetos concebidos. Neste subsegmento encontram-se as fábricas dedicadas (*dedicated foundries*) que seguem as especificações das etapas de desenvolvimento e produzem o determinado produto, como as empresas TSMC e UMC.

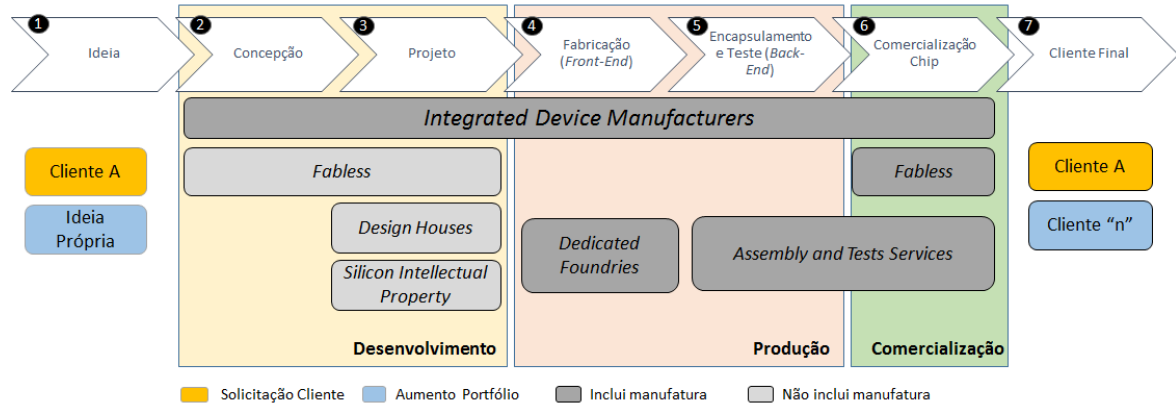
O Subsegmento de Encapsulamento e Testes (*Back-End*) apresenta uma configuração em que seria a fase final na elaboração do produto, pois é quando são realizadas a montagem dos chips, o processo encapsulamento para a sua proteção e a realização de testes para verificar se os padrões de qualidade foram atendidos. As empresas situadas nesse subsegmento, as chamadas *assembly and tests services* (ATS), são responsáveis por garantir que os produtos fabricados atendem as especificações, de forma a certificar para os consumidores produtos de qualidade e confiabilidade, como a Ankor e a Hana Micron.

Por fim, o Subsegmento de Comercialização está configurado na venda do circuito integrado seja para o cliente que solicitou um chip customizado ou para o mercado de modo geral. Ainda prevê um relacionamento de suporte a cada uma das etapas anteriores visando o aperfeiçoamento e diminuição de falhas de modo a atender as necessidades do cliente. As empresas desse subsegmento proveem soluções aos seus clientes visando adequar as etapas anteriores às suas demandas. Esta etapa é realizada por todas as empresas que interagem diretamente com o cliente final, tendo o circuito integrado pronto para uso, que são as *fabless* e ATS.

A cadeia produtiva do segmento microeletrônico (Figura 2) apresenta alto grau de complexidade, havendo uma série de subsegmentos na forma de diluir os custos inerentes a

cada uma das etapas e também por apresentar uma estratégia de especialização por parte das empresas.

Figura 2 - Cadeia de Valor do Segmento Microeletrônico



Fonte: Adaptado Consórcio A.T.Kearney/Azevedo Sette/IDC apud GUTIERREZ e MENDES, 2009; ABDI, 2011.

Entretanto, como se pode verificar na Figura 2, existem empresas que verticalizam toda a cadeia produtiva de modo que lhes conferem a liderança de mercado por serem empresas de ponta que contribuem com o avanço tecnológico devido a internalização das etapas com maior valor agregado (ABDI, 2011; AITA, 2013). Estas empresas são as denominadas fabricantes integradas ou *Integrated Device Manufacturers*, exemplificadas pelas gigantes Samsung, IBM e Intel.

Esta configuração retrata a cadeia de valor do segmento microeletrônico, em que se pode identificar uma clara divisão do âmbito de desenvolvimento e de produção, embora existam empresas que verticalizem toda a cadeia.

Conforme explicitado anteriormente, a cadeia de valor pode diferir no nível de complexidade de país para país, dada a base tecnológica e as capacidades das empresas, e também pela estratégia de posicionamento que adotam.

A configuração da matriz industrial da cadeia de semicondutores pode até apresentar semelhanças no seu formato nos diversos países, no entanto, a diferença pode estar no tamanho do segmento que influencia na escala de produção, logo nos custos inerentes para materializar um circuito integrado. Também pode estar na base tecnológica presente no país que pode ou não possibilitar o desenvolvimento e fabricação de soluções mais complexas, ou seja, influencia diretamente nas capacidades das empresas.

Levando em consideração os tipos de mercado, será a partir da base tecnológica presente e o tamanho do segmento local, que se estabelecerá o nível de complexidade tecnológica que as empresas serão capazes de atender. Portanto, definir uma estratégia de desenvolver um segmento crucial para o adensamento da cadeia produtiva deve-se, primeiramente, saber qual a estrutura disponível no ambiente, e somente assim será possível identificar o real potencial deste segmento na economia local.

Sendo assim, faz-se importante apresentar o processo histórico que culminou no estabelecimento da indústria de semicondutores no Brasil, bem como buscar entender qual a configuração que o segmento apresenta, para então entender o seu potencial no país.

6. O COMPLEXO ELETROELETRÔNICO BRASILEIRO

A história do desenvolvimento do complexo eletroeletrônico brasileiro inicia-se na década de 50, com as atividades de empresas multinacionais produtoras de bens eletroeletrônicos de consumo instaladas no território nacional (NASSIF, 2002; GUTIERREZ e ALEXANDRE, 2003; HAUSER *et al.*, 2007; JABBOUR e JABBOUR, 2012; LIMA, 2012).

A partir da década de 60, algumas empresas e instituições de ensino passam a instalar os primeiros computadores para processamento de dados e num processo lento e gradual o uso da informática passou a ser difundido para outros setores (NASSIF, 2002). No final deste decênio algumas ações governamentais começaram a dar contornos a uma política industrial e tecnológica para o complexo. A principal ação visando a expansão da produção de bens eletroeletrônicos de consumo, devido ao crescimento da demanda interna, alavancou, em 1967, a criação da Zona Franca de Manaus (ZFM) que concedia às empresas que se instalassem nesse polo vários incentivos e isenções fiscais e tributárias. Com o objetivo de impulsionar a região norte e tornar-se um polo exportador, o que se viu foi que grande parcela da produção foi orientada ao mercado interno (NASSIF, 2002).

Já na década de 70, com a crise internacional instaurada e aumento dos déficits na balança comercial brasileira, o governo passou a implementar políticas voltadas para o complexo pautadas no Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND) que abrangia diversos setores estratégicos e primava pela substituição das importações com estímulos à produção nacional (NASSIF, 2002). Em 1972, foi criada a Comissão de Atividades de Processamento Eletrônico (Capre), primeiramente, para disciplinar os gastos governamentais referentes às compras de equipamentos de informática, passou após a influência de fatores macroeconômicos a formular políticas voltadas para este segmento a fim de torna-lo autossuficiente no longo prazo (PAIVA *apud* NASSIF, 2002). Em 1979, a Secretaria Especial de Informática (SEI), antiga Capre, implementou uma nova política industrial que abrangia diversos segmentos do complexo eletroeletrônico com o objetivo de proteger a produção nacional garantindo uma reserva de mercado às empresas nacionais, quase que excluindo em sua totalidade a concorrência de empresas estrangeiras (NASSIF, 2002).

A reserva de mercado, com a estrita barreira de importações e algumas normas referentes ao conteúdo local dos produtos fabricados nos segmentos previstos (i.e., informática, bens eletroeletrônicos de consumo e componentes elétricos e eletrônicos) propiciaram a criação de algumas empresas com base tecnológica que buscaram desenvolver soluções que

abastecessem o mercado interno. Entretanto, pela fragmentação da produção, a falta de *know how* e pressões externas levaram por volta de 1991, ao fim da barreira comercial, que com a entrada de produtos e concorrentes internacionais, muitas empresas deixaram de existir (NASSIF, 2002; LIMA, 2012).

Após essa liberalização comercial, o governo implementou algumas ações paliativas para tentar salvar as poucas empresas que restaram, como a criação da Lei da Informática (LI)³, que prevê a aplicação de um percentual da receita bruta da empresa com bens e serviços de informática em pesquisa e desenvolvimento (P&D) podendo beneficiar-se da redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI) devido sobre os produtos para os quais estejam cumprindo o Processo Produtivo Básico (PPB)⁴ fixado (GUTIERREZ e ALEXANDRE, 2003).

Algumas políticas nacionais como a PITCE (2003), Plano de Desenvolvimento Produtivo (2008), Plano Brasil Maior (2012), colocaram alguns segmentos do complexo eletroeletrônico como prioridade do país, que visavam articular ações transversais que atingissem os setores da economia de forma sistêmica, a partir de incentivos fiscais e tributários, com facilidade na obtenção de financiamentos, prioridade na carteira de encomendas governamentais de produtos fabricados por empresas nacionais, aumento de investimentos em capacitação e desenvolvimento de recursos humanos e estímulos à inovação em toda a cadeia produtiva (NASSIF, 2002; GUTIERREZ e ALEXANDRE, 2003; HAUSER *et al.*, 2007; JABBOUR e JABBOUR, 2012; LIMA, 2012).

Todo este esforço governamental durante estas décadas foi realizado para estimular, desenvolver e consolidar este *pool* de setores, para que fosse possível reduzir o déficit da balança comercial, e, ainda, buscar maior competitividade na área de tecnologia que tende a crescer ainda mais.

Em 2014, segundo a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE (2015), o complexo eletroeletrônico brasileiro girou em torno 65 bilhões de dólares, o que corresponde, aproximadamente, a uma participação de 3% no Produto Interno Bruto (PIB) do País. Entretanto, o déficit da balança comercial no mesmo ano foi de 34,59 bilhões (ABINEE, 2015), o que representa uma grande dependência do país em relação a insumos e produtos importados frente ao baixo percentual de exportação comparativamente.

³ Leis 8.248/91, 10.176/01, 11.077/04.

⁴ O PPB, que foi implementado em 1993, concede incentivos fiscais no âmbito da LI definidos a cada tipo de produto, a empresas que cumpram determinadas etapas de produção local, adquiram localmente determinados componentes e invistam um percentual da receita em P&D.

Muito deste desequilíbrio é evidenciado pelos gargalos existentes no segmento de componentes eletroeletrônicos, mais especificamente em relação a microeletrônica. Sabendo que este segmento é o elo principal do complexo, e que serve como base para praticamente todos os outros segmentos, ainda apresenta um grande gap tecnológico em relação aos *players* mundiais, o que impacta diretamente no aumento das importações e no baixo adensamento da cadeia produtiva, dificultando a geração de soluções mais robustas e que gerem vantagens competitivas (GUTIERREZ e ALEXANDRE, 2003; GUTIERREZ e LEAL, 2004; GUTIERREZ e MENDES, 2009). No entanto, levando em consideração a divisão dos tipos de mercado, devido à diferença de complexidade tecnológica envolvida nas etapas de desenvolvimento e produção dos circuitos integrados, existem oportunidades que uma indústria de semicondutores estabelecida localmente pode aproveitar.

Portanto, o segmento microeletrônico torna-se vital para o adensamento da cadeia produtiva, para a geração de novas tecnologias e para diminuir a dependência de fornecedores estrangeiros. Dessa forma dada a base tecnológica disponível e o tamanho do segmento, o Brasil pode focar-se em nichos de mercado pouco explorados que dessa forma impactam positivamente na consolidação do país como um *player* no mercado mundial.

6.1. O SEGMENTO MICROELETRÔNICO BRASILEIRO

A indústria de semicondutores no Brasil está diretamente ligada ao complexo eletroeletrônico, pois quando se propôs desenvolver o complexo eletroeletrônico, os mais diversos segmentos foram impulsionados. Desse modo, a demanda interna de semicondutores foi fundamental para alavancar o segmento microeletrônico no país.

Deve-se ressaltar a importância das universidades como fonte de conhecimento, quando professores buscaram introduzir um novo campo específico da ciência, a microeletrônica. Este processo culminou na formação e capacitação dos profissionais para atuarem neste segmento de alta intensidade tecnológica.

Diante destes elementos, faz-se importante destacar as principais políticas e ações governamentais durante estas décadas que visaram incentivar o segmento microeletrônico brasileiro.

6.1.1. O Contexto Histórico e a Configuração Institucional do Segmento Microeletrônico Brasileiro

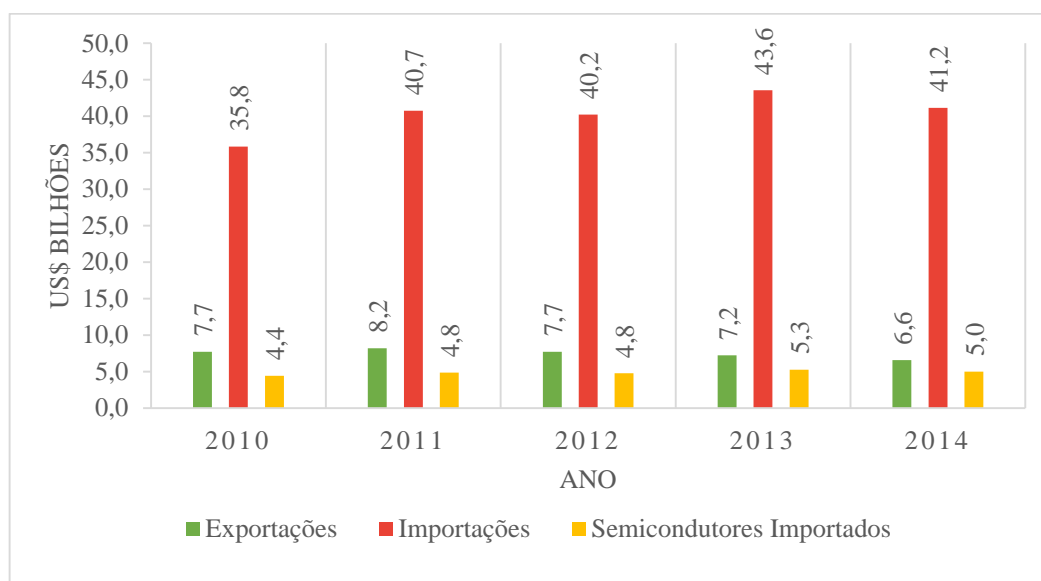
O segmento microeletrônico brasileiro desde 1960 sempre acompanhou as demandas do mercado interno incentivadas pelas ações e políticas implementadas pelo governo durante este período.

Nas décadas de 70 e 80, buscou-se incentivar todo o complexo eletroeletrônico protegido pela reserva de mercado, e que dessa forma propiciou o surgimento de empresas de base tecnológica, que formaram recursos humanos capacitados, além da acumulação de conhecimento e aprendizado inerente ao processo de desenvolvimento e produção destes produtos. Entretanto, contava com a proteção da reserva de mercado e estímulo à compra de componentes nacionais por parte das fabricantes de bens eletrônicos de consumo. Algumas empresas do segmento microeletrônico surgiram e se mantiveram aqui com as etapas de *design* e de encapsulamento e testes, como por exemplo, Itaiú Componentes, Elebra Microeletrônica, Sid Microeletrônica e Grupo Sharp (KNEBEL, 2010).

Já na década de 90, com a liberalização comercial, muitas empresas desapareceram, sendo que as de microeletrônica foram todas fechadas, pois não foram capazes de suportar a competitividade dos insumos das empresas internacionais (MCTI, 2002).

A característica principal de setores de alta intensidade tecnológica é a de que o prazo para desenvolvimento e consolidação é longo (KIM, 1999) e necessita de grandes investimentos, logo o risco inerente a estas operações também é alto. Por isso, a sinergia entre governo, empresas e instituições é fundamental, pois para novos entrantes neste segmento dada a complexidade tecnológica e dinamicidade do mercado os desafios são ainda maiores.

Com o crescimento da demanda por semicondutores e componentes eletroeletrônicos de forma exponencial nas últimas décadas, isto influenciou no saldo da balança comercial brasileira referente a produtos eletroeletrônicos, que, atualmente, apresenta números negativos e vem na média aumentando nos últimos quatro anos, conforme o apresentado no Gráfico 3.

Gráfico 3 – Balança Comercial Brasileira de Produtos Eletroeletrônicos

Fonte: Adaptado ABINEE, 2015

A partir do Gráfico 3, é possível compreender porque é preciso reverter o cenário de importações, principalmente relacionado aos semicondutores. Os dados são alarmantes, pois 50% das importações de produtos eletroeletrônicos são de componentes (ABINEE, 2015) que são utilizados na fabricação de bens finais.

Buscando reverter o déficit da balança comercial de produtos eletroeletrônicos, o governo brasileiro vem articulando uma série de políticas que visam conferir à alguns setores da economia brasileira maior competitividade perante ao cenário mundial.

Um dos segmentos prioritários na agenda do governo brasileiro é o microeletrônico, que, em 2002, criou o Plano Nacional de Microeletrônica (PMN), que tinha como objetivo combinar ações transversais no curto prazo e no longo prazo relacionadas ao segmento. Estas ações previam estabelecer instrumentos de incentivos fiscais e tributários, facilitar a obtenção de crédito para novos empreendimentos, a criação de um arcabouço legal que fosse ao encontro das expectativas dos atores do segmento, assim como aumento de investimentos em capacitação e desenvolvimento de recursos humanos e estímulos à inovação em toda a cadeia produtiva.

Com o objetivo de estruturar e viabilizar a indústria de semicondutores no país, todas as ações específicas ao segmento visaram diminuir o *gap* tecnológico da indústria brasileira perante ao cenário mundial, com uma série de medidas que conferem aos atores do segmento subsídios necessários ao seu desenvolvimento (MCTI, 2002; ABDI, 2011; LIMA, 2012).

Buscou-se atingir os Subsegmentos de Desenvolvimento e Produção (*Front-End* e *Back-End*) da cadeia produtiva da indústria de semicondutores. Em 2005, o Programa CI-Brasil

foi implementado para fomentar, capacitar e desenvolver as *Design Houses* e também os cursos de formação de recursos humanos (ABDI, 2011). O Programa auxilia com recursos financeiros a formação de profissionais concedendo bolsas para os estudantes, e, além disso, auxilia na consolidação da infraestrutura para as *Design Houses* e cursos de formação, com a compra de licenças de softwares utilizados nos projetos de circuitos integrados, bem como financia recursos para aquisição de servidores e equipamentos necessários para a etapa de desenvolvimento (MCTI, 2007).

O PADIS, regulamentado em 2007 pela Lei 11.484, abrange todos Subsegmentos da cadeia produtiva, na qual as empresas beneficiadas devem investir no mínimo 5% do seu faturamento em atividades de P&D relacionado à etapa na qual a empresa atua. Os benefícios decorrentes desse Programa garantem a isenção de Imposto de Renda, reduzem a zero as alíquotas de IPI e PIS/PASEP relativos à comercialização e a CIDE que abarca o tributo referente ao processo de transferência de tecnologia (MCTI, 2007). E, ainda, a lei engloba a redução a zero da alíquota do imposto de importação incidente sobre máquinas e equipamentos comprados pelas empresas. Portanto, o PADIS auxilia nas atividades operacionais e de comercialização da empresa, destinando incentivos e isenções fiscais e tributárias que auxiliam no desenvolvimento e consolidação das beneficiárias do segmento.

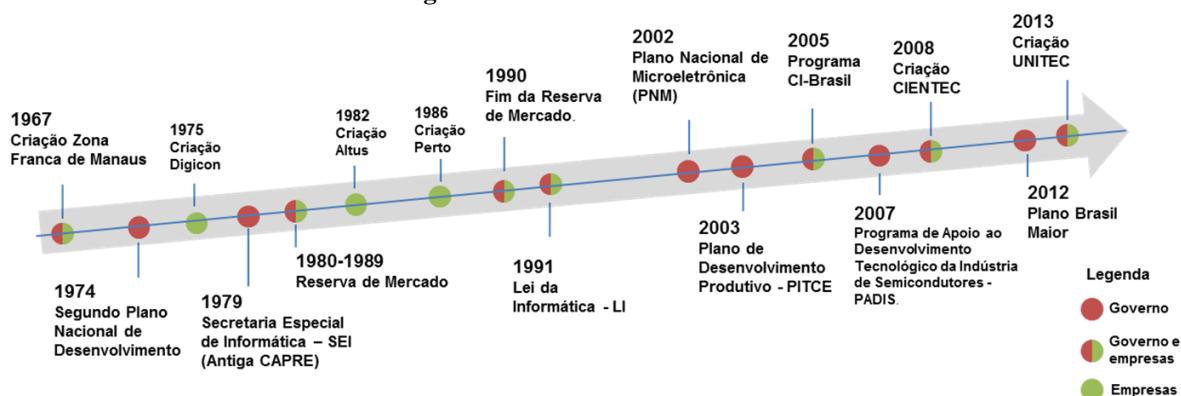
A capacitação de recursos humanos e o estímulo a investimentos em P&D visam o desenvolvimento e a consolidação da indústria e criam uma base estrutural para seu crescimento sustentável. Além disso, outras políticas e ações não especificamente voltadas exclusivamente para o segmento como a Lei de Informática, Lei do Bem e Processo Produtivo Básico, que atingem os setores que se utilizam destes insumos, buscam alavancar o índice de conteúdo local e o consumo de bens produzidos nacionalmente.

Em 2008, foi criada a CEITEC S.A., que é uma empresa pública, vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) com a finalidade de desenvolver e produzir semicondutores no País, e que atualmente conta com todas as etapas da cadeia de valor. E, ainda, em 2012, o governo lançou o Plano Brasil Maior (PBM) que ratificou o segmento como estratégico e estipulou a manutenção dos incentivos pré-estabelecidos e analisou a necessidade de capacitar as *Design Houses* para possibilitar o processo de internacionalização (ABDI, 2011). E está em construção a fábrica da empresa UNITEC, que também contará com todas as etapas da cadeia de valor verticalizadas.

De modo a construir uma visão de todo o período histórico tanto relacionado as ações e políticas governamentais, quanto do surgimento de empresas nesse ambiente, buscou-se de

forma resumida retratar na Figura 3, todos estes movimentos relacionados ao complexo eletroeletrônico, assim como ao segmento microeletrônico brasileiro.

Figura 3 – Linha histórica das ações e políticas governamentais para o complexo eletroeletrônico e segmento microeletrônico brasileiro



Fonte: Elaborada pelo autor. Baseado em (MCTI, 2002; NASSIF, 2002; GUTIERREZ e ALEXANDRE, 2003; GUTIERREZ e LEAL, 2004; HAUSER et al., 2007; GUTIERREZ e MENDES, 2009; ABDI, 2011; JABBOUR e JABBOUR, 2012; LIMA, 2012).

A partir da Figura 3, pode-se afirmar que há uma grande preocupação do governo brasileiro em construir uma base para o segmento com o foco voltado para as etapas de desenvolvimento e produção, mas que, no entanto, o escopo de atuação é superficial. As políticas e ações definem o segmento como estratégico, devido à importância que os semicondutores possuem para os diversos produtos da era digital, porém busca-se a autossuficiência em todas etapas da cadeia para atender qualquer tipo de demanda dos diversos setores.

Tendo em vista que há uma grande diferença no nível de complexidade tecnológica e de competências específicas para cada etapa da cadeia de valor, o desafio em internalizar todas as etapas e conseguir tornar-se competitivo em cada uma delas é muito grande.

Faz-se importante, portanto, explicitar a configuração da matriz industrial brasileira para entender o potencial do segmento microeletrônico, dada sua base tecnológica e as capacidades das empresas para atender as demandas de mercado.

6.1.2. Configuração da matriz industrial do segmento microeletrônico brasileiro

Dado o contexto histórico e o retrato do quadro institucional, o segmento microeletrônico brasileiro apresenta uma matriz industrial que se assemelha a configuração global, mas que, no entanto, difere em dois aspectos fundamentais: tamanho e a base tecnológica. Esses dois aspectos influenciam diretamente no potencial do segmento microeletrônico, pois definem o que a indústria é capaz de fazer. Devido a sua base tecnológica e o tamanho do segmento no país, caracterizados pelo *gap* tecnológico ou pela baixa escala de produção enquadra-se qual a configuração das capacidades que as empresas possuem e quais os tipos de mercado podem atuar de forma competitiva.

É importante ressaltar que o segmento brasileiro ainda é pequeno, seja devido ao binômio risco-retorno ser estipulado no longo prazo, ainda há um grande desafio para consolidar a indústria brasileira no cenário mundial. Destacam-se as empresas CEITEC S.A., HT Micron, Smart Módulos e a UNITEC (em construção), antiga Six Semicondutores, que terá o modelo de negócio semelhante ao da CEITEC com a verticalização da cadeia. Além das *design houses* espalhadas pelo país.

Basicamente, o segmento apresenta três polos regionalizados atrelados à base tecnológica presente nos estados, devido às universidades e centros de pesquisa que detém domínio avançado neste campo de conhecimento, a microeletrônica. Por conseguinte, apresentam recursos humanos mais qualificados para se desenvolver um setor de alta intensidade tecnológica na região. Os polos que se destacam nesse contexto são Rio Grande do Sul, São Paulo e Minas Gerais.

A formação destes polos transcende o fator institucional, pois na década de 70, o Brasil instituiu uma série de incentivos e políticas aos segmentos industriais do complexo eletroeletrônico (Figura 3), buscando acompanhar as tendências mundiais, no entanto, o campo de conhecimento em microeletrônica ainda era incipiente no país.

Então, para aprofundar o conhecimento no tema, as universidades lideraram este processo de incorporação de *know-how* advindos do exterior e com a reserva de mercado o Brasil presenciou a consolidação de sua base industrial eletrônica e a vinda de empresas multinacionais, já na década de 80.

No caso do Rio Grande do Sul, neste período de reserva de mercado, surgiram muitas empresas de base tecnológica, como a empresa Edisa, que foi muito mais do que uma simples empresa de computadores, pois conseguiu acumular tamanha expertise para desenvolver

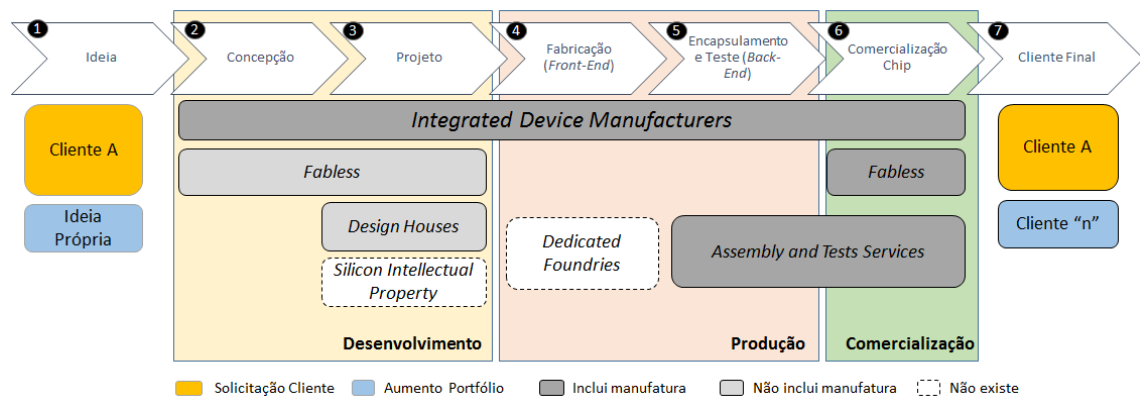
soluções de engenharia robusta, além de formar e capacitar a mão de obra devido aos desafios tecnológicos. Outras empresas como Digicon, Digitel, Altus, Coester, Stemac e Perto também foram vitais para criação de um ambiente voltado para o desenvolvimento de produtos com alto valor agregado se comparadas com a base produtiva nacional. Mesmo com a liberalização comercial, muitas destas empresas se mantiveram tendo que se adaptar ao mercado buscando nichos específicos para suportar a concorrência internacional (KNEBEL, 2010).

A acumulação de competências para o segmento microeletrônico presentes no estado do Rio Grande do Sul foram, portanto, carreadas por esta base que se formou no passado. Todo este processo foi carreado pelas universidades com cursos específicos que integraram e desenvolveram o conhecimento multidisciplinar e criaram uma base para formação de capital humano qualificado, elemento fundamental para um setor de alta intensidade tecnológica (KIM, 1999). Desse modo, o estado postula como um dos principais polos para desenvolvimento e consolidação do segmento microeletrônico no país.

A nível do Brasil, mesmo com uma base formada e desenvolvida, devido às políticas fragmentadas e a entrada dos concorrentes internacionais a indústria de semicondutores não conseguiu suportar a competição e acabou interrompendo seu ciclo de desenvolvimento por volta da década de 90.

No início do século XXI, o Brasil buscou retomar o segmento microeletrônico e investiu nas etapas mesmas etapas que foram estabelecidas anteriormente. Desse modo, levando em consideração, o cenário nacional e a estratégia de posicionamento do governo brasileiro, denota-se que a configuração do segmento microeletrônico brasileiro está fortemente inclinada ao Subsegmento de Desenvolvimento e parte da Produção que se encontra mais ao final da cadeia de valor (*back-end*), conforme representado na Figura 4.

Figura 4 - Configuração da Cadeia de Valor do Segmento Microeletrônico Brasileiro



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da Figura 4, pode-se inferir que o Brasil está focando nas etapas de concepção e projeto, pois são etapas que permitem criar soluções com maior valor agregado. Ao mesmo tempo busca fortalecer as etapas de produção, por meio da apropriação dos processos produtivos que possibilitam o acúmulo de conhecimento técnico para materializar as soluções já pré-estabelecidas. Entretanto, não apresenta uma etapa de *front-end* específica, o que propicia em uma dificuldade para dinamizar o segmento, pois esta ausência demonstra uma falta de competências específicas disponíveis localmente para fabricação de semicondutores com maior grau de complexidade tecnológica.

Ainda na

Figura 4, é possível identificar que grande parte do desenvolvimento parte de solicitação de cliente, isto ocorre basicamente por dois fatores; o primeiro tem a ver com a demanda das empresas locais de produtos com padrões pré-estabelecidos são, em sua maioria, importados de outros fornecedores (ABINEE, 2015); e, em segundo lugar, os investimentos para desenvolvimento e fabricação são altos, logo torna-se muito arriscado a empresa produzir determinada quantidade que se não tiver aceitação de mercado o prejuízo pode vir a falir a empresa, desse modo divide-se o risco com o cliente.

Em relação ao mercado, a partir desta configuração, as empresas brasileiras desenvolvem projetos e fabricam semicondutores para atender, em sua maioria, demandas provenientes dos setores aeroespacial e militar, transportes e telecomunicações. As aplicações variam desde a identificação por RFID para bens finais e veículos de transporte, até para o isolamento da interferência da radiação solar nos chips de satélites espaciais.

Dado o contexto histórico do caso brasileiro, a sua configuração institucional e a configuração do segmento brasileiro em relação ao mercado, além de sua base tecnológica é possível analisar o potencial da indústria de semicondutores para atender a determinadas demandas.

6.1.3. O Potencial do Segmento Microeletrônico Brasileiro

Conforme, explicitado anteriormente, o mercado de semicondutores continuará em expansão devido ao crescimento de produtos concebidos que necessitam deste insumo para sua materialização. A ramificação e poder de penetração nos mais diversos setores, alavancará a

indústria e viabilizará uma série de alternativas e oportunidades de negócios, basta comparar a quantidade de componentes eletroeletrônicos embarcados em um automóvel fabricado nos últimos anos com os automóveis de algumas décadas atrás. Além disso, aumentou-se o raio de ação com a explosão da “internet das coisas”, dessa forma o segmento será a chave que impulsionará a agregação de valor à produtos que pareciam ter esgotado seu ciclo de vida.

No entanto, por se tratar de um setor de alta intensidade tecnológica, a dinamicidade do mercado e a complexidade tecnológica das etapas aumentam os desafios para novos entrantes. Sendo assim, as capacidades das empresas são moldadas pela base tecnológica disponível a qual definirá o nível de complexidade que essas podem atender.

No caso brasileiro, que tem uma base tecnológica menos desenvolvida em comparação aos outros países e ainda apresenta um mercado interno incipiente, o foco estratégico do governo brasileiro não deveria ter como objetivo principal substituir as importações para alguns tipos semicondutores para alguns setores, principalmente os de consumo em massa. Porque para substituir estas importações o segmento deve ser capaz de atender os altos padrões de qualidade e de preço que estes setores exigem.

Por existirem etapas mais complexas como desenvolvimento e produção, principalmente, a etapa de *front-end*, a necessidade de competências bem consolidadas e um domínio completo do processo produtivo demanda maior nível de conhecimento aplicado e maior capacidade de investimento para prover soluções mais robustas. Outro fator importante é a capacidade produtiva que interfere nos custos operacionais e também no retorno do investimento, pois o ponto de equilíbrio para o desenvolvimento de um determinado tipo de semicondutor para produtos de consumo em massa, por exemplo, exige alta escala de produção e alto volume de vendas. Logo perde-se competitividade no cenário mundial se o foco for simplesmente substituir as importações para produtos eletroeletrônicos de massa.

Embora apresente uma configuração muito semelhante com empresas em todas as etapas da cadeia de valor, a indústria brasileira não possui ainda as competências necessárias para competir com os outros países em relação ao mercado que está na fronteira tecnológica do setor. Pois se continuar focando na mesma atuação dos principais países já consolidados no mercado com *expertise* elevada, a competição torna-se insustentável e o saldo da balança comercial continuará a apresentar números negativos.

Desse modo, o escopo da matriz produtiva brasileira, devido ao baixo número de empresas e a demanda do mercado interno ainda incipiente, deve-se estar voltado para nichos de mercado que demandam semicondutores customizados para aplicações específicas.

É preciso, portanto, identificar os nichos de mercado que necessitam de semicondutores com menor valor agregado, do ponto de vista do nível de complexidade tecnológica, mas que, no entanto, podem agregar valor aos produtos finais. Focar mais na especialização de determinados tipos de semicondutores voltados para aplicações específicas em setores que demandem estes insumos, será vital para o adensamento da cadeia produtiva nacional e para gerar vantagens competitivas.

Este processo de identificação de oportunidades e materialização de soluções em nichos específicos corroboram com a possibilidade de gerar inovações. Com o domínio do processo produtivo e o foco do desenvolvimento voltado para lacunas de mercado pouco exploradas é um caminho possível para agregar valor aos produtos e aumentar a importância econômica do segmento em relação à toda matriz industrial brasileira.

Entretanto, a busca pela inovação é um processo que deve estar suportado por base tecnológica que seja capaz de aperfeiçoar a configuração das capacidades das empresas de modo que permita transformar o conhecimento desenvolvido e acumulado em soluções que atendam o mercado e tragam retorno econômico para a empresa (SCHUMPETER, 1911).

A inovação é condição *sine qua non* para o desenvolvimento e crescimento sustentável de qualquer atividade econômica. Nesse sentido, os esforços das instituições, empresas e governo devem estar sempre voltados para a inovação de modo a obter vantagens competitivas no mercado em que atuam.

Desse modo, após descrever as características do segmento e sua dinâmica de funcionamento, que apresenta a dicotomia entre o nível de complexidade e a base tecnológica que remetem à especificidade e ao valor agregado das soluções. E, além disso, identificar o perfil das empresas brasileiras e o possível potencial do segmento microeletrônico, devido ao seu tamanho e a base tecnológica disponível, faz-se importante capturar qual é a configuração das suas capacidades de inovação para especificar qual tipo de mercado deve atuar. Somente assim, aprofundando-se nas capacidades de inovação das empresas será possível entender como estão configuradas e o nível de complexidade tecnológica que a indústria é capaz de atingir para atender certas demandas.

Na sequência, descreve-se o método utilizado para atingir os objetivos propostos e conseguir então responder à pergunta que norteia este trabalho para então apresentar os resultados da pesquisa.

7. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A complexidade do segmento microeletrônico devido as suas características de mercado, seu nível de intensidade tecnológica e a configuração do quadro institucional tanto brasileiro como global, remetem a uma pesquisa que caracterize e descreva todo o cenário da microeletrônica, além das interações entre os players e suas capacidades de inovação.

A fim de construir o entendimento acerca do objeto de pesquisa e responder à pergunta que norteia este trabalho, os procedimentos metodológicos que foram utilizados para dar subsídios que possibilitassem atingir o objetivo proposto, que é retratar o nível tecnológico e a competitividade do segmento microeletrônico brasileiro, o trabalho se caracterizou por uma pesquisa de natureza qualitativa. Pretendeu-se com essa abordagem compreender e descrever o objeto e englobar todas as visões dos diferentes atores do segmento.

7.1. COLETA DE DADOS

A pesquisa foi dividida em duas etapas; a primeira, descritiva, que consistiu na análise documental de dados secundários, como relatórios e demonstrativos financeiros de empresas do segmento, relatórios e planos governamentais, *forecasts* e estudos sobre a tendência do segmento de empresas de consultoria na área, assim como trabalhos acadêmicos ligados ao objeto de pesquisa. Segundo CELLARD (2008), a análise documental propicia a ampliação do entendimento de objetos, pois para compreendê-los necessita de uma contextualização histórica e sociocultural.

Desse modo, esta primeira etapa serviu para entender a disposição dos atores, como atuam no mercado, quais seriam estes mercados e o desempenho econômico dos países neste segmento dado um contexto histórico.

A segunda etapa é exploratória. Ela foi realizada por meio de pesquisa de campo na qual o objetivo foi identificar as capacidades de inovação das empresas e obter informações mais precisas e atualizadas sobre o segmento brasileiro. A partir de entrevistas semiestruturadas, foi possível entender a visão dos diferentes atores da cadeia de semicondutores para a coleta de dados verbais (FLICK, 2004). As entrevistas semiestruturadas fornecem questões que possibilitam reconstruir a teoria subjetiva da entrevista (FLICK, 2004) em que se busca capturar

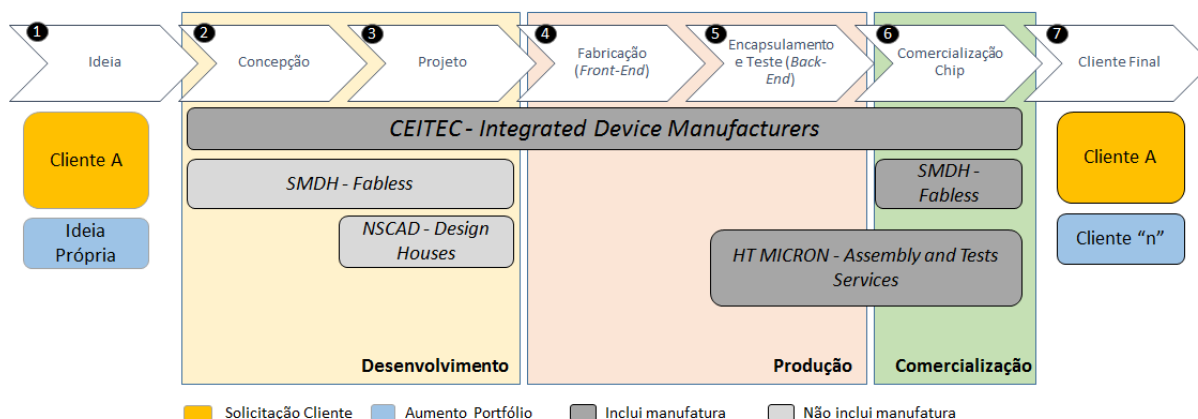
as respostas do entrevistado, que possui um certo conhecimento sobre o objeto em estudo (SCHEELE e GROEBEN *apud* FLICK, 2004), em que o entrevistador segue um roteiro pré-estabelecido.

A cadeia produtiva do segmento microeletrônico brasileiro será estudada, a partir de empresas situadas no estado do Rio Grande do Sul, são elas:

- a) A CEITEC S.A., que é uma *Integrated Device Manufacturer* (IDM), é uma empresa pública criada em 2008, vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), que está localizada em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, e possui internalizada todas as etapas da cadeia.
- b) A NASCAD Microeletrônica, criada em 2005, atua como uma empresa de treinamento de recursos humanos e desenvolvimento de projetos, sendo classificada como uma *Design House*;
- c) A Santa Maria Design House (SMDH), apesar do nome, caracteriza-se pelo modelo negócio de uma *fabless*, que possui atividades de desenvolvimento, terceiriza as etapas de produção e comercializa os produtos desenvolvidos.
- d) A HT MICRON é uma *Assembly and Tests Services*, localizada na cidade de São Leopoldo, no Parque Tecnológico da Unisinos, é responsável pelo encapsulamento e testes dos chips para cartões de memória, *smartcards e smartphones*.

Para um melhor entendimento acerca das empresas gaúchas entrevistadas, elaborou-se na Figura 5, o posicionamento de cada empresa na cadeia de valor de semicondutores.

Figura 5 – Cadeia de Valor do Segmento Microeletrônico Brasileiro: O caso das empresas gaúchas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A escolha específica do estado brasileiro deve-se a dois fatores: (1) a coleta de dados foi facilitada devido à proximidade geográfica do autor com as empresas; e (2) devido ao estado

apresentar um conjunto representativo da cadeia de semicondutores do país, possuindo todas as etapas da cadeia no estado. Todas as empresas foram entrevistadas, tendo como entrevistado um funcionário de cargo diretivo ou coordenador da empresa.

Para a realização das entrevistas foi elaborado um roteiro com 21 perguntas (Apêndice A), semiestruturadas que permitiram ao entrevistado discorrer sobre determinado assunto de forma livre. Dividiu-se em três blocos o roteiro de perguntas, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Roteiro de perguntas para entrevistas

Item	Subitem	O que deseja saber?
Descrição Empresa	Histórico	Como e o porquê a empresa foi fundada.
	Posicionamento	Porque escolheu este posicionamento no segmento
	Forças e Fraquezas	Pontos Fortes e Fracos da empresa na visão do entrevistado
	Recursos Humanos	Nível qualificação Recursos Humanos
Institucional	Incentivos/Políticas Governamentais	Benefícios que a empresa utiliza
		Barreiras/Dificuldades que a empresa encontra
Capacidades	Desenvolvimento	Desenvolvimento Produto (Processo)
		Se possui padrões internacionais
		Incorporação novos conhecimentos
		Quais são e como funcionam as parcerias tecnológicas
	Produção	Processo Produtivo
		Domínio do processo produtivo
		Máquinas e equipamentos atualizados
	Gestão	Integração entre áreas
		Grau de formalização (Agilidade e Flexibilidade)
		Processo de Tomada de Decisão
		Organograma
	Comercial	Fornecedores
		Clientes
		Prospecção novos negócios
Precificação		
Informações Gerais	Entrevistado	Nome, Cargo/Função, Formação, Experiência
	Empresa	Nº Funcionários (por departamento)
		Sede(s)

Fonte: Elaborado pelo autor.

O primeiro bloco apresenta questionamentos relacionados ao histórico da empresa, o motivo pelo qual a empresa escolheu este posicionamento na cadeia, quais seriam os pontos fortes e os que a empresa precisaria aprimorar, assim como a percepção da empresa em relação ao nível de qualificação dos recursos humanos disponíveis.

Num segundo bloco de perguntas buscou-se capturar a percepção da empresa em relação às ações e políticas governamentais, ou seja, como a empresa se beneficia destes instrumentos e também quais são as maiores dificuldades encontradas em relação a estes incentivos.

No terceiro bloco de perguntas focou-se em questões relacionadas às capacidades de inovação da empresa, seguindo as funções conforme o modelo (ZAWISLAK et al. 2012; 2013a).

- a) Na capacidade de desenvolvimento indagou-se como ocorre o processo de desenvolvimento da empresa, se os produtos possuem certificações e padrões internacionais de forma a atender o mercado internacional, além disso, buscou-se identificar como que a empresa incorpora novos conhecimentos, e, por último, perguntou se a empresa possui parceiros tecnológicos e como funcionam estas relações.
- b) Na capacidade de produção, solicitou-se aos entrevistados que fizessem um relato de como funciona o processo produtivo da empresa, se este processo produtivo é realizado em sua plenitude na empresa, ou seja, se a empresa já havia se apropriado de todas as etapas da produção e também se na fábrica utiliza máquinas e equipamentos que atualizados em relação ao setor.

Após as respostas relacionadas a dimensão tecnológica da empresa, procurou-se entender a dimensão de negócios.

- a) As perguntas relacionadas à gestão, a empresa devia responder se possuía integração entre as diversas áreas da empresa, sobretudo nessa pergunta solicitava-se como que ocorria essa integração. Ainda se a empresa dado o grau de formalização conseguia se adaptar com agilidade e flexibilidade as demandas do mercado e também como funciona o processo de tomada de decisão.
- b) Por fim a capacidade comercial, as empresas responderam qual seriam as origens das principais matérias-primas e como funcionava o relacionamento com os fornecedores. Além disso, buscou-se entender quais os principais mercados a empresa atende, como realiza a prospecção de oportunidades e novos negócios, e como precifica os seus produtos.

7.2. ANÁLISE DOS DADOS

A análise documental de dados secundários como relatórios, dissertações, demonstrativos financeiros, notícias e *forecast*, foi realizada com a compilação em 4 tópicos especiais: a) histórico da cadeia de semicondutores no Brasil e no mundo; b) dados quantitativos que possibilitaram a elaboração de gráficos para demonstrar a expansão do segmento; c) quais as principais dificuldades avaliadas pelos autores de relatórios como barreiras para o desenvolvimento do segmento no Brasil; e, d) também uma análise detalhada em relação à cada empresa visitada obtendo informações dos seus sites, notícias na mídia e a descrição dos tipos de produtos comercializados.

Todas as entrevistas foram transcritas e as respostas foram categorizadas conforme a coluna do Quadro 1 sendo alocadas para cada questão de forma a satisfazer o que se desejava saber para cada questionamento.

A partir dessa categorização, a análise de conteúdo das respostas foi comparada com as informações coletadas em relação aos dados secundários para perceber se as respostas confirmavam os dados, se complementavam os dados, ou se contrariavam os dados. Dessa forma, foi possível identificar a visão dos diferentes atores e acrescentar informações relevantes que definiram as características de cada empresa e do panorama do segmento microeletrônico brasileiro.

A partir dessa comparação entre os dados secundários e as entrevistas foi possível identificar e analisar a configuração das capacidades de inovação das empresas, e também avaliar em profundidade a influência das ações e políticas governamentais para cada etapa da cadeia produtiva.

8. AS CAPACIDADES DE INOVAÇÃO EM EMPRESAS DO SEGMENTO MICROELETRÔNICO BRASILEIRO

Dado o contexto histórico do Brasil, sua atividade econômica voltada para o agronegócio e a sua matriz produtiva industrial estar focada em setores de baixa e média-baixa intensidade tecnológica, o governo buscou incentivar o segmento microeletrônico para aumentar a competitividade no cenário mundial. A definição como um segmento estratégico ocorre em função da dinâmica da economia global voltada para um mundo cada vez mais digital e com produtos cada vez mais complexos para atender consumidores mais exigentes.

A microeletrônica é a base que sustenta e habilita essa revolução tecnológica de produtos com múltiplas funcionalidades, com alta performance e adequadas as demandas dos mais diversos setores. Nesse sentido, a diferença entre o nível de complexidade tecnológica e base de conhecimento necessárias para prover soluções mais robustas, o segmento microeletrônico apresenta uma divisão de mercado bem clara.

Devido a base tecnológica presente em cada país que influenciam nas capacidades das empresas, essas somente conseguirão atender as demandas específicas dado o limite de atuação e competências que possuem. A capacidade de investimento, escala de produção e reputação de mercado das empresas acarretam nesta disparidade dos tipos de produtos que cada país consegue desenvolver e fabricar.

No caso do Brasil, por ainda ser um novato no mercado, precisar acumular competências e conhecimentos para aumentar o nível de sua base tecnológica para dominar o processo produtivo e conseguir desenvolver solução internamente que atendam as demandas. Além disso, existe a forte concorrência com empresas já consolidadas no mercado que dificultam ainda mais a inserção no mercado.

Embora exista um *gap* tecnológico e dificuldades na atração de investimentos, as empresas brasileiras em relação a cadeia de valor genérica estariam inseridas no mercado de mais baixo valor agregado em relação ao insumo produzido, que, no entanto, pode-se inserir em nichos de mercado específicos e agregar valor ao bem final que se utilizar do semicondutor *made in Brazil*.

Desta maneira, dada a representatividade do estado do Rio Grande do Sul, por ser um dos polos da indústria de semicondutores no Brasil, apresenta-se a configuração das capacidades de inovação de quatro empresas instaladas no estado para retratar o nível tecnológico e a competitividade do segmento brasileiro.

8.1. CONFIGURAÇÃO DAS CAPACIDADES DE INOVAÇÃO DE EMPRESAS DO SEGMENTO MICROELETRÔNICO BRASILEIRO

A partir do modelo das capacidades de inovação é possível identificar os esforços de inovação da empresa em todos os níveis e mensurar o estágio de inovação que a empresa se encontra, determinando a combinação atual das capacidades da empresa (ZAWISLAK 2012, 2013a).

Levando em consideração, o posicionamento da empresa na cadeia de valor e o seu modelo de negócio, buscou-se identificar a dinâmica de cada etapa e também como a empresa se relaciona com o mercado.

Para suscitar a questão que norteia este trabalho e atingir os objetivos propostos, as empresas entrevistadas caracterizam de forma representativa toda a cadeia produtiva nacional de modo a permitir um melhor entendimento acerca da dinâmica de funcionamento do segmento.

Abaixo descrevem-se as empresas entrevistadas, apresentando um breve histórico, qual sua posição na cadeia de valor para, então, introduzir a configuração das capacidades de inovação da empresa em questão e as análises decorrentes dessa disposição.

8.1.1. O Caso da *Design House*: NSCAD MICROELETRÔNICA – NSCAD

O NSCAD Microeletrônica está localizado na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, na cidade de Porto Alegre. O NSCAD atua basicamente como um grupo de pesquisa, porém possui uma estrutura organizacional que a caracterizaria como uma empresa, no entanto, devido a questões de legislação não possui um caráter formal.

O seu foco de atuação, atualmente, remete à formação e treinamento de recursos humanos para a área de projetos de circuitos integrados e num segundo plano na concepção e desenvolvimento de projetos de circuitos para empresas e instituições, ou seja, atua também como uma *design house*.

O NSCAD é responsável pelo Centro de Treinamento 1 (CT1), um dos centros de treinamento do Programa CI BRASIL e também coordena em parceria com a Universidade de Campinas (UNICAMP) o Centro de Treinamento 2 (CT2), que atualmente não está operando,

e com a Universidade de São Paulo (USP), o Centro de Treinamento 3 (CT3). Estes centros de treinamento foram estruturados pelo Programa CI-Brasil, que provê auxílio financeiro por meio de bolsas remuneradas para instrutores e alunos, e também na compra de licenças comerciais das ferramentas (*softwares*) utilizadas para projetização dos circuitos integrados. O programa possui uma sistemática de treinamento, com duração total de 2 anos, em que nos primeiros 6 meses o aluno estuda a parte teórica e o restante do curso desenvolve o fluxo de projeto em três grandes áreas: sistemas digitais, rádio frequência e mixed-signal. O programa possui parceria com a empresa americana Cadence, que provê as ferramentas utilizadas para *design* dos circuitos integrados, bem como desenvolve um portfólio de projetos com propriedade intelectual sendo uma das líderes do segmento.

Os projetos desenvolvidos são originados, em sua maioria, por solicitações dos clientes que apresentam demandas específicas e que então se procuram as soluções viáveis. A estratégia de ficar esperando que os clientes procurem a empresa, pode ser explicada por dois motivos, o primeiro é de que o foco atual do modelo de negócio do NSCAD é a formação e capacitação de recursos humanos, e o segundo motivo teria haver com o problema institucional-legal que o grupo encontra. Pois, devido ao grupo estar dentro de uma Instituição Federal de Ensino Superior e o coordenador ser professor desta instituição existem barreiras referentes a legislação por não ser sua atividade-fim, assim como, não estar constituída como empresa dificulta a relação com potenciais clientes.

Por coordenar estes centros de treinamento, o NSCAD aperfeiçoou suas competências em relação a metodologia de projeto, e, dessa forma, consegue gerar resultados em publicações técnicas que impulsionam a pesquisa e desenvolvimento neste subsegmento. Além disso, a formação de profissionais qualificados para a etapa da cadeia que possui a maior de agregação de valor, que possibilita a geração de patentes e produtos inovadores.

Por ser uma empresa de serviços, pois atua na capacitação de RH e no desenvolvimento de projetos, para que seja possível identificar todas as capacidades de inovação da empresa, os projetos desenvolvidos e o curso oferecido serão tratados como os produtos da empresa.

Para facilitar a compreensão acerca da configuração das capacidades de inovação do NSCAD, elaborou-se no Quadro 2 a descrição dos elementos identificados para cada capacidade.

Quadro 2 - Características das Capacidades de Inovação do NSCAD

CAPACIDADES DE INOVAÇÃO				
DESENVOLVIMENTO		PRODUÇÃO	GESTÃO	COMERCIAL
CARACTERÍSTICAS	Produtos voltados para mercado interno	Parceria com outras empresas	Integração entre às áreas	Grande dependência de recursos governamentais
	"Disparo" Desenvolvimento por Solicitação de Clientes	Processo Aprendizagem Contínua	Procedimentos Padronizados e Documentados por meio de software	Baixo poder de barganha com fornecedores
	Recursos Humanos qualificados	Técnicas de Gestão de Projetos	Estrutura organizacional orientada por processos	Precificação baseada em custo
	Os projetos não se preocupam em atender padrões internacionais	Ferramentas advém de Fornecedores Internacionais	Tomada de decisão centralizada no Coordenador	Baixo grau de formalização dificulta relação com clientes

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do Quadro 2, observa-se que a empresa possui uma configuração que condiz com o posicionamento que está inserida na cadeia de valor e também revela diferenças institucionais, devido ao fato de ser uma empresa brasileira. Isto é evidenciado nos elementos presentes nas capacidades de desenvolvimento, produção e comercial.

Por ser um grupo que desenvolve projetos e oferece curso de treinamento a recursos humanos, as habilidades e rotinas desenvolvidas pelo NSCAD conferem-lhe a *expertise* necessária para se tornar referência no mercado, seja pelo nível de excelência de seu programa de treinamento como pelas técnicas e ferramentas desenvolvidas para desenvolvimento de projetos. Portanto, a capacidade de desenvolvimento e produção estariam adequadas à estrutura da empresa e alinhadas com o seu foco de atuação.

Vale ressaltar, as diversas parcerias que o NSCAD possui como, por exemplo, as empresas que provêm as ferramentas utilizadas para *design* de circuitos integrados, assim como empresas que desenvolvem e produzem semicondutores. Nesse sentido, o processo de transferência de tecnologia é acelerado pelo estreito relacionamento com esses atores, ao passo que influencia na melhoria de processos e na incorporação de novos conhecimentos.

Em relação à capacidade de gestão existem pontos positivos que teriam haver com a integração entre as áreas da empresa, devido à padronização, documentação e acompanhamento em tempo real dos projetos e cursos. Isto fornece informações em tempo real e possibilita ao gestor tomar decisões com menor probabilidade de erro. No entanto, a falta de incentivos e

benefícios adicionais para os colaboradores, devido à restrição da não formalização legal, e a falta de perspectiva de progressão de carreira dificultam a retenção de talentos, desse modo, o NSCAD precisa estar constantemente buscando e desenvolvendo novos profissionais. Outro fator importante, é o fato de que o processo de tomada de decisão, na maioria das vezes, é centralizado na figura do coordenador, o que pode acarretar num desgaste da relação entre chefe e subordinados no momento em que não há espaço para que funcionários ajudem a decidir os rumos do grupo.

E, por fim, a capacidade comercial que seria a capacidade menos explorada pelo grupo, pois dada as características de não ser efetivamente uma empresa e seu modelo de negócio não ser voltado para o mercado, o NSCAD não consegue alavancar seu crescimento. Por isso, suas principais receitas advêm de recursos governamentais, o que em momentos de crise podem comprometer o funcionamento da empresa, e também pelo baixo grau de formalização dificultam o relacionamento com o setor privado. Ou seja, o modelo de negócio está estruturado para receber, em sua maioria, somente recursos públicos e o seu foco de atuação principal que é a formação e treinamento de recursos humanos para *Design Houses*, é afetado pelas condições político-econômico que o país enfrenta. Ainda vale ressaltar, que por não ter uma marca consolidada no mercado e depender de um oligopólio de fornecedores estrangeiros, não resta muito ao NSCAD definir a sua estratégia de precificação em seguir o padrão de mercado, mesmo que ainda possua bens de qualidade superior à concorrência.

Para construir um melhor entendimento sobre a configuração das capacidades de inovação da SMDH, elaborou-se no a descrição das características identificadas para cada capacidade.

8.1.2. O Caso da *Fables*: SANTA MARIA DESIGN HOUSE – SMDH

A Santa Maria Design House está localizada na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), na cidade de Santa Maria, que fica 300 km distante da capital do estado. É uma das *design houses* apoiadas pelo Programa CI-Brasil, tendo iniciado suas atividades em 2009, para atender uma demanda de um projeto piloto de um circuito integrado para o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). A competência desenvolvida nos diversos projetos realizados pelo grupo de pesquisa em microeletrônica da UFSM, o GMicro, propiciou os elementos necessários para aplicação ao edital do Programa CI-Brasil que alavancou a criação da SMDH.

Apesar de participar do Programa CI-Brasil, a SMDH não possui um caráter formal, ou seja, não é efetivamente uma empresa constituída devido também a questões de legislação semelhantes ao caso do NSCAD. O modelo de negócio da empresa, embora atue como *design house*, caracteriza-se como uma *fabless*, pois elabora projetos de circuitos integrados, terceiriza a produção e comercializa os produtos com a sua marca. Portanto, é basicamente uma empresa que desenvolve soluções seja por demandas específicas de clientes para os setores militar e aeroespacial ou para aumentar o portfólio de produtos para atender os segmentos de eletrodomésticos.

A SMDH, por estar inserido no meio acadêmico, e contar com o apoio do grupo de pesquisa em microeletrônica consegue atrair mão de obra qualificada formada e desenvolvida no programa de pós-graduação, além de possuir uma base de conhecimento sólida que auxilia na consecução dos projetos. Ainda, para complementar as competências relacionadas à etapa de desenvolvimento, pois a SMDH é fortemente voltada para projetos de chips com fluxo voltado para aplicações digitais, a empresa estabeleceu parceria com a CHIPUS, outra *design house* do Programa CI-Brasil que atua no mercado analógico. Desse modo, a empresa consegue atingir outros tipos de mercado e atender as demandas com nível de excelência superior.

Com o objetivo de construir um melhor entendimento sobre a configuração das capacidades de inovação da SMDH, buscou-se no Quadro 3 descrever as características identificadas para cada capacidade.

Quadro 3 - Características das Capacidades de Inovação da SMDH

CAPACIDADES DE INOVAÇÃO					
DESENVOLVIMENTO		PRODUÇÃO	GESTÃO	COMERCIAL	
CARACTERÍSTICAS	Produtos voltados para mercado interno	Parceria com outras empresas	Integração entre às áreas	Prospecção de negócios e oportunidades ainda é baixo	
	"Disparo" Desenvolvimento por Solicitação de Clientes ou para aumento do portfólio de produtos	Processo Aprendizagem Contínua	Procedimentos Padronizados e Documentados por meio de software	Baixo poder de barganha com fornecedores	
	Recursos Humanos qualificados	Técnicas de Gestão de Projetos	Estrutura organizacional orientada por processos	Baixo grau de formalização dificulta relação com clientes	
	Possui parceiros estratégicos para complementar suas competências	Ferramentas advém de Fornecedores Internacionais	Tomada de decisão centralizada no Coordenador	Setores e segmentos de atuação bem definidos	

Fonte: Elaborado pelo autor.

As características da SMDH para cada uma das capacidades demonstram que o modelo de negócio adotado pela empresa está voltado para o mercado, ou seja, para atender as demandas específicas de clientes que solicitam soluções em microeletrônica e também ofertar em escala comercial seus produtos próprios. A decisão estratégica em desenvolver projetos, terceirizar a produção e comercializar os produtos influencia diretamente na configuração das capacidades de inovação da empresa, principalmente nas de gestão e de comercialização.

Por ser uma *design house*, a capacidade de desenvolvimento é a mais estruturada de todas, seja por causa do escopo do negócio ou pelo perfil dos colaboradores da organização, representados por projetistas, engenheiros e *designers*. Ainda, nesse sentido, a empresa estabeleceu parcerias tecnológicas a fim de complementar suas competências e potencializar as possibilidades de negócio para atender uma gama maior de setores que necessitam de diferentes aplicações.

Em relação à capacidade de produção, faz-se a ressalva que por ser um considerado um “serviço”, a etapa de projeto existe um acompanhamento por meio de técnicas e ferramentas de gestão de projetos, entretanto, na questão de fabricação dos circuitos integrados, a empresa identificou que os custos e a complexidade de constituir uma operação fabril, logo ratificou a decisão terceirizar a produção. Dessa forma, avalia-se que a capacidade de produção da empresa ainda é incipiente, pois, embora, a empresa não realize de fato as etapas de *front-end* e *back-end*, faz-se necessário ter um conhecimento aplicado mínimo para desenvolver projetos viáveis tanto do ponto de vista técnico quanto do ponto de vista econômico.

Por precisar coordenar tanto o desenvolvimento dos projetos, como a parte do fluxo de processos e informações com a fábrica contratada, a empresa precisa de uma estrutura organizacional mais sofisticada. Também, assim como o NSCAD, a falta de um caráter formal, a SMDH não consegue oferecer incentivos e benefícios para os funcionários e acaba perdendo talentos para o mercado. Ainda sobre a capacidade de gestão, a SMDH possui uma estrutura organizacional funcional e centralizada na figura do coordenador em conjunto com o seu diretor técnico, os objetivos e metas da empresa.

A capacidade comercial da empresa ainda é pouco representativa, pois ainda por não ser uma empresa, do ponto de vista jurídico, ao passo que grande parte das negociações com fornecedores e clientes é afetada, o que impede o crescimento da empresa. Além disso, a empresa precisa aprimorar a sua marca e reputação de mercado para atrair novos clientes e conseguir diminuir a dependência de receitas governamentais, pois os principais projetos estão ligados a instituições públicas.

Aqui apresenta-se, portanto, uma limitação do Programa CI-Brasil que não previa na sua agenda, atender as *design houses* que tiveram recursos para fomento e manutenção da atividade operacional, no entanto, após a sua consolidação não existe nem um tipo de ação que ajude a SMDH à tornar-se uma empresa e impulsionar seu crescimento.

8.1.3. O Caso da *Integrated Device Manufacturer*: CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA ELETRÔNICA AVANÇADA – CEITEC S.A.

A CEITEC S.A. é uma empresa pública criada em 2008, vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), que está localizada em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, e tem por finalidade desenvolver e produzir semicondutores no País.

A empresa conta com uma fábrica para produção dos circuitos integrados, que são concebidos e prototipados no centro de criação, a chamada “*design house*”, e, ainda, apresenta a última etapa da cadeia produtiva referente ao encapsulamento e testes dos chips. Portanto, a empresa é classificada pelo seu modelo de negócio como *Integrated Device Manufacturer* (IDM), pois abrange todas as etapas da cadeia, desde a concepção até a comercialização do produto final. O processo de verticalização aconteceu com o decorrer da operação, pois se percebeu a necessidade de implementar todas as etapas da cadeia tanto por uma questão de redução de custos quanto pela missão da empresa em expandir sua atuação de mercado.

A CEITEC atua no segmento de semicondutores desenvolvendo soluções para identificação automática (RFID e *smartcards*), com aplicações para os setores de transportes, agropecuária e medicamentos, assim como desenvolver circuitos integrados de aplicação específica, os chamados ASICs (CEITEC S.A., 2015a).

Desta maneira, torna-se claro a estratégia de mercado da empresa, pois atua num nicho de mercado de identificação que atinge diversos setores devido as suas aplicações e também apresenta a possibilidade para potenciais clientes que desejariam desenvolver um circuito integrado customizado para inserir nos seus produtos. Ou seja, oferecer ao cliente um chip capaz de atender as especificações solicitadas para aumentar as funcionalidades do produto, logo agregar valor ao produto concebido.

É importante ressaltar que, apesar da empresa ter iniciado suas atividades em 2008, o seu primeiro produto somente começou a ser comercializado em 2012. Isto reafirma característica deste segmento em que o ciclo de desenvolvimento de um produto até a sua

comercialização tem um longo prazo de duração. Nesse sentido, a indústria de semicondutores precisa de altos investimentos para desenvolver projetos e o risco é alto, seja pelo resultado de certo modo incerto como pelo retorno do investimento ser no longo prazo.

Por ser a única empresa no segmento que possui todas as fases da cadeia, principalmente, a parte de *front-end*, a CEITEC é referência do segmento no país e por meio de acordos de cooperação tecnológica está sendo possível internalizar todo o processo produtivo e ter maior domínio sobre o complexo ciclo do produto. A produção (*front-end* e *back-end*) possui diversas etapas complexas que necessitam de um ambiente controlado, a chamada “Sala Limpa”, insumos e produtos químicos com alto grau de pureza, além de máquinas e equipamentos específicos para fabricação dos semicondutores.

Em relação ao portfólio de produtos que a empresa apresenta, em sua maioria, buscam atender empresas no mercado interno, que, no entanto, produzem produtos de maior valor agregado para exportação. Desse modo, os semicondutores materializados pela CEITEC podem até não serem vendidos no mercado internacional, seja pelo conteúdo tecnológico ou pelos padrões de qualidade exigidos não serem ainda atendidos, ou pela marca ser pouco reconhecida a nível global. Entretanto, quando estabelece parceria com alguns clientes específicos, os resultados são diferentes à realidade do segmento, que tem por objetivo principal a substituição de importações, pois consegue desenvolver e fabricar semicondutores customizados para estes clientes.

Para facilitar a compreensão acerca da configuração das capacidades de inovação da CEITEC S.A., elaborou-se no Quadro 4 a descrição dos elementos identificados para cada capacidade.

Quadro 4 – Características das Capacidades de Inovação da CEITEC S.A.

CAPACIDADES DE INOVAÇÃO				
DESENVOLVIMENTO		PRODUÇÃO	GESTÃO	COMERCIAL
CARACTERÍSTICAS	Produtos voltados para mercado interno	Domínio Total em algumas etapas do processo fabricação	Integração entre às áreas	Dependência de subvenções econômicas para manter operação
	"Disparo" Desenvolvimento por Solicitação de Clientes ou Aumento do Portfólio de Produtos	Verticalização da cadeia produtiva	Procedimentos padronizados e parcialmente documentados	Baixo poder de barganha com fornecedores
	Recursos Humanos qualificados	Técnicas de Gestão de Projetos	Estrutura organizacional orientada por processos	Reputação e marca pouco reconhecidas

	Os projetos, em sua maioria, não procuram atender padrões internacionais	Matérias-primas e insumos advém de Fornecedores Internacionais	Tomada de decisão dividido entre Conselho e Presidência	Dificuldades relacionamento com fornecedores devido a Lei de Licitações
--	--	--	---	---

Fonte: Elaborado pelo autor.

O Quadro 4 apresenta algumas características relevantes referentes à CEITEC, que sinaliza um posicionamento diferenciado em relação aos seus concorrentes, como por exemplo, todos os produtos são fabricados pela própria empresa sob demanda, dessa forma, consegue oferecer soluções customizadas para cada cliente. Além disso, a *expertise* acumulada devido à elaboração de diversos projetos e por meio de acordos de transferência tecnológica permite à empresa desenvolver e fabricar produtos de qualidade que atendam o mercado interno.

Para uma empresa com o porte da CEITEC com mais de 300 funcionários, com atividades de negócio bem definidas e estruturadas, a estrutura organizacional exige uma capacidade de gestão robusta que otimize os processos e possibilite uma dinâmica de funcionamento clara e coesa. A empresa possui a integração entre as áreas seja para consecução conjunta de projetos ou para atividades rotineiras todos os departamentos possuem forte interação. Ainda, sobre a definição das estratégias e objetivos da organização, há uma centralização do poder na figura do Conselho de Administração da empresa e sua Presidência que definem os rumos da CEITEC, pautadas pelas deliberações dos acionistas.

Sobre a capacidade de desenvolvimento, pode-se afirmar que a empresa apresenta uma estrutura que dá suporte e condições para atender às demandas dos clientes, pois possui um quadro de engenheiros, *designers* e programadores qualificados para conceber e projetar circuitos integrados. Além disso, possui uma capacidade de produção que habilita a fabricação de semicondutores, em sua maioria, *made in Brazil*. Isto denota que após um período de investimentos e estruturação da empresa, que só começou a produzir em 2012, encontra-se preparada para as demandas dos mais diversos setores que requerem este tipo de insumo para fabricação. Entretanto, faz-se aqui uma ressalva em relação à tecnologia disponível na fábrica da CEITEC que é a de 0,6 micrômetro (CEITEC S.A., 2015b), que pode ser classificada como uma tecnologia considerada madura (KIMURA, 2005) e já defasada se comparada em relação à diminuição do comprimento da pastilha de silício representado no Gráfico 1.

Nesse sentido, ainda que a *design house* seja capaz de projetar circuitos integrados para tecnologias mais avançadas, o descompasso com a realidade produtiva é grande e isso afeta o

crescimento da empresa e a possibilidade de ofertar semicondutores mais competitivos no mercado que exige maior complexidade tecnológica e altos investimentos para produção.

Desse modo, isto corrobora com as barreiras para inserção no mercado, pois a credibilidade e reputação da marca para novos entrantes deve ser aprimorada para se tornar reconhecida e atrair potenciais clientes. Outra questão seria o alto nível de exigência por parte dos compradores que exigem produtos de qualidade, o que aumenta a dificuldade para comercialização de semicondutores. Portanto, um mercado exigente, uma marca desconhecida e com uma tecnologia de fabricação atrasada em relação ao padrão internacional, os alguns potenciais clientes do mercado que exige alto padrão tecnológico e alta qualidade buscam, em primeira instância, alternativas nos concorrentes globais.

Ainda que as ações e políticas governamentais, como Programa CI-Brasil e PADIS, auxiliem na formação de recursos humanos, diminuam o custo operacional das empresas e fomentem o investimento em ativos imobilizado, a demanda do mercado interno é incipiente, seja por serem meras unidades fabris de grandes empresas transnacionais ou pelo fato de que os concorrentes globais ainda que tenham custos logísticos maiores conseguem oferecer produtos de qualidade superior a preços competitivos. Por isso, faz-se importante criar mecanismos que identifiquem oportunidades de negócios em alguns mercados que poderiam agregar valor por meio de semicondutores customizados.

Ainda sobre a questão da capacidade comercial, um fator que afeta os custos operacionais é que as principais matérias-primas são provenientes de fornecedores estrangeiros, que variam conforme as oscilações de mercado, pois os preços são atrelados à variação cambial, e, ainda, mesmo que se encontre um fornecedor adequado, a CEITEC, por ser uma estatal, está enquadrada na Lei de Licitações⁵. Ou seja, quem quiser fornecer insumos para empresa precisa se qualificar e atender as exigências legais, o que muitas vezes se torna um entrave para realização negócios.

Em suma, a empresa desenvolveu competências e habilidades para prover soluções no campo da microeletrônica, mesmo que não estejam na fronteira do setor, e possui como missão principal desbravar as fronteiras hostis do segmento em relação ao Brasil, estabelecendo relacionamentos com fornecedores e prospectando potenciais clientes. Entretanto, a dificuldade principal encontra-se no fato de que a empresa oferece soluções muito além das necessidades do mercado interno, porém ainda não alcançou o padrão tecnológico exigido para atender as demandas de clientes internacionais.

⁵ Ver Lei Nº 8.666, de 21 de junho de 1993.

Sendo assim, para aprimorar sua capacidade comercial, por apresentar um *gap* tecnológico se comparada ao setor, a empresa deve focar em nichos de mercado específico, pois mesmo que o seu produto tenha um menor valor agregado e a produção ainda ocorrer em baixa escala, é capaz de prover soluções para os clientes que vão agregar valor em bens finais que utilizem os chips da CEITEC. Uma das oportunidades estariam ligadas à “internet das coisas”, além dos setores de máquinas e equipamentos, transportes e agropecuária que necessitam de diversas aplicações e poderiam agregar valor aos seus produtos com chips customizados.

8.1.4. O Caso da *Assembly and Tests Services (ATS): HT MICRON*

A HT Micron é uma *joint venture* entre a sul-coreana Hana Micron e a brasileira PARIT e foi fundada em 2009, estando localizada no parque tecnológico da universidade Unisinos, na cidade de São Leopoldo, próxima a capital (HT Micron, 2015). A empresa oferece soluções de encapsulamento e testes de semicondutores, portanto, situa-se na parte final da cadeia produtiva chamada de *back-end*.

Em 2011, a HT Micron iniciou a produção local de semicondutores numa sede provisória, que já contava com uma Sala Limpa. No ano de 2014, a empresa inaugurou sua fábrica, com aproximadamente 10.000 m², ampliando sua capacidade de produção e aprimorando o nível tecnológico de suas ferramentas, máquinas e equipamentos. A parceria com a empresa sul-coreana que resultou numa *joint venture* é fruto de uma ação hélice-tripla em que governo, academia e a empresa brasileira PARIT potencializaram esforços para atrair o investimento estrangeiro e desenvolver a etapa de *back-end* no estado do Rio Grande do Sul.

Surge, então, a HT Micron que atua na parte final da cadeia de valor com foco no encapsulamento e testes de chips para módulos de memória, para setor de comunicação e também para *smartphones*, *tablets* e cartões de memória. Desse modo, a empresa com uma análise de mercado apurada identificou que grande parte das empresas que fabricam eletroeletrônicos no país importam componentes eletrônicos padrão e adaptam as necessidades de cada produto. Os chamados “produtos de prateleira” atendiam as demandas dos clientes, porém grande parte destes insumos são importados. Foi nesse contexto que a HT Micron visualizando a oportunidade de desenvolver e internalizar a parte final do processo produtivo que é menos complexo em relação as etapas anteriores e as empresas instaladas aqui poderiam utilizar o “serviço” que a empresa oferece de encapsulamento e testes.

Desse modo, o cliente não precisaria importar componentes eletroeletrônicos, e, ainda, poderia contratar a HT Micron para realizar adaptações aos chips disponíveis no mercado. Neste ponto, demonstra-se claramente voltada à missão da empresa em substituir as importações de semicondutores, ou pelo menos grande parte deles, pois se busca atender a uma necessidade recorrente por grande parte dos produtores de produtos eletroeletrônicos.

É importante ressaltar que existe uma divisão clara entre as funções das duas sócias, ou seja, a HT Micron é responsável por prospectar oportunidades de negócio e manter a relação com os clientes no Brasil, além de participar na fabricação da parte final da cadeia de semicondutores. Já a Hana Micron, devido ao *know-how* acumulado e as técnicas de produção desenvolvidas, a empresa sul-coreana é referência mundial em tecnologia de encapsulamento e testes, e isto confere a HT Micron uma maior facilidade no processo de transferência de tecnologia. Portanto, a complementaridade das empresas com funções bem definidas auxilia no processo de desenvolvimento e consolidação da empresa no segmento microeletrônico.

Para auxiliar na compreensão acerca da configuração das capacidades de inovação da HT Micron, elaborou-se no Quadro 5 a descrição dos elementos identificados para cada capacidade.

Quadro 5 - Características das Capacidades de Inovação da HT Micron

CAPACIDADES DE INOVAÇÃO				
DESENVOLVIMENTO		PRODUÇÃO	GESTÃO	COMERCIAL
CARACTERÍSTICAS	Produtos voltados para mercado interno	Transferência de tecnologia em processos de produção realizados pela da sul coreana	Integração entre às áreas	Nicho de mercado específico
	"Disparo" Desenvolvimento por Solicitação de Clientes ou Aumento do Portfólio de Produtos	Possui padrões internacionais de qualidade e produtividade	Procedimentos padronizados e documentados	Baixo poder de barganha com fornecedores
	O desenvolvimento de novos produtos é realizado pela empresa sul-coreana	Recursos Humanos qualificados	Estrutura organizacional orientada por processos	Reputação e marca pouco reconhecidas
	Parcerias com a Hana Micron para transferência de tecnologia	Matérias-primas e insumos advém de Fornecedores Internacionais	Tomada de decisão dividido entre Conselho e Presidência	Diversas formas de precificação que depende do tipo de cliente, volume da encomenda, tipo de projeto e prazo de pagamento

Fonte: Elaborado pelo autor.

As características presentes no Quadro 5, demonstram que a apresenta possui uma capacidade de desenvolvimento com forte ligação e dependência da empresa sul-coreana que dada a sua *expertise* no processo de encapsulamento e testes, consegue desenvolver novos produtos e então repassa este conhecimento para a empresa brasileira. Esta interação ocorre por meio de viagens de funcionários brasileiros que vão para a Coréia do Sul e ficam na fábrica da Hana Micron por um determinado período de tempo aprendendo sobre as novas tecnologias e as técnicas para a sua materialização. Assim como, os coreanos vêm para a fábrica no Brasil, e, permanecem até o início do primeiro lote de fabricação do determinado produto desenvolvido para assegurar que todo o processo está adequado e segue as especificações que garantem a qualidade do chip. É importante ressaltar que a HT Micron possui aqui um departamento de P&D que serve também para capturar as demandas locais e repassar para a sócia as informações relevantes para desenvolvimento de novos produtos que atendam o mercado local.

Como incumbência da empresa sul-coreana, o processo produtivo da fábrica é aprimorado com base na transferência de tecnologia em processos, que introduzem novas técnicas que aumentam a eficiência e possibilitam a produção de novos produtos. A interação com a universidade e com a sócia qualificam a HT Micron a atender os mais diversos pedidos, devido à tecnologia utilizada acompanhar o padrão do segmento. A empresa, assim como a CEITEC é beneficiada pelo PADIS e isto auxilia na compra de insumos e matérias-primas e também na aquisição de máquinas e equipamentos de última geração. Nesse sentido, a capacidade de produção da empresa permite atender a demanda local com qualidade e com maiores índices de produtividade que influenciam nos custos operacionais da empresa.

Em relação a capacidade de gestão, a grande padronização da empresa que é orientada por processos corrobora com uma gestão de melhoria contínua das atividades da empresa que auxilia na integração entre as áreas que tem especificada a dinâmica de funcionamento da organização. Em relação ao processo de tomada de decisão, por ser uma *joint venture*, em que ambas sócias detêm 50% do capital social da empresa, as deliberações são ponderadas e discutidas pelo Conselho e Presidência que possuem o mesmo poder de ingerência em relação aos aspectos estratégicos da empresa. A experiência da Hana Micron no segmento de semicondutores à nível global impulsiona e agiliza o processo de consolidação do modelo de negócio da HT Micron, logo dá maior credibilidade para uma marca instituída no país.

Por fim, a capacidade de comercialização pode-se afirmar que em relação as outras empresas do segmento é a que possui um foco e uma estratégia melhor definida, pois visa atender um nicho de mercado e consegue atender a demanda dos clientes. Mesmo estando na

parte final da cadeia da produtiva, que seria a que possui menor valor agregado em comparação com as outras etapas mais complexas da cadeia, a HT Micron com o suporte tecnológico da Hana Micron consegue ofertar produtos de qualidade e obter receita com a venda destes insumos. A reputação que a marca vem conquistando com o passar dos anos atrai novos clientes e o que acarreta na sustentabilidade do negócio em território brasileiro, devido ao olhar sempre atento às necessidades de mercado e no desenvolvimento de soluções adequadas as exigências dos clientes.

8.2. ANÁLISE DAS CAPACIDADES DE INOVAÇÃO DE EMPRESAS DO SEGMENTO MICROELETRÔNICO BRASILEIRO

A partir dos casos das quatro empresas apresentadas que representam cada etapa da cadeia e conseguem apresentar de forma representativa é possível depreender algumas análises sobre as capacidades de inovação do segmento microeletrônico brasileiro como um todo. Sabe-se que apesar de se tratarem de casos regionalizados e que podem não capturar especificidades de toda a população de empresas é possível identificar alguns padrões que se aplicam para todas.

Levando em consideração as duas variáveis que definem o nível de complexidade que as empresas podem atender, seja pelo tamanho da cadeia e pela base tecnológica disponível, é possível afirmar que de modo geral o Brasil está definitivamente muito longe de atingir os padrões tecnológicos do mercado em relação aos principais *players* do segmento. A complexidade dos processos de desenvolvimento e fabricação de determinados tipos de semicondutores para alguns setores exigem padrões altíssimos de qualidade e conformidade que só são atendidos por empresas que apresentam capacidades muito bem estruturadas.

As quatro empresas descritas representam as características do cenário brasileiro, em que apresentam certas competências para desenvolver, fabricar, encapsular e testar semicondutores, ou seja, apresentar todas as etapas da cadeia de valor, porém, no entanto, não se pode esperar que dessas empresas consigam ofertar um chip para o novo celular da Apple. Como já discutido anteriormente, isso se deve ao fato de que para produzir cada tipo de chip para cada tipo de aplicação existem níveis de complexidades envolvidas no processo que são diferentes.

Por isso, algumas das empresas descritas possuem um foco voltado para a dimensão tecnológica que engloba as capacidades de desenvolvimento e produção, devido a característica do setor, mas que não estão na fronteira tecnológica. Isto denota que são capacidades importantes em um setor de alta intensidade tecnológica em que a dinamicidade e complexidade do conhecimento aplicado são elementos que moldam o perfil das empresas.

No entanto, para conseguir ter estas capacidades bem estruturadas é preciso ter capital humano qualificado e recursos para investir em P&D na busca constante por novas soluções. No caso brasileiro existe certa competência técnica com uma base tecnológica razoável, mas não há disponibilidade de recursos para investimentos, ou seja, não adianta ter a capacidade se não há como viabilizar projetos mais complexos. Além disso, adiciona-se o fator mercado que ainda é muito seletivo e incipiente, pois os potenciais clientes possuem alta exigência com um padrão tecnológico que as empresas de semicondutores brasileiros ainda não são capazes de desenvolver em sua plenitude.

Outro fator importante que impede o crescimento do Subsegmento de Desenvolvimento, nos casos das *design houses* e das *fables* é a falta de formalização legal que dificulta o relacionamento com potenciais clientes, pois ainda não estão constituídas como empresas. Portanto, a dificuldade para captar recursos no mercado acarreta em uma forte dependência dos repasses de verbas do governo para viabilizar a operação. Seja para pagar funcionários como para os fornecedores das ferramentas de desenvolvimento de circuitos integrados, custeados basicamente pelo Programa CI-Brasil. É preciso, portanto, iniciar um processo de profissionalização da gestão, principalmente, para este subsegmento para que seja possível aumentar sua capacidade e conseguir dar suporte para todos os outros departamentos.

Por fim, a capacidade comercial é a que aumenta o desequilíbrio das empresas no sentido de garantir a sustentabilidade econômica do negócio. A prospecção de novos negócios e oportunidades é eventual e passiva, em sua maioria, pois dado o *gap* tecnológico e o tamanho do segmento, não há capacidade nem demanda que justifiquem altos investimentos para desenvolvimento de produtos próprios, o que resta é esperar pela solicitação de clientes. Obviamente que é uma estratégia menos arriscada, pois espera-se pela demanda, no entanto, para desenvolver e consolidar o segmento, as empresas precisam prospectar novas possibilidades e desbravar novos horizontes.

Deve-se levar em consideração qual o nível de complexidade tecnológica consegue atender e então demonstrar para os potenciais clientes o que pode fazer e o que um chip customizado pode agregar de valor ao produto final. Dessa forma, focar-se na especialização de determinados tipos de semicondutores para alguns setores específicos em que são

necessários estes tipos de insumos e que confirmam um aumento significativo de performance e qualidade com aumento de funcionalidades de forma que justifique este tipo de investimento.

Para auxiliar na compreensão acerca da configuração das capacidades de inovação do segmento microeletrônico brasileiro, elaborou-se no Quadro 6 a descrição dos elementos identificados para cada capacidade.

Quadro 6 – Características das Capacidades de Inovação do Segmento Microeletrônico Brasileiro

					CAPACIDADES DE INOVAÇÃO				
					DESENVOLVIMENTO	PRODUÇÃO	GESTÃO	COMERCIAL	
CARACTERÍSTICAS	Produtos voltados para mercado interno				Domínio parcial do processo fabricação		Integração entre às áreas		Baixa prospecção de oportunidades e negócios
	"Disparo" Desenvolvimento por Solicitação de Clientes ou Aumento do Portfólio de Produtos				Transferência de Tecnologia com parceiros tecnológicos		Procedimentos padronizados e parcialmente documentados		Baixo poder de barganha com fornecedores
	Recursos Humanos qualificados				Máquinas e equipamentos desatualizados ao padrão setorial		Estrutura organizacional orientada por processos		Reputação e marca pouco reconhecidas
	Os projetos, em sua maioria, não procuram atender padrões internacionais				Matérias-primas e insumos advém de Fornecedores Internacionais		Tomada de decisão dividido entre Conselho e Presidência ou centralizada em um coordenador		Dificuldades relacionamento com clientes ora pela falta de formalização legal e com os fornecedores devido a Lei de Licitações

Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir do Quadro 6, reforça-se o desequilíbrio entre a configuração das capacidades na dimensão tecnológica para a dimensão de negócios e isto influencia no desempenho inovativo das empresas. A capacidade comercial precisa ser aprimorada para que as empresas consigam ofertar soluções viáveis e que sejam percebidas pelo mercado como úteis, e, assim tenham retorno econômico positivo.

A especialização em semicondutores para nichos de mercado, dada a base tecnológica disponível, a capacidade produtiva e de investimento, que estão relacionados diretamente ao tamanho da indústria, é o caminho que pode ser trilhado pelo Brasil para obter vantagens competitivas. Buscar alternativas para superar as barreiras inerentes a novos entrantes em um segmento de alta intensidade tecnológica perpassa pela inovação seja em produto, processo, gestão ou comercialização.

Por isso, a análise das capacidades de inovação torna-se uma ferramenta importante para identificar a configuração atual das empresas, logo consegue retratar o potencial dessas empresas e a competitividade do segmento no cenário internacional.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o contexto histórico e a configuração institucional ainda serem relativamente recentes, denota-se que as capacidades de inovação das empresas ainda estão em processo de consolidação. A partir da definição de um segmento prioritário de alta intensidade tecnológica é preciso ressaltar que para alcançar resultados satisfatórios o segmento necessita de investimentos altos e de tempo para seu desenvolvimento e consolidação (KIM, 1999). Inicia-se desde a formação de recursos humanos até a construção de uma matriz industrial que seja capaz de atender o padrão mínimo de um setor extremamente dinâmico e competitivo.

Apesar de terem sido apresentados casos somente de uma região brasileira, e também que não deve-se generalizar as características encontradas em uma empresa em um determinado local para o segmento como um todo, pode-se inferir, no entanto, alguns padrões setoriais presentes no segmento microeletrônico brasileiro.

Nesse sentido, após a descrição dos casos, a identificação da configuração de suas capacidades e a análise de cada uma das funções, é possível perceber um certo desequilíbrio entre a dimensão tecnológica e a dimensão de negócios. É de se esperar que num setor de alta intensidade tecnológica, as capacidades de desenvolvimento e produção fossem as mais robustas (ZAWISLAK, 2013). No entanto, a capacidade comercial ainda fica aquém na relação das dimensões, pois apesar de serem capazes de criar soluções, as empresas não conseguem vender.

Por definição, as empresas não tendem a inovação, pois não conseguem atender as demandas de mercado de forma plena. Ora porque ainda não possuem o padrão tecnológico exigido para atender as demandas a nível internacional, ora porque não possuem no mercado interno uma demanda que viabilize as suas operações. A prospecção de negócios e oportunidades é muito rara, partindo muitas vezes do cliente a ideia para início de um projeto.

Estaria na hora de começar a vislumbrar novos horizontes, ter uma estratégia mais proativa para entender quais são os mercados que realmente podem ser atendidos dada a base tecnológica disponível no país. Buscar nichos de mercado que necessitem de chips menos complexos, do ponto de vista tecnológico, mas que agreguem valor aos produtos que o cliente produzirá com este semicondutor embarcado, como por exemplo, produtos conectados à internet.

Portanto, o escopo da matriz produtiva brasileira, devido ao baixo número de empresas e a demanda do mercado interno ainda incipiente, deve estar voltado para nichos de mercado que demandam semicondutores customizados para aplicações específicas.

Aproveitar as lacunas de mercado em nichos pouco explorados pode ser o caminho estratégico para definitivamente desenvolver e consolidar o segmento microeletrônico no Brasil. Por ainda possuir um *gap* tecnológico e uma capacidade produtiva e de investimento baixos, o país necessariamente para se tornar um *player* no mercado mundial precisaria definir um foco de atuação voltado para especialidades com baixa escala de produção e com menor complexidade tecnológica, que, no entanto, podem agregar valor a bens finais que poderão desempenhar funcionalidades mais complexas.

Desse modo, surgem novas possibilidades de pesquisa para buscar aprofundar os aspectos inerentes a base tecnológica instituída e o nível de complexidade das soluções para que as capacidades de inovação estejam bem configuradas e consigam dar suporte as iniciativas de inovação das empresas.

Uma pesquisa futura que parece vital para a consolidação do segmento é no sentido de identificar quais seriam os possíveis setores e tipos de produtos potenciais que a indústria de semicondutores pode atender. Além disso, buscar referências internacionais de nível e capacidade de investimento necessários para incentivar pesquisas para novas técnicas de produção, novos tipos de matérias-primas e novos produtos, logo desenvolver novas oportunidades de atuação no mercado, a exemplo dos semicondutores orgânicos (CGEE, 2007).

Um setor de alta intensidade tecnológica em que a inovação é vital para competitividade, faz-se importante criar mecanismos para formação de um ambiente que colabore com o incremento da base tecnológica atual. Por conseguinte, eleva-se o nível das capacidades de inovação das empresas que conseguem, então, atender demandas mais complexas e aumentar o valor agregado dos semicondutores nacionais para estes nichos de mercado.

Em suma, com este trabalho inicial foi possível identificar o nível das capacidades de inovação das empresas para então entender qual o potencial da indústria de semicondutores brasileira no cenário global. Os resultados apontam que devido à defasagem tecnológica o Brasil não conseguirá, no contexto atual, atender as demandas com maior nível de complexidade, ou seja, que necessitam de maior capacidade de processamento e um grau maior de miniaturização.

No entanto, as empresas possuem capacidades para desenvolver e fabricar semicondutores mais simples, do ponto de vista tecnológico, que podem ser utilizados em aplicações menos complexas, mas que conferem a possibilidade de agregar valor a estes

produtos finais. Dado o tamanho do setor e a base tecnológica presente, o Brasil pode competir neste mercado, inicialmente, focando em nichos de mercado, e, dessa forma, consolidar o segmento microeletrônico e auxiliar no adensamento da cadeia produtiva nacional.

APÊNDICE A

Roteiro de Perguntas

Bloco de Descrição Empresa

1. Levando em consideração todas as etapas da cadeia de semicondutores (concepção, projeto, fabricação, encapsulamento e testes), por que a empresa foi criada com este posicionamento?
2. Quais são os pontos fortes que a empresa possui e quais são os pontos que a empresa precisa aprimorar para competir internacionalmente?
3. Devido ao alto grau de complexidade das etapas da cadeia, os recursos humanos disponíveis são capazes de atender essas demandas complexas?

Bloco Institucional

4. Dado todos os incentivos e políticas governamentais, como a empresa se beneficia?
5. Quais são as principais barreiras que a empresa encontra em relação a estes incentivos e políticas governamentais?

Bloco das Capacidades

- Desenvolvimento

6. Como ocorre o processo de desenvolvimento de produtos?
7. Estes produtos possuem padrões internacionais?
8. Dado a dinâmica do setor, como a empresa incorpora novos conhecimentos?
9. A empresa possui parceiros tecnológicos? (Citar mais importantes)
10. Como funciona esta relação de parceria? (Relatar sobre as mais importantes)

- Produção

11. Como funciona o processo produtivo da empresa?
12. A empresa possui domínio completo sobre todo processo produtivo?
13. As máquinas e equipamentos que a empresa utiliza estão atualizados em relação ao setor?

- Gestão

14. A empresa possui integração entre as áreas?

15. Em relação ao grau de formalização, a empresa consegue adaptar seus processos de modo a ter agilidade e flexibilidade para atender as demandas?

16. Como funciona o processo de tomada de decisão na empresa?

- Comercial

17. De onde vêm as matérias primas?

18. Qual o poder de barganha que a empresa possui em relação aos fornecedores?

19. Quais os principais mercados que a empresa atende?

20. Como a empresa faz a prospecção de oportunidades e novos negócios?

21. Como a empresa precifica seus produtos?

Informações Gerais

Entrevistado

- Nome:

- Cargo/Função:

- Formação:

- Experiência:

Empresa

- Nome:

- Sede(s):

- Número de funcionários:

REFERÊNCIAS

ADAMS, P., FONTANA, R., MALERBA, F. **The magnitude of innovation by demand in a sectoral system: The role of industrial users in semiconductors.** *Research Policy*, 2013. Ed. 42, vol. 1, p. 1– 14.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL – ABDI. **As *Design Houses* (DHs) brasileiras: Relatório Analítico.** Brasília, nov. 2011. Disponível em: <http://www.abdi.com.br/Estudo/Relatorio_Design_Houses_FINAL_280312.pdf>. Acesso em: 05/06/2015

AITA, B.H.. **A Cadeia Produtiva da Indústria de Semicondutores: um estudo exploratório.** 2013. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2013.

ARCHIBUGI, D., PIANTA, M. **Measuring technological change though patents and innovation surveys.** *Technovation*, 1996. Ed.16, vol.9, p. 451-468.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA (ABINEE). I **Panorama Econômico e Desempenho Setorial.** São Paulo, 1997. Disponível em: <<http://www.abinee.org.br/programas/50anos/public/panorama/index.htm> > Acesso: 05 jun. 2015

BESSANT, J., TIDD, J., PAVITT, K. **Gestão da Inovação.** Porto Alegre: Bookman, 2008. p.23-30

BRASIL – MINISTÉRIO DE CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Plano Nacional de Microeletrônica.** 2002. Disponível em: <<http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/973/1/Plano%20Nacional%20de%20microeletr%C3%B4nica.pdf> > Acesso em: 06 jun. 2015

BRASIL – MINISTÉRIO DE CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional: Plano de ação 2007-2010**. 2007. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/upd_blob/0021/21439.pdf> Acesso em: 18 nov. 2015

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS – CGEE. **Semicondutores Orgânicos: Proposta para uma estratégia brasileira**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2007.

CELLARD, A. A análise documental. In: POUPART, J. et al. **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis, Vozes, 2008.

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA ELETRÔNICA AVANÇADA - CEITEC S.A.. **Institucional: Apresentação**. 2015a.. Disponível em: <<http://www.ceitec-sa.com/empresa/SitePages/apresentacao.aspx>> Acesso em: 17 nov. 2015

CENTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA ELETRÔNICA AVANÇADA - CEITEC S.A. **CEITEC Transparência: Relatório Anual 2014**. 2015b. Disponível em: <http://www.ceitec-sa.com/transparencia/OutrosRelatorios/relatorio_anual_20141.pdf> Acesso em: 17 nov. 2015

CHRISTENSEN, J. F. **Asset profiles for technological innovation**. Research Policy, 1995. Ed. 24, vol. 5, p. 727-745.

COASE, R. **The nature of the firm**. Economica, 1937. Ed. 4, vol. 16, p. 386-405.

COOMBS, J. E.; BIERLY, P. E. **Measuring technological capability and performance**. R&D Management, 2006. Ed. 36, vol. 4, p. 421-438.

DOSI, G. **Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation**. Journal of Economic Literature, 1988. Ed. 26, p. 1120-1171.

FLICK, U. **Uma introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2004

FRANCIS, D.; BESSANT, J. **Targeting innovation and implications for capability development**. Technovation, 2005. Ed.25, vol. 3, p. 171-183.

FREEMAN, C., SOETE, L. **A Economia da Inovação Industrial**. São Paulo: UNICAMP, 2008.

GUAN J.; MA, N. **Innovative capability and export performance of Chinese firms**. Technovation, 2003. Ed. 23, vol. 9, p. 737–747.

GUTIERREZ, R.M.V.; ALEXANDRE, P.V.M. **Complexo Eletrônico Brasileiro e Competitividade**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 18, p. 165-192, set. 2003.

GUTIERREZ, R.M.V.; LEAL, C.F.C.; **Estratégias para uma Indústria de Circuitos Integrados no Brasil**. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 19, p. 3-22, mar. 2004

GUTIERREZ, R.M.V.; MENDES, L.R. **Complexo eletrônico: o projeto em microeletrônica no Brasil**. BNDES Setorial 30, p. 157 – 209, set. 2009.

HALL, L.; BAGCHI-SEN, S. **A study of R&D, innovation, and business performance in the Canadian biotechnology industry**. Technovation, 2002. Ed. 22, p. 231-244.

HAUSER, G.; ZEN, A.C.; SELAO, D.C.; GARCIA, P. L. **A Indústria Eletrônica no Brasil e na China: Um Estudo Comparativo e a Análise das Políticas Públicas de Estímulo a Capacidade Tecnológica do Setor**. Journal of Technology Management & Innovation, 2007. Vol. 2, n. 3, p. 85-96

HT MICRON. **A Empresa**. 2015. Disponível em <http://www.htmicron.com.br/site_ptbr/index.php?option=com_content&view=article&id=1&Itemid=101> Acesso em: 15 nov. 2015

INTEL. **Museum Gordon Moore Law**. 2015. Disponível em: <<http://www.intel.com.br/content/www/br/pt/history/museum-gordon-moore-law.html>> Acesso em: 10 nov. 2015

JABBOUR, A.B.L.S.; JABBOUR, C.J.C. **Lançando luzes sobre a gestão de operações do setor eletroeletrônico brasileiro.** Rev. Adm. Pública, Rio de Janeiro, vol. 46, n. 3, p. 817-840, Junho/2012.

KIM, L. **Building technological capability for industrialization analytical frameworks and Korea's experience.** Industrial and Corporate Change, 1999. Ed. 8, vol. 1, p. 111-136.

KIMURA, A. K. **Identificação de oportunidades para a indústria brasileira de semicondutores através das teorias de vantagem competitiva e investimento internacional.** 2005. 89f. Dissertação (MPA) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, 2005.

KNEBEL, P. **Dos grãos aos chips: a história da tecnologia e da inovação no Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010.

LALL, S. **Technological capabilities and industrialization.** World Development, 1992. Ed. 20, vol.2, p. 165-186.

LIMA, R.R.S. **Complexo eletrônico: a evolução recente e os desafios para o setor e para a atuação do BNDES.** BNDES 60 anos: perspectivas setoriais. Rio de Janeiro: BNDES, 2012.

MADANMOHAN, T.; KUMAR, U., KUMAR, V. **Import-led technological capability: a comparative analysis of Indian and Indonesian manufacturing firms.** Technovation, 2004. Ed. 24, p. 979-993.

NASSIF, A. **Complexo eletrônico brasileiro.** BNDES 50 anos: histórias setoriais. 2002. Disponível em: <
http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/livro_setorial/setorial08.pdf >. Acesso em: 07 jul. 2015.

NELSON, R.; WINTER, S. **An Evolutionary Theory of Economic Change.** Cambridge: The Belknap Press of Harvard University Press, 1982.

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE. **Stan Indicators.**

Ed. 2005.

Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OCDE. **Technology intensity definition**. ISIC, rev. 3, 2011. Disponível em:

<<http://www.oecd.org/dataoecd/43/41/48350231.pdf>>. Acesso em: 03 abr. 2015

PORTER, M. E. *The Competitive Advantage of Nations*. New York: Free Press, 1990. (Republicado com uma nova introdução, 1998.)

REED ELETRONICS RESEARCH. **The Yearbook of World Electronics Data: 2012-2013**. 2015. Disponível em:

<<http://www.rer.co.uk/image/data/Sample%20Downloads/Global%20Electronics%20Industry%20Database%201995-2016.pdf>> Acesso em: 05 jun. 2015

REICHERT, F. M.; BELTRAME, R. S.; CORSO, K. B.; TREVISAN, M.; ZAWISLAK, P. A. **Technological Capability's Predictor Variables**. *Journal of Technology Management & Innovation*, 2011. Ed. 6, vol.1, p. 14-25.

REICHERT, F.M.; CAMBOIM, G.F.; ZAWISLAK, P.A. **Capacidades e Trajetórias de Inovação de Empresas Brasileiras**. *Revista de Administração Mackenzie*, 2015. Vol. 16, n. 5, p. 161-194.

RITTNER, D. **Governo traça plano para criar novo ciclo na indústria de semicondutores**. *Jornal Valor Econômico*, São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.valor.com.br/brasil/3745224/governo-traca-plano-para-criar-novo-ciclo-na-industria-de-semicondutores>>. Acesso em: 26 mar. 2015.

SEMICONDUCTORS INDUSTRY ASSOCIATION – SIA. *Global Report Sales Data*. 2015. Disponível em: <http://www.semiconductors.org/industry_statistics/global_sales_report/> Acesso em: 16 nov. 2015

SCHUMPETER, J. A. **The Theory of Economic Development**. New Jersey: Transaction, 1911.

SCHUMPETER, J. A. **Capitalism, Socialism and Democracy**. New York: Harper, 1942.

SCHWIERZ, F. **Graphene transistors**. *Nature Nanotechnology*, 2010. Vol. 5, p. 487-496

TEECE, D. **Profiting from technological innovation**. *Research Policy*, 1986. Ed. 15, vol. 6, p. 285–305.

TSAI, K. **The impact of technological capability on firm performance in Taiwan's electronics industry**. *Journal of High Technology Management Research*, 2004. Ed. 15, p. 183-195.

WILLIAMSON, O. **The Economic Institutions of Capitalism**. New York: Free Press, 1985, p. 450.

WILLIAMSON, O. **Strategic research: governance and competence**. *Strategic Management Journal*, 1999. Ed. 20, vol. 12, p. 1087-1108.

WILLIAMSON, O. **The Theory of the Firm as Governance Structure: From Choice to Contract**. *The Journal of Economic Perspectives*, 2002. Ed. 16, vol. 3, p. 171-195.

THE WORLD SEMICONDUCTOR TRADE STATISTICS – WSTS. **WSTS has published the final semiconductor market figures for 2014**. California, EUA, Press Release: 12 Mar. 2015

YAM, R., LO, W., TANG, E., LAU, A. **Analysis of sources of innovation, technological innovation capabilities, and performance: An empirical study of Hong Kong manufacturing industries**. *Research Policy*, 2011. Ed. 40, vol. 3, p. 737–747.

ZASLAVSKY, A., PERERA, C., GEORGAKOPOULOS, D. **Sensing as a Service and Big Data**. Ithaca: Cornell University Library, 2013. Disponível em: <<http://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1301/1301.0159.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2015

ZAWISLAK, P. A., ALVES, A. C., TELLO-GAMARRA, J., BARBIEUX, D., REICHERT, F. M. **Innovation capability: From technology Development to transaction capability.** Journal of Technology Management and Innovation, 2012. Ed.7, vol. 2, p.14-27.

ZAWISLAK, P. A., ALVES, A. C., TELLO-GAMARRA, J., BARBIEUX, D., REICHERT, F. M. **Influences of internal capabilities of firms on their innovation performance: a case study investigation in Brazil.** International Journal of Management, 2013a. Ed.30, vol.1, p. 329-348.

ZAWISLAK, P. A., ZEN, A. C., FRACASSO, E. M., REICHERT, F. M., PUFAL, N. A. **Types of innovation in low-technology firms of emerging markets: an empirical study in Brazilian Industry.** Revista de Administração e Inovação, 2013b. Ed.10, vol.1, p.212-231.

ZAWISLAK, P.A.; TELLO-GAMARRA, J.; ALVES, A.C.; BARBIEUX, D.; REICHERT, F.M. **The different innovation capabilities of the firm: further remarks upon the Brazilian experience.** Journal of Innovation Economics, 2014. Ed. 13, p. 129-150.