



**Irecê Fraga Kauss Loureiro**

## **Aplicação de Opções Reais ao Setor de Circuitos Integrados**

### **Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio.

Orientador: Leonardo Lima Gomes

Rio de Janeiro  
Agosto de 2010



**Irecê Fraga Kauss Loureiro**

## **Aplicação de Opções Reais ao Setor de Circuitos Integrados**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Administração de Empresas da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Prof. Leonardo Lima Gomes**

Orientador

Departamento de Administração - PUC-Rio

**Prof. Luiz Eduardo Teixeira Brandão**

Departamento de Administração - PUC-Rio

**Profa. Kátia Rocha**

IPEA

**Profa. Monica Herz**

Coordenadora Setorial do Centro de Ciências Sociais - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 17 de agosto de 2010

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

### **Irecê Fraga Kauss Loureiro**

Graduou-se em Engenharia de Produção pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) em 2000. Kursou MBA em Administração no IAG – PUC-Rio em 2007. É gerente no Departamento de Indústria Eletrônica do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) desde 2003 e atua no fomento, análise e acompanhamento de projetos e empresas da indústria eletrônica brasileira.

### Ficha Catalográfica

Loureiro, Irecê Fraga Kauss

Aplicação de opções reais ao setor de circuitos integrados / Irecê Fraga Kauss Loureiro ; orientador: Leonardo Lima . – 2010.

60 f. : il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (Mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Administração, Rio de Janeiro, 2010.

Inclui bibliografia

CDD:658

A Deus que enche a minha vida de bênçãos. Ao meu marido, que sempre esteve ao meu lado e compreendeu as noites fora de casa para assistir aulas e as madrugadas de muito estudo. Aos meus filhos, que chegaram durante a elaboração deste trabalho. A minha mãe e irmã que sempre me incentivaram, me apoiaram e foram influências essenciais na minha decisão de trabalhar no BNDES e, posteriormente, de cursar o mestrado.

## Agradecimentos

Ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, que financiou o curso e viabilizou a realização deste projeto. Ao meu orientador, Leonardo Lima, que soube compreender a demanda pelo estudo do setor de circuitos integrados e enfrentar uma proposta de trabalho inusitada em sua carreira. Aos professores que participaram da Comissão examinadora. A todos os professores e funcionários do Departamento pelos ensinamentos e pela ajuda. A todos os amigos e familiares que de uma forma ou de outra me estimularam ou me ajudaram.

## Resumo

Loureiro, Irecê Fraga Kauss; Gomes, Leonardo Lima. **Aplicação de Opções Reais ao Setor de Circuitos Integrados**. Rio de Janeiro, 2010. 60p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

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 diversos. Cresce a relevância da atração de investimentos em circuitos integrados para a manutenção da diferenciação, dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento e até mesmo da competitividade da indústria brasileira. Neste 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 diversas incertezas em um projeto deste tipo, foi utilizada a metodologia de opções reais para analisar o investimento em um *start-up* de circuitos integrados. Ressalta-se que a volatilidade do retorno de uma base de empresas do setor foi considerada como *proxy* para a volatilidade do ativo-objeto, o fluxo de caixa de uma empresa de circuitos integrados instalada no Brasil. Assim, implementou-se uma metodologia para a obtenção da volatilidade de um projeto de *start-up*. De posse da volatilidade estimada, o valor das opções reais foram calculados com base no modelo binomial proposto por Cox, Ross & Rubinstein. Os resultados demonstram que a incorporação das incertezas e a análise das opções de espera e de expansão trazem valor significativo ao projeto.

## Palavras-chave

Opções reais; semicondutores; circuitos integrados; análise de investimento; *start-up*.

## Abstract

Loureiro, Irecê Fraga Kauss; Gomes, Leonardo Lima (Advisor). **Real Options Application on Integrated Circuits Sector**. Rio de Janeiro, 2010. 60p. MSc. Dissertation – Departamento de Administração, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Electronic industry is getting more important in world economy. The use of electronic parts is not an exclusive use of information technology but also of many sectors. It is becoming more important to attract investments in integrated circuits in order to differentiate products, to invest in research and development and even to increase brasilian industry competitiveness. In this context, this study intends to evaluate an investment opportunity of an integrated circuits company with a numeric example. Considering many uncertainties that exist on a project like this, real options theory was used in order to analyse an integrated circuits *start-up* investment. It is important to mention that the volatility of the return of a group of companies was used as a *proxy* to obtain the underlying risky asset volatility, as the underlying risky asset is the cash flow of an integrated circuits company built in Brazil. Therefore, this methodology was implemented to find a *start-up* project volatility. With this estimated volatility, the real options values were calculated based on the binomial model proposed by Cox, Ross & Rubinstein. Results show that incorporating uncertainties and analysing wait and expansion options raise substantial value to the project.

## Keywords

Real options; semiconductors; integrated circuits; investment analysis; start-ups.

# Sumário

1 Introdução	11
2 Referencial Teórico	15
2.1. Análise de Investimentos no Setor de Circuitos Integrados	15
2.2. Teoria das opções reais	17
2.3. Modelo de Copeland & Antikarov	20
2.4. Estimativa da volatilidade de uma ação com base em dados históricos	23
3 Circuitos Integrados: Contexto do Mercado	25
4 Modelo e Metodologia	29
4.1. Análise determinística: fluxo de caixa descontado	29
4.1.1. Taxa de desconto	33
4.2. Modelagem das incertezas: cálculo da volatilidade	35
4.3. Modelo binomial e análise de opções reais	39
4.3.1. Opções reais cabíveis	39
4.3.2. Modelo 1: caso base opção de espera	40
4.3.3. Modelo 2: caso base opção de espera mensal	42
4.3.4. Modelo 3: caso base com opção de expansão	43
5 Resultados	48
6 Conclusão e Sugestões de Trabalhos Futuros	50
7 Referências Bibliográficas	52



## Lista de tabelas

Tabela 1: Balança Comercial Brasileira em Componentes Eletrônicos em US\$ Milhões	27
Tabela 2: Resumo das Premissas Adotadas	32
Tabela 3: Estrutura do Fluxo de Caixa	33
Tabela 4: Cálculo da Taxa Livre de Risco	34
Tabela 5: Cálculo do Custo de Capital Próprio	34
Tabela 6: Empresas Utilizadas Para o Cálculo da Volatilidade Histórica	36
Tabela 7: Análise de Sensibilidade	48

## Lista de figuras

Figura 1: Abordagem Geral: Processo em quatro passos	22
Figura 2: Evolução anual do mercado de semicondutores em US\$ Bilhões	25
Figura 3: Modelos de negócio da cadeia produtiva de circuitos integrados	28
Figura 4: Evolução do indicador de valor das empresas de circuitos integrados	37
Figura 5: Árvore de Eventos – Modelo 1	38
Figura 6: Modelagem da opção de espera	41
Figura 7: Árvore de Decisão – Modelo 1	42
Figura 8: Árvore de Eventos – Modelo 3	44
Figura 9: Modelagem da opção de espera associada à opção de expansão. Parte A	44
Figura 10: Modelagem da opção de espera associada à opção de expansão. Parte B	45
Figura 11: Modelagem da opção de espera associada à opção de expansão. Parte C	45
Figura 12: Árvore de Decisão – Modelo 3	46