

1 Introdução

A indústria eletrônica cada vez mais adquire importância na economia mundial. O uso de partes e peças eletrônicas deixou de ser exclusivo da informática e passou a permear setores tão diversos quanto: telecomunicações, bens de capital, automotivo e agricultura. O Brasil, por sua vez, importa tecnologia eletrônica e sua indústria depende de acordos externos e do uso de produtos padronizados. A produção interna de componentes eletrônicos se restringe a produtos de baixa complexidade tecnológica e baixo valor agregado.

Em um panorama de aceleração da competição mundial, e de globalização das indústrias e dos mercados, as cadeias produtivas brasileiras precisam encontrar diferentes formas de atuar e, até, de sobreviver. Em alguns casos, a competição por diferenciação pode ser uma estratégia adequada. Entretanto, no que diz respeito ao uso de microeletrônica, a indústria brasileira não consegue se diferenciar. Isto porque a diferenciação e a inovação em eletrônica são muito caras quando não há conhecimento nem capacidade industrial interna. A opção das empresas que utilizam eletrônica no Brasil tem sido a importação de componentes prontos, sem qualquer grau de diferenciação do restante dos competidores mundiais.

É possível identificar formas de diferenciação nos bens eletrônicos: o *software* embarcado¹; o desenvolvimento de programação para instalação em circuitos integrados de mercado (FPGAs - *field programmable gate arrays*), circuitos integrados padronizados com funções programáveis; o projeto do *hardware*; e o circuito integrado, principalmente os circuitos de aplicação específica (ASIC – *application specific integrated circuit*).

¹ Software embarcado é o software que é instalado em um bem eletrônico, é desenhado para tarefas específicas e rege as suas configurações básicas. Usualmente, não é visto ou utilizado pelo usuário final, somente pelo fabricante ou usuários muito técnicos (por exemplo, a BIOS dos PCs)

Quando se trata de microeletrônica, o circuito integrado vem adquirindo relevância ao longo do tempo e, os demais componentes (ex. memórias, capacitores, resistores, etc.), tendem a ser padronizados e de baixo valor agregado. De forma geral, as funções de processamento e de controle de todo o processo ocorrem dentro dos semicondutores contínuos, ou circuitos integrados, conforme Gutierrez & Leal (2004), que passam a ser o componente mais importante de um produto eletrônico. Dessa forma, o processo de desenvolvimento de um novo produto neste setor necessariamente passa pelo desenvolvimento ou a aquisição de um circuito integrado já disponível no mercado.

Quando uma empresa brasileira opta por investir no desenvolvimento de um novo produto ela tem ao menos quatro alternativas. A primeira é adquirir kits prontos com o circuito integrado padronizado e em modelos utilizados em todo o mundo; uma alternativa mais barata e de menor diferenciação. A segunda é negociar o projeto e a fabricação de um circuito integrado específico (ASIC) para sua necessidade com uma empresa no exterior, uma vez que não há oferta nesta cadeia produtiva no Brasil; uma alternativa muito mais cara, de maior diferenciação e, usualmente, de melhor performance. A terceira alternativa é realizar o projeto do circuito integrado no Brasil, em um dos centros de projeto de circuitos integrados (*design*) financiados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia através do programa CI-Brasil² e realizar a manufatura fora do país; uma alternativa que apresenta redução de custos, mas cuja operacionalização é complicada em razão da grande necessidade de interação entre os projetistas do circuito integrado e a planta onde ele será fabricado. A quarta alternativa é o projeto de um circuito integrado padronizado que pode receber programação (*software*) e realizar diferentes tarefas (FPGA). Essa última alternativa é adequada a certas aplicações de baixo volume, uma vez que o FPGA tem alto custo unitário e, em geral, elevado consumo de energia.

Uma quinta alternativa, não viável atualmente, é contratar o projeto e a fabricação de um circuito integrado específico (ASIC) no Brasil, com empresas

² O Programa CI Brasil visa: (a) incentivar a atividade econômica na área de projeto de circuitos integrados; (b) expandir a formação de projetistas de circuitos integrados; e (c) promover a criação de uma indústria nacional de semicondutores. Nesse contexto, criou-se a Rede Nacional de Design Houses (empresas ou instituições dedicadas ao projeto de circuitos integrados). Fonte: <http://www.ci-brasil.gov.br/>

brasileiras. Essa alternativa não é possível devido à inexistência de plantas de produção no País e será objeto de análise nesse trabalho.

Cresce a relevância da atração de investimentos em circuitos integrados para a manutenção da diferenciação, dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento e da competitividade da indústria brasileira. O Governo Federal identificou essa fragilidade na estrutura industrial brasileira e tem investido no fomento ao desenvolvimento local deste setor.

Bampi (2008) detalha os modelos de negócio existentes na cadeia produtiva de circuitos integrados. As empresas inseridas nessa cadeia global realizam uma ou mais etapas da cadeia: concepção de sistemas de *hardware*; projeto (*design*) de circuitos integrados (CIs ou chips); fabricação de *wafers* em fábricas ultra-limpas (*foundries*); encapsulamento (*back-end*) e teste final do componente; serviços ao cliente (*marketing*, distribuição e suporte técnico a aplicações).

Investir nesse setor exige enfrentar uma ampla gama de incertezas que inclui: a quase inexistência de projetos similares no Brasil; a relativa falta de conhecimento tecnológico brasileiro no setor; a relativa falta de mão de obra brasileira especializada; a grande volatilidade do mercado de circuitos integrados; o alto investimento necessário a uma operação desse tipo; e a rápida evolução tecnológica no setor. A tecnologia de circuitos integrados se renova periodicamente e, cada vez mais, a aquisição de equipamentos que viabilizem a implantação dessa tecnologia fica mais cara. O ritmo dessas mudanças é ditado pelos fabricantes de processadores (Intel e AMD, por exemplo) e de *softwares* básicos (Microsoft) (Humphrey & Schmitz, 2000; Carvalho & Laurindo, 2002.). Plantas de fabricação de tecnologia de ponta podem chegar a custar US\$ 5 bilhões (Bampi, 2008 p.133; Bailey & Huang, 2009 p.8).

Nesse contexto, este trabalho pretende avaliar uma oportunidade de investimento no desenvolvimento de uma planta de circuitos integrados no Brasil, utilizando um exemplo numérico. Dadas as inúmeras incertezas em um projeto deste tipo, utilizar-se-á a metodologia de opções reais para analisar o investimento na cadeia produtiva de circuitos integrados. A análise será feita sob o ponto de vista dos potenciais investidores e procurará expressar o retorno esperado, o valor de uma empresa *start-up* para um investimento nesse setor e o valor das opções de investir no projeto e expandi-lo posteriormente. Serão utilizadas a experiência de

investimentos nacionais e internacionais, além de fatores locais que poderiam afetar o valor das opções.

Assim, o trabalho buscará responder à seguinte questão de pesquisa: **Qual o valor de um projeto de investimento de uma *IDM*³ start-up de circuitos integrados no Brasil com opções reais embutidas?**

O trabalho está dividido da seguinte forma: no capítulo 2 será apresentado o referencial teórico utilizado, incluindo trabalhos anteriores no setor de circuitos integrados e a teoria das opções reais; no capítulo 3, o contexto do mercado de circuitos integrados será apresentado buscando situar este trabalho no panorama brasileiro e mundial; no capítulo 4, o modelo e a metodologia do trabalho serão descritos; no capítulo 5, serão apresentados os resultados obtidos e no capítulo 6, serão apresentadas conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

³ *IDM (Integrated Design Manufacturer)* é uma empresa de circuitos integrados que detém etapas de projeto de produtos (*design*) e produção interna (fabricação).