

Desafios em modelos de negócios em startups brasileiras de semicondutores

ALEX DA SILVA ALVES

USP - Universidade de São Paulo

alexds.alves@usp.br

ANAEL DOS SANTOS LOPES

LATEC / UFF

anaellopes@gmail.com

Área temática: Empreendedorismo / Empreendedorismo Inovador: Startups, Empresas de base tecnológica, incubadoras e parques tecnológicos, capital de risco

Título: Desafios em modelos de negócios em startups brasileiras de semicondutores

Resumo

O governo brasileiro, desde a década de 1990, articula instrumentos para a consolidação de uma indústria de semicondutores. O foco das ações tem sido na geração de um ecossistema que permita que empresas atuantes nas fases de concepção e projeto de circuitos integrados sejam mais competitivas. Com base em um estudo de caso múltiplo envolvendo entrevistas e análise documental, se buscou entender a capacidade de inserção competitiva dessas empresas em uma cadeia de valor global e dinâmica, e propor ações complementares de políticas públicas assim como uma caracterização dos modelos e estratégias de negócios das empresas. Constatou-se que os benefícios para as empresas foram baixos e inconstantes, imperando uma lógica de sobrevivência. No entanto, apesar de os programas governamentais não terem sido suficientes para gerar receita e alavancar negócios nas empresas, observou-se em algumas um acúmulo gradual de experiências e manutenção de equipe qualificada de técnicos e engenheiros enquanto buscavam formas de superar a dependência de recursos públicos. A pesquisa está direcionada para responsáveis pela formulação de políticas de ciência, tecnologia e inovação de países em desenvolvimento, assim como empreendedores e empresários interessados no setor de semicondutores.

Summary

Since the 1990s the Brazilian government designed instruments to consolidate a national semiconductor industry. Focus of government actions in the segment was to generate an ecosystem allowing companies operating in the conception and design of integrated circuits to become more competitive. The authors carried interviews through a documentary analysis and a multiple case study. The research aimed at understanding the competitive insertion capacity of these companies in a global and dynamic value chain in order to propose complementary public policies as well as a characterization of models and corporate business strategies for these firms. The authors found that the economic and financial benefits for companies were low and unstable with the prevalence of a survival logic. However, despite government programs have not been sufficient to generate revenue and leverage businesses for firms, there was a substantial survival rate in some of them, allowing gradual accumulation of experience and maintenance of skilled personnel like technicians and engineers as firms sought ways to overcome their dependence on public resources. The relevance of the research is oriented towards policy-makers in science, technology and innovation in developing countries, as well as entrepreneurs and executives with interests in the semiconductor industry.

Palavras-chave

Ciência, tecnologia e inovação; semicondutores; empreendedorismo tecnológico.

1. Introdução

A cadeia produtiva da indústria de semicondutores envolve as seguintes etapas: concepção do produto ou desenho da solução, que pode ser realizada em conjunto com o fabricante do bem final ou do serviço no caso dos circuitos integrados customizados; concepção e projeto do circuito integrado (*design*); fabricação do circuito, compreendendo o processamento físico-químico (*front-end*); montagem, o encapsulamento e o teste do produto (*back-end*); e serviço ao cliente. O termo Circuito Integrado – CI, semicondutor ou chip é utilizado aqui de maneira intercambiada. As etapas iniciais de *design* podem ser realizadas por pequenas empresas, exigindo investimentos comparativamente menores que os necessários para atuação no *front-end* e *back-end* da fabricação. Empresas de *design*, no entanto, requerem recursos humanos treinados e capacitados, com conhecimentos sólidos em engenharia eletrônica e especialização na elaboração de projetos de circuitos integrados. Nesse segmento, destacam-se as *design houses* e as *fabless*. A primeira refere-se ao conjunto de empresas engajadas no projeto de *chips*. A segunda é praticamente uma empresa de engenharia especializada no desenvolvimento de soluções em circuitos integrados que tem produtos com marca própria e delega a fabricação de *chips* para uma *foundry*, a qual fabrica os componentes.

Fatores diversos geram pressões substanciais para as empresas de semicondutores, visto que a crescente complexidade envolvida nos processos de projeto e fabricação de circuitos integrados, somada à gestão dos ciclos que vão desde o desenvolvimento do produto a sua chegada ao mercado (*time-to-market*), aumentam consideravelmente os custos de P&D e comprometem o modelo de negócios de muitas empresas, sobretudo aquelas de menor porte (Lange, Muller-Seitz, & Windeler, 2013).

Como resposta, por um lado, as empresas buscam criar um ambiente de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) mais robusto, visando a aumentar a produtividade com projetos otimizados de acordo com sua complexidade, ciclos de desenvolvimento e restrição orçamentária. Além disso, esforçam-se para obter competências em *software* embarcado e de gestão e licenciamento de propriedade intelectual – IP (McKinsey, 2013). Por outro lado, em se tratando de um segmento caracterizado por incertezas e ciclos longos de desenvolvimento, os recursos públicos para composição de infraestrutura tecnológica e de P&D desempenham um papel decisivo (van Marion, 2014).

Assim, não por acaso, na formulação da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior – PITCE, esses setores foram apontados como prioritários, juntamente com fármacos e bens de capital (Campanario, da Silva, & Costa, 2009). Igualmente, o recente arcabouço de política industrial, o Plano Brasil Maior (PBM), também atribui especial importância à indústria de semicondutores, destacando sua importância na Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação (ENCTI) do Governo Federal (MCTI, 2012). No setor de microeletrônica, o governo brasileiro entende que a consolidação da indústria de componentes semicondutores no país é fundamental para a competitividade da indústria brasileira de eletrônica em nível internacional, dado o notório e persistente déficit da balança comercial nesse âmbito.

Desta forma, o governo federal, por meio do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, do Ministério da Fazenda, do Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq e da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial – ABDI, estruturou mecanismos que atuassem na qualidade da formação de recursos humanos, na formação empreendedora, no acesso a recursos reembolsáveis ou não, além de um conjunto de incentivos fiscais para as empresas e seus clientes potenciais. Marcos importantes nesse âmbito são: o Programa Nacional de Microeletrônica – PNM; o Programa CI-Brasil; e o Programa de Apoio ao Desenvolvimento Tecnológico da Indústria de Semicondutores – PADIS. O Programa Nacional de Microeletrônica - PNM *Design*, considerado prioritário e de interesse na área de

informática e automação, nasceu em 2002, tendo como objetivo atrair, fixar e promover o crescimento de empresas de projeto de circuitos integrados (*design houses*) no país (Gutierrez & Leal, 2004). A escolha por esse elo da cadeia de valor da indústria de semicondutores valia-se do racional de que para atividades de projeto de circuitos integrados, as barreiras tecnológicas e econômicas de entrada seriam comparativamente menores e poderiam ser superadas em curto prazo. Os investimentos necessários eram inferiores àqueles a serem feitos em *foundries* e as exigências de recursos humanos mais compatíveis com a capacidade tecnológica disponível no país (Campanario, da Silva, & Costa, 2009).

Integrante do PNM – Design, o Programa CI-Brasil surgiu em 2005 com as seguintes estratégias específicas de atuação: i) a capacitação de projetistas de circuitos integrados, oferecendo ao mercado mão de obra especializada em projetar circuitos integrados; ii) e o apoio à criação e ao desenvolvimento de empresas focadas em projetos de CI no Brasil. A participação no Programa é aberta para profissionais graduados em Informática e engenharias afins. O CI-Brasil dispõe de dois centros de treinamento (CTs) com capacidade para 180 alunos por ano e 16 instrutores fixos. Os custos dos CTs são estimados em R\$ 3,5 milhões por ano.

O trabalho está estruturado em cinco seções, incluindo esta Introdução. A segunda seção apresenta a questão da pesquisa e os seus objetivos. Na terceira seção são apresentadas as principais tendências internacionais em modelos de negócios envolvendo a cadeia de semicondutores. A quarta seção dedica-se aos aspectos metodológicos e à caracterização das empresas estudadas. A quinta, à análise dos resultados do trabalho. A sexta, às conclusões.

2. Problema de Pesquisa e Objetivo

Os resultados desejados, no entanto, também dependem de fatores que ultrapassam a esfera de ação governamental e são igualmente determinantes para as estratégias de crescimento dessas empresas, como o modelo e as estratégias de negócios ensejadas pelas empresas beneficiadas e parceiras dos programas públicos. O modelo de negócios de empresas, em particular as de menor porte, se relaciona a aspectos tais como a qualidade do ecossistema local, da forma como as empresas se organizam para servir o mercado consumidor de suas soluções, do modelo de receitas, assim como das estratégias de redução e mitigação de riscos operacionais, de mercado e contratuais (Lange, Muller-Seitz, & Windeler, 2013).

Neste trabalho utilizam-se as evidências trazidas da amostra de empresas para analisar os modelos de negócios e discutir seu alinhamento com o propósito de inovação e adensamento da cadeia de valor esperado pelos idealizadores do PNM Design em geral, e do Programa CI-Brasil em particular, os quais apoiaram as empresas em seus esforços de capacitação, financiamento e alinhamento estratégico.

Durante o período de dezembro de 2013 a março de 2014, foram realizadas entrevistas com representantes de instituições públicas, potenciais clientes e empresas participantes e parceiras do Programa CI-Brasil, reunindo sugestões de aprimoramento para o PNM. Além das entrevistas, foram realizados três painéis, envolvendo os participantes em discussões sobre demanda por semicondutores, formação de recursos humanos e políticas públicas para o setor. Desta forma, foi possível realizar uma análise das estratégias de inserção competitiva e da situação atual do conjunto das PMEs beneficiadas pelo Programa CI Brasil. Portanto, objetivava-se com este trabalho buscar subsídios para um melhor entendimento da capacidade de inserção competitiva dessas empresas brasileiras em uma cadeia de valor global e altamente dinâmica, e propor ações complementares. Assim, a pergunta que orienta a pesquisa é a seguinte: que aspectos dos modelos de negócios engendrados pelas empresas não têm encontrado nas políticas públicas um elo mais coerente de apoio para promover sua inserção competitiva em um mercado dinâmico, incerto e altamente competitivo como o de semicondutores?

3. Revisão bibliográfica: tendências e desafios em modelos de negócios em semicondutores

Nesta seção descrevem-se duas formas distintas de organização da produção e do trabalho cujas experiências podem contribuir a um melhor entendimento dos modelos e estratégias de negócios em Pequenas e Médias Empresas – PMES atuantes no setor.

3.1. Empresas prestadoras de serviços de P&D

Apresenta-se aqui um modelo de negócios de PMEs com marcada atuação internacional, cujos papéis têm sido importantes nas estratégias de desenvolvimento regional de alguns países (EC, 2011), as quais atuam nos processos de geração, absorção e difusão de conhecimento novo. Empresas desse tipo são conhecidas como fornecedoras de serviços intensivos em conhecimento e são denominadas *Knowledge Intensive Business Services* (KIBS).

Envolvidas em uma estrutura de maior complexidade organizacional com atuação em um mercado competitivo e global, as KIBS têm como aspecto distintivo de seu modelo de negócios dois elementos principais (EC, 2011): i) a solução como um serviço ou produto fornecida ao cliente resulta de um processo cumulativo de aprendizado que evolui a partir de uma profunda interação da KIBS com o usuário da solução; ii) trata-se de uma atividade de consultoria em que a KIBS adapta seu conhecimento especializado às necessidades de seu cliente.

A cidade de Cambridge, no Reino Unido, é uma das que mais abrigam empresas KIBS no segmento de semicondutores (Kirk & Cotton, 2012). Um estudo recente sobre o papel das KIBS desse setor é o realizado por Probert, Connel e Mina (2013), os quais avaliaram as estratégias e o modelo de negócios de PMEs prestadoras de serviços localizadas no entorno da Universidade de Cambridge.

Para fugir da concorrência de grupos maiores da Europa e das empresas asiáticas, as KIBS mais bem sucedidas de Cambridge adotaram um modelo de negócios que as permitisse continuar economicamente viáveis em um cenário de grande incerteza e altamente competitivo. Parte substancial dessas empresas atua no segmento de eletrônica aplicada, fazendo uso de projeto e desenvolvimento de soluções baseadas em semicondutores, incluindo a pesquisa de novos materiais condutores (Kirk & Cotton, 2012). Tais estratégias vêm acompanhadas de substanciais desafios, sendo o elemento distintivo o fato de que as soluções que envolvem projetos de circuitos integrados fazem parte de uma solução maior entregue ao cliente.

No âmbito das KIBS de alta tecnologia, os maiores desafios dessas empresas têm sido (Rodriguez & Machado, 2008; Probert, Connel, & Mina, 2013): i) reduzir o risco do processo de desenvolvimento da tecnologia e satisfazer as necessidades dos clientes; ii) pensar nos aspectos mais pertinentes da estrutura organizacional e dos ciclos de desenvolvimento dos produtos; iii) e, não menos importante, pensar nos caminhos e estratégias a seguir.

Embora localizem-se no entorno de uma das mais prestigiadas universidades do mundo, as KIBS de semicondutores de Cambridge tendem a apresentar pouca relação com as universidades. Apesar da pouca cooperação entre empresas e entre empresas e universidades, dada a confidencialidade dos contratos e o estágio embrionário do conhecimento em muitos dos projetos (Rodriguez & Machado, 2008), a concentração geográfica de KIBS é elevada, sobretudo em áreas metropolitanas. Isso se dá por fatores de co-localização, facilidade de acesso a recursos humanos qualificados e presença de clientes (Wernerheim, 2010).

O sucesso de uma empresa KIBS depende sobremaneira dos cuidados envolvidos na gestão dos direitos de propriedade intelectual, das estratégias de comercialização e de precificação. Tais estratégias se mostram cruciais na escolha do modelo de negócios de cada empresa, uma vez que o desenvolvimento de um pacote robusto de IPs pode ser licenciado,

usado na formação de uma gama de subprodutos ou mesmo ser a base para o surgimento de *spin-offs*.

O modelo de negócios de uma KIBS tem orientação típica de projeto, demandando equipes funcionais orientadas à multidisciplinaridade e ao trabalho em equipe. Portanto, o financiamento do ciclo de vida dos projetos é crítico e vem normalmente financiado com recursos próprios dos sócios, pela realização de consultorias ou pelos próprios clientes interessados.

3.2. As redes globais de projetos

O projeto de um *chip* se tornou um sistema de complexas fases, no qual múltiplas trocas de informação e de conhecimento geram interfaces que precisam ser adequadamente gerenciadas (Epicoco, 2013). Em meados da década de 1990, o avanço das tecnologias de processo em semicondutores levou a uma trajetória de miniaturização, permitindo a realização do conceito *System on a Chip* (SoC), que permite a integração de um sistema eletrônico em um único *chip*, embarcando tanto o *hardware* quanto o *software*. O surgimento dos SoCs acelerou a difusão de uma série de novos produtos, como bens de consumo, celulares, aplicações para automóveis e até equipamentos médicos. O projeto de um componente SoC requer elevado número de projetistas com múltiplas competências.

Conforme mostra Ernst (2010), empresas globais enfatizam que é altamente custoso juntar um time com competências tão distintas em uma mesma localidade. Outro desafio é mantê-las nesta localidade. Quando concentradas em um mesmo local, especialmente em seu país de origem, os grupos de projeto de *chips* podem se tornar muito influentes, o que pode gerar barreiras para ganhos de produtividade. Mas a dispersão geográfica cria desafios. Uma vez dispersos geograficamente, isso cria requisitos mais exigentes de coordenação para gerenciar múltiplas interfaces de projetos de chips. A especialização vertical em uma rede global de projeto, ou Global Design Network (GDN), é uma tentativa de se prover um ambiente organizacional flexível para a troca de conhecimentos ao longo de comunidades de projetistas que não se encontram em uma mesma localidade.

Uma GDN é uma rede de alta complexidade. A configuração da rede vem sofrendo mudanças significativas nas últimas duas décadas, como salienta Ernst (2005), o qual afirma que houve uma substancial desintegração e dispersão geográfica das equipes de projetos de chips, sobretudo após fins da década de 1990, com maior concentração de empresas de projeto de *chips* migrando para a Ásia.

A principal motivação para a mudança de empresas de design de *chips* para a Ásia tem sido as dificuldades enfrentadas para fechar contratos com clientes globais (*system companies*) localizados em outros continentes, cada vez mais relutantes em investir no desenvolvimento de novos produtos que usem tecnologias não provadas. Para o projeto de *chips*, isso implica que um melhor desempenho com menores custos precisa vir combinado a uma abordagem relativamente conservadora de projeto, pois o que os clientes menos desejam são as soluções que reduzam suas já apertadas margens operacionais.

Há diversas configurações possíveis em um modelo de GDN. No entanto, os atores costumam ser os mesmos. Uma GDN é uma rede que incorpora cinco grupos estratégicos de empresas atuando em três níveis: no primeiro nível, a *system company* define o conceito, podendo terceirizar todo o resto. O projeto SoC pode ser realizado na própria *system company*, na *Integrated Design Manufacturer* (IDM, que integra todas as etapas do processo produtivo), na *fabless* ou numa combinação destes. A fabricação e montagem dos chips pode ser terceirizada a fornecedores especializados, como as *foundries* (que fabricam os CIs) e as empresas de montagem e encapsulamento de chips. Em um nível secundário da rede encontram-se fornecedores de ferramentas como *Electronic Design Automation* – EDA, verificação e

testes, assim como empresas que licenciam IPs e prestadores de demais serviços envolvendo projetos em segmentos de nicho. O terceiro nível da rede envolve as empresas que, por contrato de prestação de serviços, realizam a fabricação dos diversos componentes e equipamentos finais.¹

O conservadorismo das *system companies* atuantes em mercados maduros ou setores que enfrentam pesada concorrência nacional e internacional fez com que as empresas de projeto de *chips* voltassem a sua atenção para o mercado asiático (McKinsey, 2013). Pelo fato de estarem mais interessadas em ganhar novas fatias de mercado e expandir suas operações, *system companies* asiáticas mostraram-se mais receptivas para novos projetos de chips que as ajudassem a capturar o mercado de líderes globais, seja por meio de ganho de desempenho operacional ou pela otimização do *time-to-market* (Ernst, 2013). Ou seja, as *system companies* asiáticas, como Huawei e Samsung, estão mais propensas a correr os riscos e arcar com parte substancial dos custos de projeto de circuitos integrados e *chips* que lhes possam trazer ganhos de produtividade e/ou que lhes assegurem a colocação mais rápida de novos produtos no mercado (Mays, 2013). Trata-se de uma configuração de mercado que pode mudar o equilíbrio de forças na cadeia de valor da indústria de semicondutores, afetando a estrutura de governança e coordenação de uma GDN.

3.3. Implicações para as empresas brasileiras

No Brasil, a realização de P&D ocorre em poucas empresas e, quando se dá, ocorre nas empresas de grande porte amparadas por incentivos fiscais como a Lei da Informática e a Lei do Bem (Campanario, da Silva, & Costa, 2009; Botelho & Almeida, 2010).

KIBS brasileiras com fins lucrativos teriam dificuldades para prestar serviços para empresas beneficiadas pela Lei da Informática, uma vez que estas devem usar a estrutura de Institutos de Ciência e Tecnologia – ICTs (universidades e centros de pesquisa) sem fins lucrativos para dispor do benefício fiscal (Salles Filho, Stefanuto, Mattos, & Zeitoum, 2012). Por outro lado, empresas que usam os benefícios da Lei do Bem, que garante reduções de IPI e IR/CSLL nos casos comprovados de P&D para inovação tecnológica, devem ser tributadas pelo regime de lucro real. Uma empresa até poderia contar com uma KIBS e obter benefícios fiscais oriundos da Lei do Bem, mas a empresa demandante do serviço teria de ser grande o suficiente para se enquadrar no regime de lucro real.

No entanto, uma PME é normalmente tributada pelo regime de lucro presumido. Na atual estrutura tributária brasileira, as PMEs lograriam poucos benefícios fiscais ao contratar serviços de P&D de uma KIBS brasileira. Por outro lado, grandes empresas habilitadas pela Lei de Informática precisam investir pelo menos 4% de seu faturamento em P&D com laboratórios de pesquisa sem fins lucrativos e mais 1% de em projetos com as demais ICTs (universidades e outros centros de pesquisa), o que acaba inibindo investimento em KIBS com fins lucrativos.

Como muitos dos potenciais clientes no Brasil – *system companies* – com escala suficiente para viabilizar os negócios de *design houses* e *fabless* brasileiras são subsidiárias de multinacionais, parte das compras/aquisições realizadas pelas empresas é feita em escala global, envolvendo fornecedores que operam com elevados volumes, margens operacionais apertadas, níveis de confiabilidade elevados e expertise mundial nos ramos em que atuam.

Oportunidades para inovação nas redes enfatizam novos processos que trazem ganhos de produtividade, reduções de custos, além de novas funcionalidades aos produtos. O mercado asiático mostra-se promissor (Ernst, 2010; Mays, 2013). No entanto, para se obter acesso a mercados externos, deve-se já ter presença no mercado, com um histórico de bons projetos entregues. Um primeiro passo nesse sentido para integrar-se em uma GDN e garantir sua

¹ Para uma compreensão detalhada da estrutura e dos atores de uma GDN, ver Ernst (2005).

continuidade em um negócio global é já ter um bom cliente local com capilaridade internacional.

Ao governo brasileiro, que define o arcabouço legal e as políticas públicas para o desenvolvimento do setor, o maior desafio tem sido pensar na melhor estratégia de promoção das *design houses* brasileiras no exterior, inserindo-as em GDNs funcionais. No Brasil, a consolidação de uma rede qualificada na qual *design houses* e *fabless* tenham espaço para competir depende do apetite de empresas estabelecidas em usar soluções brasileiras em detrimento das estrangeiras.

KIBS ou GDNs, tanto uma quanto outra estratégia apresenta desafios substanciais e nem sempre todos os resultados desejados são atingidos (Ernst, 2013; Rodriguez & Machado, 2008), demandando um esforço dos agentes públicos em entender as melhores opções de apoio ao crescimento de empresas de projeto e concepção de circuitos integrados no Brasil, como almejado por programas governamentais como PNM Design e o CI-Brasil.

4. Aspectos metodológicos e caracterização da amostra

Embora a importância da inovação em modelos de negócios já seja demasiadamente discutida na literatura (Zott & Amit, 2013; Chesbrough, 2010), no Brasil pouco se tem discutido a conexão entre a política pública e os impactos de modelos de negócios e estratégias empresariais na inovação em PMEs. Parte substancial da literatura brasileira explora os vínculos institucionais para a consolidação de sistemas locais de inovação e fortalecimento de sistemas nacionais de inovação, os aspectos culturais, os condicionantes sistêmicos da inovação nas PMEs, assim como a dinâmica derivada da interação universidade-indústria com seu papel na geração de *spin-offs* de sucesso (Paranhos & Hasenclever, 2011; Botelho & Almeida, 2010; La Rovere & Rodrigues, 2011; Suzigan, Albuquerque, & Cario, 2011; Alves, Quelhas, da Silva, & Lameira, 2015).

Desta forma, um entendimento do papel da definição prévia de um projeto ou arquitetura para a criação, entrega e captura de valor em uma empresa de pequeno ou médio porte e a sua relação com os resultados esperados de sua atividade – em particular, a inovação – são ainda pouco explorados no Brasil. Um dos principais motivadores é a dificuldade de se obter dados sobre as PMEs brasileiras de alta tecnologia, as quais podem estar pouco inclinadas a divulgar informações que revelem seus modelos de negócios. A oportunidade trazida pelo projeto de pesquisa que deu origem a este trabalho, o qual facilitou o acesso às empresas participantes de um arcabouço governamental, contribui – mesmo que em parte – a suprir tal dificuldade e lançar luz sobre uma discussão da efetividade e das barreiras à consolidação do modelo de negócios em PMEs brasileiras de alta tecnologia.

O presente trabalho deriva de um projeto financiado pela ABDI entre dezembro de 2013 e maio de 2014, o qual tinha como objetivo avaliar os modelos e as estratégias de negócios das *design houses* participantes do Programa CI-Brasil. O projeto foi executado pela Sociedade Brasileira de Excelência em Software – SOFTEX e contou com os autores como coordenadores de pesquisa.

Em face de pouca disponibilidade de estudos que relacionem modelos de negócios e inovação em PMEs no Brasil, os autores adotaram uma perspectiva de questionamento do tipo “como” e “por que”, com uma abordagem focada na construção da teoria, conforme Yin (2003). A abordagem utilizada é exploratória, pois responde diretamente à necessidade de se construir as bases de uma teoria sobre a relação entre modelos de negócios e inovação em pequenas e médias empresas brasileiras de alta tecnologia. Portanto, pela natureza exploratória do presente estudo, evita-se a elaboração de hipóteses para se testar relações entre as variáveis (Edmondson & McManus, 2007). Uma abordagem de estudos de caso múltiplos mostrou-se como a mais adequada para a realização de análises exploratórias mais abrangentes e é uma abordagem

eficiente para o estudo dos aspectos organizacionais e/ou institucionais que não podem ser ou que não são facilmente capturados por uma abordagem de pesquisa mais quantitativa (Eisenhardt & Graebner, 2007).

A identificação e análise das estratégias que culminaram na definição dos modelos de negócios das empresas participantes do Programa CI Brasil foi obtida por meio de um processo em quatro fases.

Primeiramente, realizou-se uma revisão da literatura de modo a se identificar tendências e o estado da arte em termos de modelos e estratégias de negócios de PMEs de alta tecnologia, em particular as atuantes no segmento de semicondutores. A segunda fase consistiu na realização de três *workshops*. No primeiro foram discutidos mercados e modelos de negócios das empresas; no segundo abordou-se o tema recursos humanos e tecnologias; no terceiro discutiu-se o tema políticas públicas, arranjos e investimentos. O público consistiu de empresários, empreendedores vinculados ao CI-Brasil, acadêmicos e agentes do governo federal. Na terceira fase foram realizadas entrevistas semiestruturadas com empreendedores das empresas participantes do Programa CI-Brasil, agentes do governo e outros atores da indústria eletroeletrônica brasileira. Cada entrevista deu início a um processo de encadeamento de referências por meio do qual uma empresa e um representante do governo entrevistados sugeriam mais nomes nas esferas governamentais e de clientes em potencial. A quarta e última fase consistiu no envio de um questionário com perguntas abertas e fechadas às empresas participantes, visando a uma análise quantitativa dos benefícios econômicos e financeiros das estratégias utilizadas. Entretanto, o índice de resposta foi baixo, não possibilitando tal tipo de análise.

O processo de trabalho realizado ao longo das fases aqui apresentadas teve dois propósitos: primeiramente, tornou possível a identificação e análise dos modelos de negócios e estratégias das empresas; em seguida, permitiu uma captura mais detalhada das visões de agentes do governo e representantes de empresas brasileiras com perfil de potenciais clientes.

Foram realizadas 32 entrevistas face a face, as quais foram codificadas. Os entrevistados nas empresas foram questionados sobre sua trajetória, a experiência de sua empresa, assim como suas percepções acerca do alinhamento do Programa CI-Brasil ao seu modelo de negócios e sobre o conhecimento de rivais no Brasil ou no exterior com modelos de negócios e produtos ou serviços similares aos seus. Os agentes de governo entrevistados foram questionados sobre a evolução do Programa CI-Brasil, sobre seu papel no apoio à consolidação dos modelos de negócios e estratégias das empresas participantes do Programa e, por fim, sobre aspectos a ser endereçados pelas políticas públicas. Três clientes em potencial, sugeridos pelos agentes de governo e pelas empresas, foram entrevistados e questionados sobre os principais motivadores e barreiras para a adoção de produtos e serviços das empresas brasileiras participantes do Programa CI-Brasil.

Os dados provenientes das entrevistas foram cruzados com outras informações extraídas de fontes públicas (imprensa, sítios Internet das empresas, artigos científicos e relatórios de consultorias especializadas), o que permitiu a construção e a triangulação das evidências traduzidas pelo estudo de caso múltiplo. Os participantes da pesquisa tiveram acesso aos resultados para comentários e validação, o que se deu por meio de um painel, no qual foram apresentados e discutidos os resultados da pesquisa.

As 22 *design houses* participantes ou parceiras do Programa CI-Brasil encontram-se localizadas em oito estados da federação, com os estados de São Paulo e Pernambuco abrigando quase 60% do total. Seis das nove empresas localizadas no Estado de São Paulo estão em Campinas, revelando um forte adensamento em um único município. No geral, as organizações são de pequeno porte, contando com um número reduzido de colaboradores, variando de 3 a 30 pessoas, com apenas duas apresentando cerca de 100 pessoas. Mesmo aquelas instituições de porte elevado, as empresas públicas e os ICTs, possuem uma quantidade relativamente pequena

de pessoas dedicadas às atividades de projetos de circuitos integrados. Quatorze das 22 empresas (64,7%) não possuem fins lucrativos. Dentre elas há organizações vinculadas a fundações de universidades federais ou estaduais. Outras estão dentro das estruturas de ICTs que, por beneficiarem-se da Lei da Informática e outros mecanismos fiscais, não podem ter fins lucrativos. Por fim, há também nesse grupo organizações diretamente vinculadas ao governo. Das oito empresas com fins lucrativos, três são subsidiárias de multinacionais e duas estão em (ou passaram por) incubadoras de universidades.

Contingente superior a $\frac{3}{4}$ das *design houses* participantes ou parceiras do Programa CI-Brasil surgiu a partir de chamadas públicas do CNPq, no âmbito do PNM Design. Seus sócios, em geral, são ex-alunos egressos dos centros de treinamento do Programa CI-Brasil.

Por fim, os autores reconhecem que é necessária cautela ao se fazer generalizações com base nos resultados de uma pesquisa exploratória. No entanto, espera-se que a natureza exploratória deste trabalho não invalide seu mérito como um esforço de pesquisa empírica. Tal abordagem alinha-se às boas práticas internacionais em pesquisas exploratórias que empregam levantamentos do tipo survey e/ou estudos de caso em temáticas similares às aqui estudadas (Probert, Connel, & Mina, 2013; Lange, Muller-Seitz, & Windeler, 2013; Tongur & Engwall, 2014).

5. Análise das estratégias e resultados

Nesta seção, analisa-se os aspectos delineadores das estratégias derivadas dos modelos de negócios das empresas.

5.1. Modelos e estratégias de negócios das empresas participantes e parceiras do CI-Brasil

Foram identificados quatro tipos de modelos de negócios, os quais denominamos: *pure-play IP*, *pure-play design*, *fabless*, *cativo* e *fabless plus*.

Empresas atuantes no modelo *pure-play IP*, por um lado, atendem aos demais elos da cadeia de valor de semicondutores, licenciando seus IPs para empresas de serviços de *design*, *fabless*, *foundries* e IDMs. Por outro, podem se conectar diretamente às *system companies* que orquestram as redes globais de projeto de circuitos integrados.

A necessidade de se inserir nas redes globais, especialmente nos casos em que não há uma clientela suficientemente grande em nível local, torna-se fator crucial de sucesso. O êxito da inserção nas redes globais dependerá de vantagens em relação aos fornecedores estrangeiros.

Não é qualquer cliente que possui o perfil adequado e a motivação necessária para apostar em uma solução própria em *chips*. De fato, considerando a existência cada vez maior de produtos prontos disponíveis no mercado, muitos deles já voltados para atender a aplicações específicas, a demanda por projetos é uma decisão para um grupo relativamente limitado de clientes. Adicionalmente, a competição baseada no diferencial de preço tende a favorecer fornecedores de países asiáticos.

As atividades de *design* também podem ser direcionadas para o governo, dada a tendência para uso de fornecedores locais (Campanario, da Silva, & Costa, 2009; van Marion, 2014). Portanto, a orquestração de um modelo *pure-play design* como empresas KIBS pode ser uma alternativa à concorrência baseada no preço com empresas asiáticas. O modelo adotado em Cambridge contribuiu para o adensamento de empresas em território local, mesmo com pouca cooperação entre as empresas. Outros países iniciaram iniciativas similares, como a Espanha, Suécia e Holanda (EC, 2011). Adicionalmente, o modelo KIBS pode facilitar a interação das empresas de projetos com clientes ainda imaturos para especificar e conceber encomendas de circuitos integrados. No entanto, um modelo do tipo KIBS enfrenta substanciais barreiras no

país, de modo que, alternativamente, empresas KIBS brasileiras devessem avaliar sua inserção em GDNs internacionais como estratégia de sobrevivência.

Um risco inerente aos negócios do tipo *fabless* diz respeito ao *time to market*. A demora na inserção de um produto no mercado pode fazer com que outros produtos concorrentes já tenham se posicionado a contento, reduzindo a possibilidade de ganhos de fatias de mercado.

O processo de financiamento para produtos que, por um lado, têm longos ciclos de desenvolvimento e, por outro, ciclos de vida mais curtos – como soluções em CIs – requerem ainda que os programas governamentais de apoio levem em conta tais aspectos, visto que, em particular no modelo *fabless*, fornecedores podem desistir dos projetos, assim como sócios estratégicos. Além disso, mudanças de fornecedor podem requerer alterações drásticas no produto final, afetando o já complexo ciclo de desenvolvimento dos produtos.

Como os ganhos com o produto só ocorrerão depois de finalizado e inserido no mercado, o modelo *fabless* exige investimentos substanciais como capital inicial. A possibilidade de ressarcimento dos custos iniciais elevados é obtida através dos ganhos de escala, o que incentiva a empresa a contar com uma boa rede de distribuidores e revendedores. Por esse motivo, e dados os riscos maiores inerentes ao modelo, as empresas tendem a necessitar de apoio de fontes de financiamento como o capital de risco (Lange, Muller-Seitz, & Windeler, 2013).

A interação de uma *fabless* tende a ser a ser menos com o cliente final e mais com a rede de distribuição e revenda do produto. Por exemplo, na cadeia automotiva uma empresa como a alemã Bosch pode desempenhar um papel mais importante como cliente de empresas *fabless* do que as grandes montadoras de automóveis. Ainda, como o modelo *fabless* requer um conhecimento prévio do mercado, é de se esperar que, ao longo do tempo, haja uma migração natural de empresas *pure-play IP* e *pure-play design* para este tipo de negócio.

A atuação das empresas que operam no modelo cativo depende do interesse da matriz estar focado na exploração do mercado local ou regional, ou no uso da mão de obra existente neste país (OECD, 2012). Se o interesse é pela comercialização local, a subsidiária poderá contar com equipe de vendas e, provavelmente, haverá uma interação maior com o ecossistema local de semicondutores, com redes de distribuição e revenda de produtos e, especialmente, com clientes em potencial: governo e fabricantes locais de equipamentos e dispositivos que embutem semicondutores. Se, por outro lado, o interesse é pelo uso da mão de obra local, a equipe da empresa tende a ser formada por profissionais de perfil técnico, focados na atividade de desenvolvimento de projetos de circuitos integrados. Atividades complementares, tais como captação de clientes, definição da estratégia de negócios e a negociação com clientes e fornecedores são tratadas pela matriz. O maior desafio para um país que opta pela atração de empresas multinacionais é como se apropriar de vantagens relacionadas com a atração. A dificuldade é maior quanto menor for a interação da subsidiária com o sistema produtivo local (Ernst, 2013).

O modelo *fabless plus* é composto por empresas cujas atividades extrapolam os elos da cadeia de valor de semicondutores, integrando hardware e software aos circuitos desenvolvidos e oferecendo soluções completas para o cliente final. Além de profissionais com *know how* para realização de projetos, as empresas atuantes no modelo *fabless plus* necessitam de desenvolvedores de software e engenheiros de produto e sistemas. No que diz respeito às relações com o ecossistema de semicondutores, os laços das empresas *fabless plus* tendem a ser mais fortes com empresas de IP e *foundries*. As relações com pequenas empresas de *design* e com *fabless* podem se mostrar menos necessárias e, por vezes, conflituosas. Isso por que as soluções mais completas das *fabless plus* podem inibir os mercados de atuação das empresas de *design* e de produtos.

Os riscos inerentes aos negócios das empresas *fabless plus* são maiores, já que a manutenção da estrutura interna é cara. Em contrapartida, as margens que podem obter comercializando suas soluções são maiores. Por dominarem um leque vasto de competências e

manterem laboratórios e recursos diversos, as *fables plus* podem criar um leque relativamente grande de ofertas para o mercado, incluindo a atuação forte em P&D, a entrega de soluções completas ou de parte delas. Pelas suas peculiaridades, as atividades de empresas do tipo *fables plus* poderiam se favorecer enormemente da presença local de clientes finais com necessidades de soluções inovadoras de eletrônica embarcada. A interação com as redes internacionais pode ocorrer com o apoio de distribuidores, revendedores de máquinas e equipamentos e, em menor escala, investidores.

5.2. Identificação e alinhamento das estratégias

Na Tabela 1, as empresas são distribuídas por tipo de modelo de negócios, considerando o seu melhor enquadramento. Além disso, é proposta uma pontuação baseada na avaliação dos resultados alcançados, variando de 1 a 5, tendo sido considerados os seguintes fatores: capacidade de sobrevivência no mercado sem apoio de políticas governamentais; inserção internacional; incertezas relacionadas com a consolidação dos negócios; história da empresa e o perfil e a motivação dos sócios ou responsáveis; e as estratégias de posicionamento no mercado. Para efeito da análise, as empresas incluídas no modelo *fables plus* foram divididas em públicas e privadas.

Tabela 1

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

Empresa	Estágio de adequação ao Modelo de Negócios Idealizado						Características do Modelo de Negócios		
	<i>Pure-play IP</i>	<i>Pure-play design</i>	<i>Fables</i>	Cativo	<i>Fables Plus</i> Pública	<i>Fables Plus</i> Privada	Dependência da política pública	Orientação internacional do negócio	Incertezas de consolidação de negócios
DF Chip		1					Alta	Baixa	Alta
DH CT-PIM					1		Alta	Baixa	Alta
CTI					3		Alta	Baixa	Baixa
CETENE					2		Alta	Baixa	Alta
CEITEC S.A			3				Alta	Baixa	Baixa
C.E.S.A.R.						1	Alta	Baixa	Alta
Chipus Microeletrônica	4						Média	Média	Média
DHBH		1					Alta	Baixa	Alta
Excelchip Sistemas Eletrônicos						1	Alta	Baixa	Alta
Floripa DH		1					Alta	Baixa	Alta
Freescale Semicondutores				5			Baixa	Alta	Baixa
Idea! Sistemas Eletrônicos	3						Média	Baixa	Média
Instituto de Pesquisas Eldorado						4	Alta	Baixa	Baixa
LSI Tec					4		Alta	Média	Média
Minas IC		1					Alta	Baixa	Alta
NPCI		1					Alta	Baixa	Alta
Perceptia				1			Alta	Baixa	Alta
Silicon Reef			3				Média	Média	Alta
SMDH			3				Média	Baixa	Alta
STI Semiconductor Design Brasil				2			Alta	Baixa	Alta
TE@12 Design House		1					Alta	Baixa	Alta
Werner von Braun						3	Alta	Baixa	Alta

Notas. Fonte: elaboração própria, a partir de dados coletados junto às empresas entrevistadas. Legenda: 1 – muito incipientes; 2 – incipientes; 3 – em curso; 4 – maduros; 5 – já consolidados.

Embora parte dos esforços de políticas públicas realizadas no âmbito do PNM Design vislumbrasse o surgimento e o fortalecimento de empresas de projetos de circuitos integrados, observa-se que as estratégias menos efetivas foram, justamente, daquelas empresas que se mantiveram fiéis ao modelo de *design*. Por exemplo, as empresas Chipus e Idea! tiveram relativo sucesso combinando a oferta de serviços de desenvolvimento de projetos com a entrega de IPs, adotando o modelo *Pure play IP*. Trabalhar no elo a montante da cadeia de valor de semicondutores mostrou-se uma estratégia eficaz. O modelo de negócios baseado em IP facilitou a sua parceria com o ecossistema em formação, tornando essas empresas fornecedoras naturais para empresas de *design*, *fabless* e *fabless plus* do ecossistema nacional. A Chipus também foi bem-sucedida em contatos internacionais com as *foundries*, que são clientes típicos de IPs.

Entre os modelos adotados pelas *design houses* nacionais, o *pure play design* mostrou-se o menos sustentável. As empresas vinculadas a universidades foram as que tenderam a permanecer mais fiéis ao modelo; seu forte viés tecnológico e as menores habilidades para lidar com o mercado dificultaram a reversão da estratégia, o que explica o encerramento de atividade de algumas delas e os resultados ainda incipientes das outras. Por um lado, entraves legais envolvendo a comercialização de produtos por instituições sem fins lucrativos também podem ter restringido a sua ação de mudança para um modelo baseado em produto. Entre as exceções, destaca-se a SMDH, que conseguiu migrar de modelo *pure-play design* para modelo *fabless* com previsão de lançar um produto no mercado em 2015. A forma de comercialização é um problema a ser ainda equacionado, visto que a empresa está vinculada à fundação de apoio da universidade na qual se originou. Há, ainda, outros percalços no sentido de buscar sustentabilidade para o novo modelo, que requer todo o aprendizado envolvido na operação de uma empresa de alta tecnologia que visa ao lucro.

Enquanto as *design houses* vinculadas a universidades tenderam a manter a sua estratégia de negócios no modelo *pure-play design*, nenhuma das demais quatro empresas com fins lucrativos mantiveram este foco. A Silicon Reef, por exemplo, buscou no modelo *fabless* uma forma de obter recursos recorrentes para o seu negócio, já que os contratos para serviços de projetos não surgiam em volume tal que permitisse a sua sobrevivência. No entanto, o negócio está apenas começando e existem ainda muitas incertezas sobre o êxito daquelas que enfatizaram o modelo *fabless*, visto que, à exceção de uma empresa, as demais ainda não iniciaram a fase de comercialização de seus produtos.

O modelo *fabless plus*, por outro lado, pode ser exercido por ICTs em virtude da existência prévia de laboratórios montados e recursos humanos com *expertise* em engenharia de produtos, sistemas e desenvolvimento de software. Os serviços de projeto de CIs tornam-se parte, portanto, de uma oferta maior. Assim, a resposta *fabless plus* para o problema de integração vertical pode substituir a solução das redes de *design* globais (GDN) observadas em nível internacional, e orquestradas pelos clientes, conforme modelo explicitado por Ernst (2005). Nas GDNs, a distribuição das atividades por diferentes atores ocorre como forma de diluir custos e obter vantagens das especializações existentes em diferentes localidades. No país, a verticalização comandada pelas ICTs funciona permitindo a apropriação e o aumento dos ganhos de um único *player*. Ou seja, um modelo próximo ao de uma IDM, na teoria, embora falte a presença do elo *foundry* e a conexão importante que a IDM possui com o mercado, baseada na lucratividade dos negócios. O modelo é fortemente sustentado no uso de recursos públicos ou por meio da Lei de Informática.

O modelo *fabless plus* é difícil de ser seguido por pequenas empresas do setor, já que requer um conjunto maior de recursos financeiros e competências. A relativa autossuficiência das empresas que atuam em diversos elos da cadeia de valor da indústria de semicondutores e, também, da cadeia do complexo eletrônico, não trabalha no sentido de fortalecer as *design houses* e *fabless* do ecossistema brasileiro, especialmente considerando que este ecossistema

ainda é frágil e as *fabless plus* contam com vantagens e subsídios especiais. Elas competem com as pequenas empresas lucrativas, em situação que tende a lhes dar vantagens relacionadas ao porte, à marca e à capacidade de responder ao cliente de um modo mais completo.

As empresas de capital público organizadas como *fabless plus* gozam de vantagens de poder contar com recursos públicos para recrutamento de pessoal altamente qualificado e aquisição de equipamentos para montagem de laboratórios. Entre as restrições legais, há dificuldades de contratação de *design houses* privadas com fins lucrativos, prejudicando o fortalecimento de redes de colaboração, além do fato de estarem organizadas como sem fins lucrativos para que seus clientes gozem dos benefícios fiscais mencionados. As empresas que operam em modelo *fabless plus* tendem, também, a ser privilegiadas pelo governo, em virtude dos projetos governamentais no país serem, em geral, mais abrangentes e complexos do que outros da iniciativa privada.

Para países como o Brasil, com incentivo tardio à indústria de semicondutores, podem existir fortes barreiras para empresas do tipo *fabless* atuarem em mercados que propiciam ganhos elevados de escala. Um dos desafios registrados pelas empresas atuantes neste modelo é, justamente, encontrar mercados propícios para a sua atuação. O papel do governo com grandes demandas de projetos estratégicos pode contribuir nesse sentido. Em geral, as empresas entrevistadas relatam dificuldades com a escolha da *foundry*, com o desembaraço de produtos na alfândega, com a falta de aderência do PADIS ao modelo de negócios adotado e com a pouca aderência dos recursos públicos aos ciclos de vida das soluções, o que gerou perda de *time-to-market* em alguns casos, e saída de investidores, em outros. Ainda, a ausência de uma indústria brasileira de alto conteúdo tecnológico também cria desafios para a localização de clientes com potencial para aquisição de semicondutores. A dificuldade de encontrar o cliente no mercado nacional foi levantada por várias das empresas entrevistadas e foi o motivo que levou muitas delas a deixar de operar no modelo *pure-play design*.

As empresas analisadas, porém, não foram capazes de mobilizar o mercado nacional nem tampouco olhar para além dele. Poucas fizeram esforços próprios para localização de clientes externos ou para inserção em redes globais. Muitas disseram que os recursos disponíveis para a prospecção foram insuficientes para avaliação das oportunidades. Mesmo aquelas que contaram inicialmente com pessoal para avaliação de mercados e prospecção de clientes não tiveram fôlego para expandir a prospecção de negócios para fora do país, que costuma ser cara e dependente de uma densa rede de contatos. A falta de bons casos de sucesso e o pouco tempo de mercado são, também, fatores ressaltados pelas empresas como obstáculos para acesso às redes globais.

A lição aprendida pelas participantes e parceiras do Programa CI-Brasil, durante os esforços realizados para identificar clientes no mercado brasileiro, é que este não se encontra ainda maduro para encomendar serviços de *design* e, tampouco, com interesse na aquisição de *chips* avulsos, mesmo nos casos em que a solução é integral ou parcialmente financiada por recursos públicos. O acesso limitado às fontes de recursos financeiros, a ausência de vantagens competitivas claras frente às concorrentes externas e a falta de uma marca forte estão entre os maiores desafios de inserção dessas empresas no mercado global.

6. Conclusões

As discussões realizadas neste trabalho evidenciaram que, em geral, os benefícios econômicos e financeiros provenientes das estratégias adotadas pelas empresas analisadas foram baixos e inconstantes, imperando lógica baseada na sobrevivência frente a uma dinâmica de mercado bastante adversa. Variantes e adaptações, em parte decorrentes da estrutura organizacional disponível e da inserção institucional de cada empresa produziram benefícios distintos.

O baixo índice de respostas dos questionários enviados às organizações participantes do Programa ensejou duas importantes considerações. Primeiro, que as empresas estudadas geralmente não possuem mecanismos de acompanhamento de seus negócios, apresentando limitada capacidade técnica para analisar informação relevante para refinar e realinhar sua estratégia de negócios. Segundo, devido a essa barreira informacional, o trabalho de pesquisa limitou-se a tecer considerações acerca dessa dimensão com base nas entrevistas realizadas com as empresas e análise de fontes primárias e secundárias.

O ritmo baixo e intermitente do desenvolvimento dos programas de governo e dos mercados incentivados pelas ações governamentais, em virtude de fatores que vão desde as complexidades envolvidas para obtenção de escala até questões de governança das várias instituições e instâncias públicas, passando por instabilidades orçamentárias, fez com que os benefícios econômicos e financeiros provenientes das oportunidades geradas fossem até agora pouco expressivos. No entanto, se os programas do governo não foram suficientes para gerar receita e alavancar os modelos de negócios das empresas, eles vêm fornecendo, pelo menos, uma sobrevida para algumas delas, permitindo a manutenção de equipe e o acúmulo de experiência.

As *design houses* com fins lucrativos adotaram estratégias variadas para o levantamento de oportunidades de negócios. Algumas utilizaram pessoal próprio enquanto outras optaram pelo apoio de agentes intermediários externos, especialmente incubadoras e outros arcabouços institucionais assemelhados. No geral, a definição do mercado em que atuar ocorreu sem a realização prévia de um plano de negócios e de uma pesquisa de mercado estruturada. Em parte como decorrência dessa ausência de preparação estratégica da qual derivasse um modelo de negócios apropriado, a busca por clientes limitou-se ao território no qual a empresa encontrava-se localizada.

As empresas que conseguiram identificar clientes potenciais buscaram subvenção econômica ou apoio financeiro de agências governamentais ou privadas para reduzir o custo do projeto para o cliente. Empresas entrevistadas fazem menção a pleitos indeferidos, seja pela falta de capacidade da instituição de fomento identificar inovação em projetos de CI, seja pela fragilidade organizacional e econômica e falta de motivação da empresa cliente.

Obviamente, o convencimento de uma *system company* atuante no país passa por considerações que dizem respeito ao *expertise* das empresas de semicondutores e sua capacidade de financiar o complexo ciclo de vida de seus projetos enquanto ainda não há uma solução pronta, em honrar contratos e entregar no prazo produtos críticos que tenham sido amplamente testados e que atendam a normas internacionais de qualidade e segurança. Parte substancial desses aspectos depende dos modelos de negócios engendrados pelas *design houses* e *fabless*, mas também da qualidade do ecossistema.

Tendo partido de um sistema de apoio à ciência, tecnologia e inovação relativamente recente em comparação a nações mais industrializadas, não se pode esperar que o estímulo à competitividade de pequenas e médias empresas de alta tecnologia ocorra da noite para o dia no Brasil. O conjunto de políticas ensejadas pelo Programa Nacional de Microeletrônica e o Programa CI-Brasil são uma boa prova deste esforço cujos resultados verificados até o momento, embora ainda aquém do desejado em termos de geração de empresas competitivas na cadeia mundial de semicondutores, é uma importante iniciativa para incorporar a inovação na cultura organizacional das empresas brasileiras, sobretudo as de menor porte.

A natureza desse estudo não permite generalizações mais amplas, visto que seu objeto restringiu-se a um estudo de caso múltiplo envolvendo empresas de um único setor. No entanto, pelo seu caráter de estudo exploratório, a análise crítica realizada pode permitir que novos estudos, a partir das considerações aqui delineadas, formulem hipóteses que mereçam novas investigações sobre a efetividade de instrumentos de política pública e de modelos de negócios

mais coerentes e funcionais para PMEs de alta tecnologia, tendo em vista o dinamismo dos mercados e as características dos ciclos de desenvolvimento dessas empresas.

Referências bibliográficas

- Alves, A. S., Quelhas, O. L., da Silva, M. H., & Lameira, V. J. (2015). On the role of university in the promotion of innovation: exploratory evidences from a university-industry cooperation experience in Brazil. *International Journal of Innovation and Learning*, pp. 1-18.
- Botelho, J. A., & Almeida, M. (2010). Overcoming institutional shortcomings for academic spin-off policies in Brazil. *International Journal of Technology Management and Sustainable Development*, 9, 175-193.
- Campanario, M. d., da Silva, M. M., & Costa, T. R. (maio/ago de 2009). Política Industrial de Apoio ao Desenvolvimento da Indústria Brasileira de Semicondutores. *Revista de Ciências da Administração*, 11(24), 69-101.
- Chesbrough, H. (2010). Business Model Innovation: Opportunities and Barriers. *Long Range Planning*, 43, 354-363.
- EC. (2011). *Knowledge Intensive Business Services in Europe*. European Commission, Brussels.
- Edmondson, A. C., & McManus, S. E. (2007). Methodological fit in management field research. *Academy of Management Review*, 32(4), 1155-1179.
- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases: opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25-32.
- Epicoco, M. (2013). Knowledge patterns and sources of leadership: mapping the semiconductor minituarization trajectory. *Research Policy*, 42, 180-195.
- Ernst, D. (2005). Complexity and internationalization of innovation: why is chip design moving to Asia. *International Journal of Innovation Management*, 9(1), 47-73.
- Ernst, D. (2010). Upgrading through innovation in a small network economy: insights from Taiwan IT Industry. *Economics of Innovation and New Technology*, 19(4), 295-324.
- Ernst, D. (2013). *Why dos China still play a limited role in semiconductor innovation?* East-West Center, Honolulu.
- Gutierrez, R. M., & Leal, C. F. (2004). Complexo eletrônico: estratégias para uma indústria de circuitos integrados no Brasil. *BNDES Setorial*(19), 3-22.
- Kirk, K., & Cotton, C. (2012). *The Cambridge Phenomenon*. London: Third Millenium Publishing.
- La Rovere, R. L., & Rodrigues, R. L. (2011). Outsourcing and diffusion of knowledge in ICT clusters: a case study. Em A. Pyka, M. d. Fonseca, A. Pyka, & M. d. Fonseca (Eds.), *Catching Up, Spillovers and Innovation Networks in a Schumpeterian Perspective*. Berlin: Springer-Verlag.
- Lange, K., Muller-Seitz, G., & Windeler, A. (2013). Financing innovations in uncertain networks: filling in roadmap gaps in the semiconductor industry. *Research Policy*(42), 647-661.
- Mays, S. K. (2013). *Rapid advance: High technology in China in the Global Electronic Age*. Doctoral Dissertation submitted to the Graduate School of Arts and Sciences, Columbia University.
- McKinsey. (2013). *McKinsey on Semiconductors*. McKinsey & Company.
- MCTI. (2012). *Estratégia Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação 2012 – 2015: Balanço das Atividades Estruturantes 2011*. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, Brasília-DF.

- OECD. (2012). Mapping Global Value Chains. *The OECD Conference Centre* (pp. 4-5). Paris: December.
- Paranhos, J., & Hasenclever, L. (2011). The Relevance of Industry-University Relationship for the Brazilian Pharmaceutical Systems of Innovation. Em A. Pyka, & M. G. Fonseca, *Catching up, spillovers and innovation networks in a schumpeterian perspective*. Berlin: Springer-Verlag.
- Probert, J., Connel, D., & Mina, A. (2013). R&D service firms: The hidden engine of the high-tech economy. *Research Policy*, 42, 1274-1285.
- Rodriguez, M., & Machado, J. (2008). Are KIBS more than intermediate inputs? an examination into their R&D diffuser role in Europe. *International Journal of Services Technololgy and Management*(10), 254-272.
- Salles Filho, S., Stefanuto, G., Mattos, C., & Zeitoum, C. (2012). Avaliação de impactos da Lei de Informática: uma análise da política industrial e de incentivo à inovação no setor de TICs brasileiro. *Revista Brasileira de Inovação*, 11, 191–218.
- Suzigan, W., Albuquerque, E. M., & Cario, S. A. (2011). *Em busca da inovação: interação universidade-empresa no Brasil*. (W. Suzigan, E. M. Albuquerque, & S. A. Cario, Eds.) Belo Horizonte: Autêntica Editora.
- Tongur, S., & Engwall, M. (2014). The business model dillema of technology shifts. *Technovation*, 34, 525-535.
- van Marion, M. (2014). *International Trade Policy and European Industry: The case of the Electronics Business*. London: Springer.
- Wernerheim, C. M. (2010). The tendency of advanced services to collocate and the implications for regional government policy. *The service industries journal*(30), 731-748.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research: Design and Methods* (3rd Edition ed.). London: Sage Publications.
- Zott, C., & Amit, R. (2013). The Business Model: A theoretically anchored robust construct for strategic analysis. *Strategic Organization*, 11(4), 403-411.