

LUCIANO CÂNDIDO SILVA

**APLICAÇÃO DA TEORIA DAS OPÇÕES REAIS PARA TOMADA DE DECISÃO
EM ADOPTAR POLÍTICA PÚBLICA: O CASO INOVAR-AUTO.**

LUCIANO CÂNDIDO SILVA

**APLICAÇÃO DA TEORIA DAS OPÇÕES REAIS PARA TOMADA DE DECISÃO
EM ADOPTAR POLÍTICA PÚBLICA: O CASO INOVAR-AUTO.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, Área de Concentração: Gestão e Otimização.

Orientador: Prof. Dr. Francisco Alexandre de Oliveira.

Guaratinguetá
2016

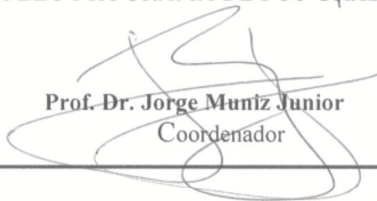
S586a	Silva, Luciano Cândido Aplicação da teoria das opções reais para tomada de decisão em adotar política pública: o caso INOVAR-AUTO / Luciano Cândido Silva – Guaratinguetá, 2016. 95 f. : il. Bibliografia: f. 82-86 Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2016. Orientador: Prof. Dr. Francisco Alexandre de Oliveira. 1. Processo decisório 2. Indústria automobilística 3. Incentivos na indústria 4. Inovações tecnológicas I. Título CDU 65.012.4(043)
-------	---

LUCIANO CANDIDO SILVA

ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
“MESTRE EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO”

PROGRAMA: ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO: MESTRADO PROFISSIONAL

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. Jorge Muniz Junior
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. FRANCISCO ALEXANDRE DE OLIVEIRA
Orientador / UNESP-FEG


Prof. Dr. JOSÉ ANTONIO PERRELLA BALESTIERI
UNESP-FEG


Prof. Dr. UALISON RÉBULA DE OLIVEIRA
UFF

Abril de 2016

DADOS CURRICULARES

LUCIANO CÂNDIDO SILVA

NASCIMENTO	14.02.1975 – Barra Mansa / RJ
FILIAÇÃO	João Silva Ezilda Cândido Silva
1999/2002	Curso de Graduação Ciências Contábeis – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM).
2004/2005	Curso de Pós-Graduação em Auditoria Fiscal, nível de Especialização na Universidade do Grande Rio (UNIGRANRIO).
2003/2007	Curso de Graduação Direito – Centro Universitário de Barra Mansa (UBM).

Aos meus pais João e Ezilda, responsáveis pela formação do meu carácter, exemplo de amor, dedicação e companheirismo.

AGRADECIMENTOS

A Deus nosso pai, a Maria nossa mãe e a Jesus nosso irmão, pela vida, pelo amor e sabedoria; fontes de inspiração e persistência.

Aos meus irmãos Cristiano e Joseane, pela compreensão e apoio que nunca me foi negado.

A Flávia, Marília e Bianca pelo amor, amizade e pela compreensão nos momentos de ausência.

Ao meu orientador, professor Francisco Alexandre de Oliveira pelo apoio e orientação.

Ao professor Mario Anibal Simon Esteves pelo apoio, pois sem ele, este sonho não teria sido realizado.

A coordenação e aos demais professores do Departamento de Engenharia da UNESP/Guaratinguetá e a todos os amigos que de alguma forma contribuiu para a realização do presente estudo.

SILVA, Luciano Cândido. **Aplicação da Teoria das Opções Reais para tomada de decisão em adotar política pública: o caso INOVAR-AUTO**. 2016. 95f. Trabalho de Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Estadual Paulista do Campus de Guaratinguetá, 2016.

RESUMO

A indústria automobilística tem uma importância crescente no contexto econômico brasileiro - em 2006 o país era o décimo colocado no ranking automotivo mundial e no final de 2010 o quarto lugar. O setor movimenta uma cadeia enorme que engloba fabricantes, fornecedores de matéria-prima, autopeças, distribuidores, postos de gasolina, seguradoras, oficinas mecânicas, borracharias, empresas de comunicação, agências de publicidade, entre outros. Consciente desta importância, o governo federal, através da Lei nº 12.715 de 17 de dezembro de 2012 instituiu o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores - INOVAR-AUTO com o objetivo de apoiar o desenvolvimento tecnológico, a inovação, a segurança, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade dos automóveis, caminhões, ônibus e autopeças. No entanto, as empresas adotam tais políticas públicas quando é possível avaliar os ganhos obtidos com sua implantação. Deste modo, este trabalho apresenta a aplicação da Teoria das Opções Reais (TOR) na avaliação dessa política pública. A abordagem modela a tomada de decisão como uma opção de compra americana em um projeto de instalação de uma unidade produtora de veículos automotores que deseja aderir ao INOVAR-AUTO. Constatou-se que uma das maiores dificuldades da aplicação das Opções Reais é a modelagem dos fatores de riscos decorrentes das incertezas. As fontes de incerteza modeladas neste trabalho são as associadas à quantidade de carros vendidos no país, à participação da empresa no mercado (market share), ao preço do carro e à taxa de juros. A Simulação de Monte Carlo permite integrar os efeitos dessas incertezas na estimação da volatilidade do projeto. Como produto final deste trabalho, obteve-se um quadro que resume que os métodos tradicionais de análises de investimentos (VPL e TIR) não são suficientes para a avaliação de projetos em segmentos com elevado grau de incerteza como o automotivo.

PALAVRAS-CHAVE: INOVAR-AUTO. Tomada de decisão. Teoria das Opções Reais.

SILVA, Luciano Candido. **Application Real Options Theory for decision making in adoption public policy: Inove Auto Case.** 2016. 95f. WorkingMaster (Graduate in Mechanical Engineering Program) – Paulista State University Campus Guaratinguetá, 2016.

ABSTRACT

The automotive industry has a growing importance in the Brazilian economic context - in 2006, the country was the tenth in the global automotive ranking and in late 2010, the fourth. The industry moves a huge supply chain that includes manufacturers, suppliers of raw materials, auto parts dealers, gas stations, insurance companies, auto repair shops, tire repair, media companies, advertising agencies, among others. Aware of this importance, the Federal Government, by the Law No. 12,715 of December 17, 2012 established the Incentive Program for Technological Innovation and Supply Chain Densification of Motor Vehicles - INOVAR-AUTO, in order to support the technological development, innovation, safety, environmental protection, energy efficiency and the quality of cars, trucks, buses and auto parts. However, companies adopt such policies when it is possible to evaluate the gains from its implementation. Thus, this work presents the application of the Real Options Theory (ROT) in the evaluation of this public policy. The approach models the decision making as an option of an American company with a project to install a vehicle production unit using INOVAR-AUTO. It was found that one of the greatest difficulties of the application of Real Options Theory is the modeling of risk factors arising from uncertainties. The uncertainty sources modeled in this paper are those associated to the number of sold cars in the country, to company's market share, the car price and to the interest rate. The Monte Carlo simulation allows to integrating the effects of these uncertainties in the estimation of the project volatility. As a final product of this work, we obtained a table that summarizes the traditional methods of investment analysis (NPV and IRR) are not sufficient to assess projects in sectors with a high degree of uncertainty as automotive industry.

KEY-WORDS: INOVAR-AUTO. making decision. Real Options Theory.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TOR	Teoria das Opções Reais.
IPI	Imposto sobre Produtos Industrializados.
INOVAR-AUTO	Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores.
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento.
P&D e I	Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.
GEIA	Grupo Executivo da Indústria Automobilística.
PIB	Produto Interno Bruto.
GEIMEC	Grupo Executivo da Indústria Mecânica .
GEIMOT	Grupo Executivo da Indústria Automotora.
CDI	Conselho de Desenvolvimento Industrial.
PSI	Programa de Sustentação do Investimento.
EX	Emenda Constitucional.
CF	Constituição Federal.
EC	Emenda Constitucional.
CTN	Código Tributário Nacional.
Proálcool	Programa Nacional do Álcool.
MGB	Movimento Geométrico Browniano.
TIPI	Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados.
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente.
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia.
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.
HNTE	<i>High-New-Technology Enterprises.</i>
ATSE	<i>Advanced Technology Service Enterprice.</i>
SEZ	<i>Special Economic Zones.</i>
CONACYT	Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia.
SAE	<i>Technical Papers, International Journal of Automotive Technology and Management.</i>
IFIP	<i>Advances in Informationand Communication Technology.</i>
FDI	Foreign Direct Investment.
CKD	<i>Completely knocked down.</i>
VPL	Valor Presente Líquido.
FCD	Fluxo de Caixa Descontado.
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento.
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente.
VP	Valor Presente.
CPMF	Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação da pesquisa.....	19
Figura 2 – Etapas da pesquisa.....	20
Figura 3 – Ganho/Perda com a opção europeia de compra, na data de vencimento, posição do detentor da opção.....	51
Figura 4 – Ganho/Perda com a opção europeia de compra, na data de vencimento, considerando a opção do lançador.....	52
Figura 5 – Ganho/Perda com a opção europeia de venda, na data de vencimento, posição do detentor da opção.....	53
Figura 6 – Ganho/Perda com a opção europeia de venda, na data de vencimento, posição do lançador.....	54
Figura 7– Etapas para avaliação de investimento aplicando opções reais.....	60
Figura 8 – Fluxo de caixa aleatório de um projeto.....	60
Figura 9 – Construção da árvore de eventos.....	62
Figura 10 – Correspondência entre a árvore de eventos e árvore de valor das opções.....	63
Figura 11 – Árvore de decisão para aceitação de um projeto pela TOR.....	64
Figura 12 – Variável participação no mercado no <i>software</i>	72
Figura 13 – Análise de sensibilidade.....	73
Figura 14 – Árvore de eventos para o investimento no INOVAR-AUTO.....	74
Figura 15 – Árvore de decisão do projeto.....	76
Figura 16 – Esquema da Simulação de Monte Carlo.....	87
Figura 17 – Utilização da função INV.NORM para gerar valores dos retornos.....	91

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Investimento Estrangeiro Direto, 2010-2014.....	45
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1– A indústria automobilística brasileira em grandes números.....	24
Quadro 2 – TIPI (Tabela do IPI).....	34
Quadro 3 - Beneficiados pelo programa.....	35
Quadro 4 - Requisitos para habilitação no INOVAR-AUTO- resumo geral.....	39
Quadro 5 – Crédito presumido do INOVAR-AUTO - resumo geral.....	40
Quadro 6 – Incentivos à inovação tecnológica previsto na Lei do Bem.....	42
Quadro 7 – Parâmetros da modelagem da opção americana.....	74
Quadro 8 – Correlação entre os retornos dos ativos selecionados.....	89
Quadro 9 – Distribuição das variáveis aleatórias de entrada.....	89
Quadro 10 – Simulação para uma amostra de tamanho $n = 5$	90
Quadro 11 – Comparação entre os resultados obtidos para 10 rodadas de simulação.....	92

LISTA DE TABELAS

Tabela 1– Trajetória do IPI em %.....	31
Tabela 2 – Arrecadação de IPI Automóveis e Arrecadação de IPI Total (R\$ em milhões).....	32
Tabela 3 – Requisitos que deverão ser atendidos pelas empresas que comercializam veículos no país.....	37
Tabela 4 – Número de atividades a realizar no país.....	38
Tabela 5 – Requisitos para as empresas que produzam veículos no país.....	39
Tabela 6 – Fator a ser aplicado para geração de crédito presumido de IPI.....	40
Tabela 7 - Incentivos fiscais.....	48
Tabela 8 – Distribuição do capital investido em relação aos anos.....	67
Tabela 9 – Preço dos produtos.....	68
Tabela 10 – Determinação da redução do IPI.....	69
Tabela 11 – Fluxo de caixa do projeto de instalação da planta em Resende.....	70
Tabela 12 – Caracterização das distribuições.....	72

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
1.1 OBJETIVOS DO ESTUDO.....	16
1.1.1 Objetivo geral.....	16
1.1.2 Objetivos específicos.....	16
1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	16
1.3 JUSTIFICATIVA.....	17
1.4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
1.4.1 Classificação da pesquisa.....	18
1.4.2 Etapas da pesquisa.....	20
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	21
2 PANORAMA GERAL DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA, HISTÓRICO DA IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO BRASIL E A IMPORTÂNCIA DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO CONTEXTO ECONÔMICO BRASILEIRO.....	23
2.1 PANORAMA GERAL DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA.....	23
2.2 HISTÓRICO DA IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO BRASIL.....	25
2.3 A IMPORTÂNCIA DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO CONTEXTO ECONÔMICO BRASILEIRO.....	28
2.4 O IMPOSTO SOBRE PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS (IPI), O PLANO BRASIL MAIOR E O INOVAR-AUTO.....	29
2.4.1 Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI).....	30
2.4.2 O Plano Brasil Maior.....	32
2.4.3 Programa de incentivo à inovação tecnológica e adensamento da cadeia produtiva de veículos automotores – INOVAR-AUTO.....	32
2.4.3.1 Beneficiários.....	34
2.4.3.2 Condições gerais.....	35
2.4.3.3 Condições específicas.....	36
2.4.3.4 Benefícios.....	39
2.4.4 incentivos à inovação tecnológica e incentivos à atração de investimentos.....	41
2.4.4.1 Incentivos à inovação tecnológica.....	41
2.4.4.2 Incentivos à atração de investimentos diretos estrangeiros em alguns países selecionados.....	43
3 A TEORIA DAS OPÇÕES REAIS.....	49
3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	49
3.2 TIPOS DE OPÇÕES: O ENFOQUE PELO MERCADO DE AÇÕES.....	50
3.3 AS OPÇÕES REAIS.....	54
3.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE OPÇÕES.....	56
3.4.1 Modelo Black-Scholes.....	57
3.4.2 Modelo binomial.....	59
4 A TEORIA DAS OPÇÕES REAIS APLICADA A AVALIAÇÃO DA POLÍTICA PÚBLICA.....	65
4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	65
4.2 DEFINIÇÃO DO PROJETO.....	65
4.2.1 Cálculo da receita bruta de vendas.....	66
4.2.2 Cálculo das deduções.....	66

4.2.3 Cálculo dos custos e despesas e depreciação.....	67
4.3 ANÁLISE PELO FLUXO DE CAIXA DESCONTADO.....	72
4.4 APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO E DETERMINAÇÃO DA VOLATILIDADE.....	72
4.5 MODELAGEM POR OPÇÕES.....	74
4.5.1 Definição da árvore de eventos.....	75
4.5.2 Definição da árvore de decisão.....	75
4.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	78
5 CONCLUSÕES.....	79
6 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS.....	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82
ANEXOS.....	86

1 INTRODUÇÃO

Mundialmente a indústria automobilística é reconhecida como uma das alavancas da economia (OLIVEIRA; ROCHA, 2014). No Brasil não poderia ser diferente, justificada pela ascensão que o segmento obteve a partir de 2006, quando o Brasil era apenas o décimo colocado no ranking automotivo mundial e ao final de 2010 o quarto colocado em unidades vendidas, atrás apenas da China, dos Estados Unidos e do Japão (MARIANI, 2012).

No cenário da crise financeira internacional que se intensificou no Brasil no final de 2008, foi um dos setores (além dos produtos da linha branca) beneficiados com os incentivos fiscais com a redução do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI). A intenção com a desoneração do IPI era de aumentar o consumo dos produtos no mercado interno para preservar o equilíbrio econômico e evitar uma recessão, mantendo com isso o nível da atividade produtiva e, conseqüentemente, dos empregos (ALVES; WILBERT, 2014).

Desde então o Governo Federal prorrogou por sucessivas vezes a redução da alíquota do IPI e mais recentemente criou por meio da Lei nº 12.715 de 17 de dezembro de 2012 o Programa de Incentivo à Inovação Tecnológica e Adensamento da Cadeia Produtiva de Veículos Automotores (INOVAR-AUTO) com o objetivo de apoiar o desenvolvimento tecnológico, a inovação, a segurança, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade dos automóveis, caminhões, ônibus e autopeças.

Por meio deste Programa, que faz parte do chamado “Plano Brasil Maior”, o Governo Federal concederá às empresas habilitadas, crédito presumido de IPI de até 30 pontos percentuais, desde que estas empresas estimulem e invistam na inovação, pesquisa e desenvolvimento no Brasil.

Segundo Anfavea (2013):

A implantação do Inovar-Auto está motivando novos investimentos em ampliação, modernização e criação de novas fábricas, desenvolvimento de novos veículos, aumento da eficiência energética, maior conteúdo tecnológico e localização de peças e sistemas em nossa região produtiva.

A adoção ou não da política pública, Inovar-Auto, constitui um direito e não uma obrigação, sendo que as empresas automotivas investem para implementar os requisitos para usufruir os direitos de tal política. Tais investimentos, dentro da análise de orçamentação de capital, são realizados se o retorno para a empresa for superior aos investimentos. No entanto, a análise deve incorporar todas as fontes de riscos do projeto, sendo esta uma análise estocástica.

Segundo vários autores (ANAMARI-BEATRICI, 2014; AZEVEDO; PAXSON, 2014; DAMARAJU et al., 2015; HORN et al., 2015), a Teoria das Opções Reais (TOR) constitui um dos métodos mais utilizados para avaliação de investimentos com as características citadas. Existem diversas publicações com a aplicação da TOR, podendo-se citar: mercados regulados (GUTHRIE et al., 2012) e avaliação de investimentos em distribuição de energia elétrica (NORONHA, 2012); desenvolvimento de novos produtos (NORONHA et al., 2014), no entanto, na adoção de políticas públicas para o setor automotivo, a literatura é escassa.

1.1 OBJETIVOS DO ESTUDO

1.1.1 Objetivo geral

Aplicar a TOR para a tomada de decisão em investir e adotar a política pública INOVAR-AUTO para o setor automotivo, considerando as incertezas e fontes de risco do mercado automotivo brasileiro.

1.1.2 Objetivos específicos

Além do objetivo geral, a pesquisa possui os objetivos específicos:

- Analisar a estrutura de tributos na indústria automotiva e a representatividade do IPI nesta estrutura;
- Definir o fluxo de caixa para o projeto de expansão ou adoção de uma política pública, considerando as várias fontes de incerteza, através da Simulação de Monte Carlo (SMC).
- Modelar a tomada de decisão no investimento da adoção de uma política pública como uma opção real, conferindo a flexibilidade gerencial para o investidor.

1.2 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

No contexto do programa INOVAR-AUTO, poderão habilitar-se as empresa que produzam no País, as que não produzam, mas comercializam no País ou as que tenham projeto de investimento aprovado para instalação, no País, de fábrica. Deste modo, este trabalho não tem a pretensão de abranger as três modalidades de habilitação no INOVAR-AUTO, mas apenas para as empresas que tenham projeto de investimento aprovado para instalação de nova fábrica.

1.3 JUSTIFICATIVA

Em 2008 a indústria automotiva (incluindo autopeças) representava 23,3% do Produto Interno Bruto (PIB) industrial e 5,5% do PIB total (ANFAVEA, 2009); em 2014, 20,4% do PIB industrial e 4,1% do PIB total, com faturamento de US\$ 95,5 bilhões (ANFAVEA, 2016). Apesar da redução de 22,8% na produção de autoveículos em 2015 na comparação com 2014 (ANFAVEA, 2016), é perceptível a importância deste setor no contexto econômico brasileiro.

Além da produção dos bens finais, ele alimenta uma extensa cadeia produtiva que se desenvolve em vários segmentos industriais (fabricantes, fornecedores de matéria-prima, autopeças) e de serviços (distribuidores, postos de gasolina, seguradoras, oficinas mecânicas, borracharias, empresas de comunicação, agências de publicidade, entre outros). Essa cadeia, que está completamente interligada, emprega milhões de trabalhadores, gera renda nas famílias e faz a roda da economia girar (ANFAVEA, 2014). Atualmente, o setor tem uma capacidade instalada para produzir cerca de 4,5 milhões de autoveículos distribuídos em 65 unidades industriais espalhadas por 51 municípios em 11 estados, além de uma rede que abriga 5.533 concessionárias (ANFAVEA, 2016).

O INOVAR-AUTO é um importante programa desenvolvido pelo governo brasileiro, que possui como objetivo apoiar o desenvolvimento tecnológico, a inovação, a segurança, a proteção ao meio ambiente, a eficiência energética e a qualidade dos veículos e das autopeças. Neste contexto, além de buscar incrementar os investimentos em pesquisa, desenvolvimento e engenharia por meio de metas mínimas, o Programa visa à melhoria da qualidade dos veículos fabricados no país em termos de eficiência energética e segurança veicular (MDIC, 2015).

De acordo com Anfavea (2013) a implantação do Inovar-Auto está motivando novos investimentos em ampliação, modernização e criação de novas fábricas, desenvolvimento de novos veículos, aumento da eficiência energética, maior conteúdo tecnológico e localização de peças e sistemas em nossa região produtiva.

A implantação do INOVAR-AUTO fez a produção brasileira crescer quase 10% em relação a 2012, proveniente dos novos investimentos em ampliação, modernização e criação de novas fábricas, desenvolvimento de novos veículos, aumento da eficiência energética, maior conteúdo tecnológico e localização de peças e sistemas em nossa região produtiva (ANFAVEA, 2014). Segundo o MDIC (2015) havia 46 empresas habilitadas no INOVAR-AUTO nas três modalidades de habilitação (fabricante, importador, projeto de investimento), sendo que 25 empresas tiveram suas habilitações renovadas Maio de 2015.

Para verificar as publicações com o INOVAR-AUTO como tema, foi feita a análise bibliométrica nos sites periódicos da Capes (www.periodicos.capes.gov.br) e Scopus (www.scopus.com), tendo como palavra-chave: INOVAR-AUTO. Foram encontrados doze artigos publicados nos seguintes periódicos: *Technical Papers*, *International Journal of Automotive Technology and Management* (SAE) e *Advances in Information and Communication Technology* (IFIP). Os autores que mais publicaram foram Pereira e Vendrametto, com quatro e dois artigos respectivamente. A empresa que publicou resultados de pesquisa foi a General Motors do Brasil. A Universidade Paulista (UNIP) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) foram as instituições de ensino e pesquisa que mais apresentaram publicações com o tema Inovar auto. Em comum, as pesquisas publicadas sinalizam a necessidade de um instrumento de tomada de decisão que estimulem as empresas a avaliar objetivamente a possibilidade de investir no desenvolvimento de potencialidades que cumprem os requisitos necessários para implantação do Inovar e usufruir dos benefícios oriundos desta política pública.

1.4 MATERIAIS E MÉTODOS

A definição do método de pesquisa garante que os objetivos do trabalho sejam alcançados. Deste modo, este capítulo apresenta a classificação da pesquisa e as etapas a serem desenvolvidas. A partir da análise bibliométrica é possível definir a contribuição da pesquisa para a literatura de análise de investimentos e avaliação de políticas públicas, restando definir os próximos passos e o cronograma da pesquisa.

1.4.1. Classificação da pesquisa

A pesquisa apresentada pode ser classificada de forma clássica, pelos seguintes aspectos:

i. Quanto à natureza: A pesquisa pode ser aplicada ou básica. A pesquisa aplicada caracteriza-se por seu interesse prático, ou seja, que o conhecimento seja aplicado na solução de problemas. Deste modo, a pesquisa aplicada é voltada para desenvolvimentos de processos e produtos, voltados para as necessidades do mercado (APPOLINÁRIO, 2006). Sendo assim, a pesquisa desenvolvida nesta dissertação, caracteriza-se como aplicada, pois utiliza e adapta

técnicas avançadas de análise de investimentos para a tomada de decisão em políticas públicas que estimulam o setor automotivo brasileiro.

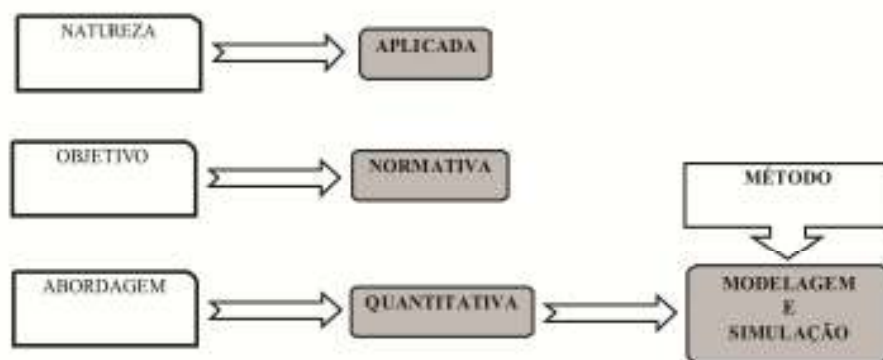
ii. Quanto aos objetivos: A pesquisa pode ser classificada em exploratória, descritiva, explicativa ou normativa. Segundo Bertrand e Fransoo (2002), a pesquisa normativa está fortemente ligada na definição de estratégias e ações que utilizam a literatura existente na solução de problemas específicos e contemporâneos. Deste modo, como o objetivo da pesquisa é adaptar e aplicar a teoria das opções reais para tomada de decisão em investimento o setor automotivo, pode-se afirmar que a pesquisa é normativa.

iii. Quanto à forma de abordar o problema: A pesquisa pode ser quantitativa ou qualitativa. Para a pesquisa desenvolvida, a abordagem é quantitativa, pois são utilizados números para traduzir em fluxo de caixa a decisão de não investir ou investir na política pública. A quantificação é realizada de forma ordenada, de acordo com a teoria das opções reais. As ferramentas utilizadas são a estatística e a simulação.

iv. Quanto ao método de pesquisa: O método de pesquisa possui ligação com a abordagem. Deste modo, pesquisas qualitativas utilizam, em sua maioria, como método: Estudo de Caso, Pesquisa Ação, *Soft System Methodology*. Por outro lado, a abordagem quantitativa conduz a utilização dos métodos: Experimento, Modelagem e Simulação e *Survey*. No entanto, dependendo da pesquisa, pode-se ter uma abordagem combinada (quantitativa e qualitativa), tal situação pode levar a utilização de mais de um método de pesquisa. Para esta pesquisa, o método utilizado consiste em modelagem e simulação, pois se deseja analisar como a política pública se torna interessante ou não quando se alteram algumas variáveis que são fonte de risco e incerteza para o investimento.

A Figura 1 apresenta a classificação da pesquisa conforme abordado anteriormente.

Figura 1 – Classificação da pesquisa.

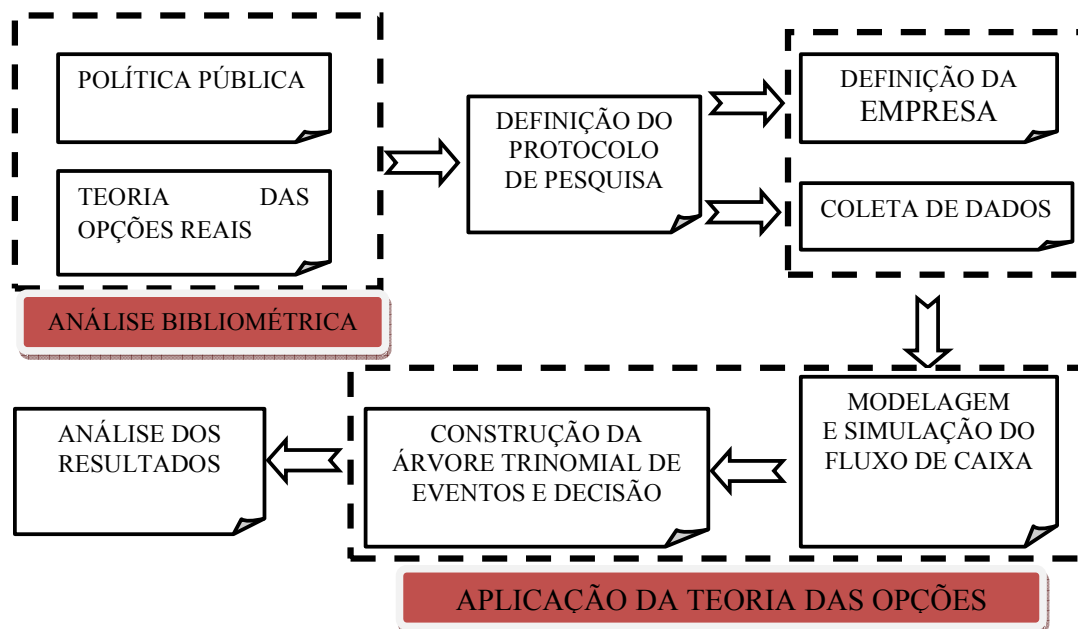


Fonte: Elaborado pelo autor.

1.4.2 Etapas da pesquisa

O processo de pesquisa deste projeto consta de cinco etapas, conforme apresentado na Figura 2:

Figura 2 – Etapas da pesquisa.



Fonte: Elaborado pelo autor.

As etapas são descritas a seguir:

- E1 - Etapa 1: Análise bibliométrica sobre a política pública Inovar Auto, principalmente sobre os benefícios para as empresas do setor automotivo. A principal lacuna a preencher com esta etapa é a determinação de um método de avaliação dos benefícios da política pública, para facilitar a tomada de decisão em adotar ou não o inovar. Além disso, nesta etapa já é possível definir, a partir da Lei nº 12.715 de 17 de dezembro de 2012, o que as empresas precisam investir e os benefícios com a política e, conseqüentemente, o fluxo de caixa da empresa.

- E2 - Etapa 2: Definição de um referencial teórico sobre a TOR, aplicação em decisões de investimentos. Nesta fase, é possível verificar quais as etapas compõe uma análise de investimento por teoria das opções, modelagem por Black & Scholes, modelagem da volatilidade do projeto, via Simulação de Monte Carlo e a construção da árvore de eventos e árvore de decisão.

- E3 - Etapa 3: Definição e contato com a empresa que vai fornecer os dados necessários para modelagem e simulação do fluxo de caixa necessários para aplicação da TOR e avaliação da adoção ou não da política INOVAR-AUTO.
- E4 - Etapa 4: Coleta de dados. Os dados utilizados são escritos, os quais são: documentos, que contém os investimentos feitos pela empresa para atuar no mercado automotivo; documentos de arquivos públicos, principalmente decorrentes de *workshop* realizados na ANFAVEA, cujo foco é o Inovar-Auto. Além disso, são utilizados relatórios gerenciais da empresa alvo do estudo.
- E5 - Etapa 5: Modelagem e simulação do fluxo de caixa da empresa para a tomada de decisão de adotar o INOVAR-AUTO. Nesta etapa são definidas: opção americana para modelar o direito, mas não a obrigação da empresa aderir ao Inovar Auto; duração ou tempo de expiração da opção; definição do *salvagevalue* ou portfólio sem risco que torna o investimento no Inovar não atraente para o investidor, cálculo da volatilidade do fluxo de caixa, por meio da Simulação de Monte Carlo.
- E6 - Etapa 6: Construção da árvore binomial de eventos e a árvore de decisão, utilizando simulação *forwarde backward* para decidir se investe ou não em requisitos para adoção do Inovar.
- E7 - Etapa 7: Análise de resultados, discussões e defesa da dissertação.

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo está dividido em quatro capítulos.

No primeiro capítulo é realizada a introdução da pesquisa, com enfoque nos objetivos e justificativas para a escolha do tema opções reais e avaliação de investimentos em políticas públicas.

A caracterização do setor automobilístico brasileiro é apresentada no segundo capítulo. Deste modo, são abordados o desenvolvimento histórico da indústria automobilística e sua importância na economia brasileira. O programa de incentivo à inovação tecnológica da cadeia de veículos automotores é apresentado, sendo discutidos os benefícios e os investimentos necessários para a adesão ao programa INOVAR-AUTO.

No terceiro capítulo é apresentada a TOR, destacando os tipos de opções com enfoque no mercado de ações. Além disso, são discutidos os modelos de precificações de ações: Modelo Black Scholes e o Binomial. O enfoque a Simulação de Monte Carlo é apresentado no Anexo A.

O quarto capítulo apresenta a tomada de decisão em adotar a política pública INOVAR-AUTO modelado como uma opção americana de compra composta com uma de abandono. Na verdade, a opção de investir e construir uma nova planta seguindo os requisitos do INOVAR-AUTO corresponde a uma opção real de expansão. Como o investimento é realizado em mais de um período, dado que foi feito o investimento inicial a empresa adquire o direito mais não uma obrigação de aderir ao programa, podendo não aderir ao inovar e vender seus ativos.

No quinto capítulo é apresentada as conclusões e sugestões para futuras pesquisas.

2 PANORAMA GERAL DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA, HISTÓRICO DA IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO BRASIL E A IMPORTÂNCIA DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO CONTEXTO ECONÔMICO BRASILEIRO

Neste capítulo, além de um panorama geral da indústria automobilística brasileira, será abordado um breve histórico da implantação da indústria automobilística no Brasil e a importância deste segmento para a econômica brasileira.

2.1 PANORAMA GERAL DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

Os alicerces para a implantação da indústria automobilística no Brasil deram-se através de um relatório encaminhado com a Exposição nº. 1.502, de 17.10.1952, e o despacho do Presidente Vargas é considerado como a certidão de nascimento da indústria automobilística. Porém, foi no governo de Juscelino Kubitschek, com a publicação do Decreto-Lei nº. 39.412, de 16.06.1956, que se estabeleceram normas para a criação da indústria automobilística e se instituiu o Grupo Executivo da Indústria Automobilística (GEIA) (LATINI, 2007). Até então, o Brasil se limitava a montar seus veículos por meios dos *kits* importados dos Estados Unidos (SANTOS; BURITY, 2002).

A produção brasileira de autoveículos quase quadruplicou nos últimos 20 anos. Em 1991, foram fabricadas mais de 960 mil unidades no país, enquanto que em 2010 foram produzidos mais de 3,6 milhões de veículos; em 2013 foram produzidos mais de 3,7 milhões de veículos (BARROS; PEDRO, 2015). Desde a sua implantação, segundo a Anfavea (2016), o setor já produziu a expressiva cifra de 73,7 milhões de autoveículos montados.

Os indicadores econômicos da indústria automotiva traduzem a dimensão deste importante ramo industrial. Conforme relatório anual da Anfavea (2016), o mercado brasileiro é o quarto maior do mundo e apresentou um faturamento de US\$ 95,5 bilhões em 2014, o que corresponde a 20,4% do PIB industrial brasileiro do ano de 2014. Os investimentos no setor, no período de 1994-2012 somaram US\$ 68,0 bilhões. O resultado desse investimento se traduz em 65 fábricas instaladas em 51 Municípios, e estes localizados em 11 Estados da Federação.

Como grande gerador de empregos, o setor é responsável por 1,5 milhões de empregos diretos e indiretos, distribuídos ao longo da sua extensa cadeia produtiva, dentro do segmento industrial e do setor de serviços. Ademais, o Brasil é o 8º produtor mundial de automóveis,

com produção de 3,146 milhões (automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus) e gerou R\$ 178,5 bilhões de tributos em 2013 (ANFAVEA, 2016).

De acordo com Anfavea (2015), em estudo sobre o potencial do mercado de autoveículos no Brasil para os próximos 20 anos (até 2034), a previsão é que a taxa de motorização deve saltar 5,1 habitantes por veículo em 2013 e chegará em 2,4 daqui a 20 anos, ou seja, um acréscimo de 140% na frota circulante, podendo atingir 95,2 milhões de autoveículos.

O Quadro 1 traz os principais indicadores deste segmento. Verifica-se que as importações do setor são significativas. Em 2015 foram importados US\$ 22,4 bilhões, entre automóveis, máquinas agrícolas e autopeças, gerando um saldo comercial negativo de US\$ 5,5 bilhões.

Quadro 1– A indústria automobilística brasileira em grandes números

PRINCIPAIS INDICADORES DO SETOR AUTOMOTIVO	
Empresas	Fabricantes: 31 Autopeças: 624 Concessionárias (2014): 5.533
Fábricas	65 unidades; 11 estados; 51 municípios
Capacidade instalada	Autoveículos: 4,5 milhões/ano Máquinas agrícolas e rodoviárias: 109 mil (2012)
Faturamento (2014) *	US\$ 95,5 bilhões
Investimento 1994-2012 *	US\$ 68,0 bilhões
Produção acumulada	Autoveículos montados: 73,7 milhões (1957-2015) Máquinas agrícolas e rodoviárias: 2,5 milhões (1960-2015)
Comércio Exterior (2015) *	Exportações: US\$ 16,9 bilhões Importações: US\$ 22,4 bilhões Saldo: (-) US\$ 5,5 bilhões
Emprego: direto e indireto	1,5 milhão de pessoas
Participação no PIB (2014) *	Industrial: 20,4% Total: 4,1%
Geração de tributos (2013):	R\$ 178,5 bilhões
Ranking mundial (2014)	Autoveículos: 8º produtor / 4º mercado interno
(*) inclui autopeças	

Fonte: (ANFAVEA, 2016).

Em 2010 o mercado interno absorveu 3,51 milhões de veículos e cresceu 11,9% em relação a 2009, enquanto a produção evoluiu 10%, para 3,38 milhões de unidades. Os bons resultados escondem, porém, que o mercado cresceu duas vezes mais que a produção, sendo abastecido por importações crescentes, que aumentaram 650% de 2005 a 2010, passando de 5,1% para 19% dos veículos comercializados (AUTOMOTIVE BUSINESS, 2011).

De acordo com Barros; Pedro (2015), os veículos importados elevaram sua participação na frota brasileira nos últimos anos, com um *share* de 21,7% no total das vendas em 2010; principalmente a participação chinesa, o que suscitou preocupação do governo e das montadoras instaladas no Brasil.

2.2 HISTÓRICO DA IMPLANTAÇÃO DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO BRASIL

Em 1950, o Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES) contribuiu para a indústria automobilística, bem como para seu desenvolvimento (SANTOS; BURITY, 2015).

Em 1952, com o incentivo do BNDES, o governo criou a subcomissão para fabricação de jipes, tratores, caminhões e carros, para o desenvolvimento de estratégia de fabricação de veículos, voltado para transporte de carga (SANTOS; BURITY, 2015).

A certidão de nascimento da indústria automobilística no Brasil se deu através da Exposição nº. 1.502, de 17.10.1952 (LATINI, 2007).

Devido à crescente importação de veículos e à deterioração do balanço de pagamentos, o governo estabeleceu políticas que limitavam progressivamente a importação de componentes já fabricados no país, de carros montados e até de veículos *Completely Knocked Down* (CKD) que tivessem componentes produzidos no país (SANTOS; BURITY, 2015).

Em 1956, o governo de Juscelino Kubitschek publicou o Decreto-Lei nº. 39.412 que instituiu o GEIA (LATINI, 1997).

Com a implantação do GEIA, a demanda por veículos crescia devido às características do sistema de transporte que ia se implantando, influenciando assim o balanço de pagamentos, em função das crescentes importações (LATINI, 2007).

Em 1957, observou-se um volume de vendas de 30,9 mil unidades, que logo cresceu para 96,7 mil em 1959 e para 190 mil em 1962 (SANTOS; BURITY, 2015).

De 1960 até 1966, com a política de aperto monetário e crédito restrito, as vendas se retraíram e o setor automotivo operou com excesso de capacidade. Também no setor de autopeças, houve processo de ajuste, com o fechamento de empresas e a entrada de fabricantes estrangeiros (SANTOS; BURITY, 2015).

Em 1967, o GEIA foi substituído pelo Grupo Executivo da Indústria Mecânica (GEIMEC), que depois, em 1969, seria absorvido pelo Grupo Executivo da Indústria Automotora (GEIMOT). Foi também criado o Conselho de Desenvolvimento Industrial (CDI), cuja autorização era necessária para os investimentos e que coordenava as atividades

de obtenção de recursos, como a concessão de incentivos e os financiamentos do BNDES (SANTOS; BURITY, 2015).

Em 1970, com a reorganização do CDI, estabeleceram-se oito Grupos Setoriais, entre os quais o GS-VI e então (a partir de 1976) o GS-V, que cuidavam da indústria de veículos automotores e componentes (SANTOS; BURITY, 2015).

De 1967 a 1974, no tempo do "milagre econômico", o setor, reestruturado, cresceu a taxas médias de 20% ao ano. O governo criara instrumentos de crédito ao consumidor para aquisição de carros, o que provocou a explosão da demanda (SANTOS; BURITY, 2015).

No final da década de 1970, a indústria automobilística produzia em torno de 1 milhão de unidades/ano, número semelhante ao que seria alcançado em 1990, havendo o setor de autopeças acompanhado tal evolução (SANTOS; BURITY, 2015).

Para o BNDES, o setor automotivo vinha de uma fase de crescimento acelerado que induzira os investimentos e que superdimensionaram a capacidade instalada (SANTOS; BURITY, 2015).

No início dos anos 1980, financiava-se a comercialização dos seguintes produtos: chassis de caminhão com capacidade mínima igual ou superior a trinta toneladas; chassis de ônibus rodoviário com motor diesel de potência superior a 130 HP; carrocerias metálicas para chassi de capacidade máxima igual ou superior a dezenove toneladas; carrocerias de passageiros para chassi com motor diesel de potência superior a 130 HP; e equipamentos adaptáveis a chassis com capacidade máxima de tração igual ou superior a dezenove toneladas (SANTOS; BURITY, 2015).

Nos anos 1980, houve variações no financiamento concedido pela instituição. Em 1981, 1982 e 1988, em função de restrições monetárias, a participação do financiamento se reduziu a 50%. Em outros anos, como 1983, 1987 e 1989, ela voltou a elevar-se para 80% e 90% (SANTOS; BURITY, 2015).

Posteriormente, no início dos anos 1990, o apoio foi ampliado para os chassis médios e leves; hoje, estão incluídos os chamados caminhões urbanos e os microônibus. Outras mudanças relevantes nos anos 1990 foram a possibilidade de apoio à compra de caminhões por pessoas físicas (caminhoneiros autônomos) e o apoio aos sistemas integrados de transportes (SANTOS; BURITY, 2015).

Houve uma mudança qualitativa e quantitativa na indústria de veículos automotores e de autopeças, e o BNDES teve nisso atuação expressiva, participando dos objetivos do programa governamental de investimentos (SANTOS; BURITY, 2015).

Após um período de retração da produção e das vendas no mercado interno, a indústria enfrentou, no início dos anos 1990, um processo de integração ao mercado mundial, com fortes pressões pela eficácia e redução dos custos, adequando-se ao modelo de "produção enxuta" (SANTOS; BURITY, 2015). A década marcou também o retorno de medidas governamentais voltadas para essa indústria.

De 1990 a 1998, editaram-se 21 que abrangiam a redução de alíquotas de impostos (ICMS e IPI) à época da Câmara Setorial, além dos Acordos Emergenciais e do Regime Automotivo, ocorrendo também nesse período as reduções das tarifas de importação e dos índices de nacionalização exigidos para a indústria, que caíram de 85% para 60% (SANTOS; BURITY, 2015).

O setor automotivo nacional apresentou retração na produção e nas vendas no fim da década de 1990, em um contexto de crises internacionais e de elevação das taxas de juros e inflação no Brasil. As vendas de veículos ficaram estagnadas e, a partir de então, os principais investimentos observados no setor foram direcionados, primordialmente, à modernização das fábricas ou a lançamentos de novos veículos, uma vez que o nível de capacidade ociosa permanecia elevado (SANTOS; BURITY, 2015).

Nesse contexto, no início dos anos 2000, era um desafio para a indústria manter sua capacidade ocupada para reduzir os custos fixos e os prejuízos. O conceito e a produção efetiva de veículos populares foram importantes para mitigar os efeitos negativos que o setor automobilístico enfrentava. Também foi observado o aumento das exportações, que impulsionou a recuperação da indústria até 2003 (SANTOS; BURITY, 2015).

A partir de 2003, a demanda voltou a se aquecer, impulsionada pela relativa estabilização da economia e pela redução progressiva das taxas de juros. Entre 2004 e 2007, as vendas do setor automotivo cresceram a taxas próximas a 15% ao ano, o que evidencia um período de *boom* no setor. Esses resultados sustentam a visão de que o Brasil se consolidou como um dos principais mercados do mundo na indústria automobilística, tanto do lado da demanda quanto da oferta, na primeira metade da última década (SANTOS; BURITY, 2015).

A crise financeira mundial deflagrada no último trimestre de 2008 impactou significativamente o setor automotivo. As vendas declinaram 23,7% em relação ao terceiro trimestre. Todavia, os bons resultados dos trimestres anteriores possibilitaram novo recorde de produção e vendas no país em 2008. A atuação anticíclica do governo brasileiro, reduzindo o IPI incidente sobre os veículos e ampliando o crédito aos bancos das montadoras, surtiu efeito rapidamente. A partir de março de 2009, a produção e as vendas retomaram os níveis do período pré-crise (SANTOS; BURITY, 2015).

A atuação do BNDES, por meio do Programa de Sustentação do Investimento (PSI), também foi importante. Ao reduzir o custo de máquinas e equipamentos, o PSI ajudou montadoras e empresas de autopeças a realizar diversos investimentos planejados, além de contribuir com o dinamismo do mercado de veículos pesados ao financiá-los a taxas menores (SANTOS; BURITY, 2015).

Apesar da atuação do BNDES, os investimentos do setor automotivo sofreram queda em 2009, principalmente no segmento de autopeças. Segundo o Sindipeças, os investimentos reduziram-se 70% em relação a 2008, de US\$ 2,1 bilhões para apenas US\$ 631 milhões. Analisando o período, observa-se que o segmento de veículos ampliou o volume de inversões continuamente (exceto 2003 e 2009) e que o segmento de autopeças, embora tenha ampliado os valores absolutos investidos nos últimos anos, não conseguiu acompanhar os investimentos das montadoras no período de 2007 a 2011. No período de 2002 a 2011, foram investidos US\$ 33,7 bilhões, dos quais US\$ 20,7 bilhões pelo segmento de veículos e US\$ 13 bilhões pelas autopeças (SANTOS; BURITY, 2015).

Nos anos de 2010 e 2011, a despeito da conjuntura internacional adversa marcada pela crise européia, a economia brasileira cresceu 7,5% e 2,7%, respectivamente (SANTOS; BURITY, 2015).

O setor automotivo acompanhou o bom momento da economia e, em 2010, os licenciamentos superaram pela primeira vez a marca de 3,5 milhões de unidades (SANTOS; BURITY, 2015).

Em 2011, a produção cresceu 0,7% e as vendas, 3,4%, em relação a 2010. O padrão de crescimento da produção e das vendas observado na primeira metade da década analisada é coerente com a mudança de estratégia das principais montadoras mundiais, que passaram a priorizar os mercados emergentes em detrimento dos mercados do hemisfério norte, considerados maduros pela indústria (SANTOS; BURITY, 2015).

2.3 A IMPORTÂNCIA DA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA NO CONTEXTO ECONÔMICO BRASILEIRO

A implantação da indústria automobilística nos anos 1950 no Brasil contribuiu para o avanço da industrialização no País e conseqüentemente para o desenvolvimento econômico. Desde então o automóvel vem exercendo forte influência na forma de viver das pessoas e seus efeitos multiplicadores são visíveis e saudáveis (LATINI, 2007).

Ainda segundo Latini (2007), principalmente a partir de 1991, com o restabelecimento das bases de uma política industrial pelo governo Collor, cresce a importância deste segmento no atual contexto brasileiro. Enquanto que em 1990 a indústria automobilística contribuía com 10,6% no PIB industrial, em 2012 este percentual quase dobrou, passando para uma contribuição de 18,7% (ANFAVEA, 2013).

Inicialmente instalada na região do ABC paulista (Santo André, São Bernardo e São Caetano), esta região se tornou o coração da indústria automobilística brasileira, com abundante oferta de mão de obra qualificada e semiquificada (LATINI, 2007). Gradativamente foi-se transferindo para outras regiões do País, após a chegada das novas montadoras europeias e asiáticas que se instalaram no Brasil a partir da década de 1990, bem como pela construção e expansão de novas fábricas das montadoras tradicionais (GM, FORD, VW, FIAT).

Desde a última década até esta, constata-se o deslocamento da produção de São Paulo para outros Estados. Enquanto em 1990 São Paulo concentrava 74,8% da produção de autoveículos (automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus), em 2014, a participação deste Estado foi reduzida a 45,3%. No período compreendido entre 1990 e 2014, o declínio paulista na produção de autoveículos foi compensado pelo incremento na produção de outros Estados, sendo Paraná, Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Bahia e Goiás os Estados mais beneficiados (ANFAVEA, 2015).

A partir desta desconcentração, o mapa dos pólos automobilísticos brasileiros foi redesenhado, numa disputa por parte dos governos estaduais, interessados no desenvolvimento que as novas fábricas pudessem trazer. Este movimento foi fruto da “Guerra Fiscal” entre os Estados, que pela falta de uma política industrial definida, intensificou a disputa dos governos estaduais por novas fábricas, oferecendo isenções fiscais, diferimento no pagamento dos tributos e até participação no capital da empresa (LATINI, 2007).

2.4 O IMPOSTO SOBRE PRODUTOS INDUSTRIALIZADOS (IPI), O PLANO BRASIL MAIOR E O INOVAR-AUTO

Para um melhor entendimento deste trabalho, neste capítulo serão explorados de maneira ampla e conceitual os assuntos sobre o IPI, o Plano Brasil Maior e o novo regime automotivo, denominado INOVAR-AUTO.

2.4.1 Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI)

Rosa Júnior (2009) apresenta um breve histórico do IPI, que foi introduzido no sistema tributário nacional pela Emenda Constitucional (EC) 18/65 à Constituição Federal (CF) de 1964, em substituição ao antigo imposto sobre consumo, sendo atribuído à competência da União, o que foi mantido pelas Constituições posteriores, inclusive pela CF de 1998 (art. 153, IV).

Ainda segundo Rosa Júnior (2009), suas normas gerais constam dos art. 46 a 51 do Código Tributário Nacional (CTN). O IPI é disciplinado pela Lei nº. 4.502, de 30/11/1964, alterada pela legislação posterior, e atualmente está regulamentado pelo Decreto nº. 7.212/2010.

O inciso I do art. 153, §3º da CF de 1998 traz o princípio da seletividade. “O IPI será seletivo em função da essencialidade¹ do produto” (ROSA JÚNIOR, 2009), o que significa que terá alíquotas maiores para os produtos supérfluos ou menos essenciais (p.ex. cigarro, bebidas) e terá alíquotas menores ou zero para os produtos de primeira necessidade ou mais essenciais (p.ex. medicamentos), pois trata-se de um imposto indireto sobre o consumo (ROSA JÚNIOR, 2009; SABBAG, 2011).

Já a não-cumulatividade é tratada no inciso II do art. 153, §3º da CF de 1998 e no art. 49 do CTN e significa dizer que o imposto não pode ser cobrado em cascata, ou seja, o imposto pago nas entradas é compensado com o imposto à pagar nas saídas, resultando deste confronto o montante devido ou um saldo a transferir para o período seguinte (ROSA JÚNIOR, 2009; SABBAG 2011).

Há várias classificações que podem ser adotadas para os impostos, sendo uma delas a que classifica em impostos fiscais e extrafiscais. Conforme Sabbag (2011), os impostos fiscais são aqueles que visam exclusivamente carrear recursos para o Estado. Por outro lado, os impostos extrafiscais visam primeiro regular o mercado ou a economia de um país. O autor enquadra o IPI na categoria de imposto extrafiscais.

Esta não é a opinião de Rosa Júnior (2009, p.631-632), que entende que ao IPI apresenta um “fim fiscal dominante, mas apresenta, em segundo plano, fim extrafiscal, em razão da seletividade do imposto em função da essencialidade do produto”.

Em 1975, através do Decreto nº. 76.593/1975 o governo instituiu o Programa Nacional do Alcool (Proálcool), destinado a estimular o aumento da produção desse combustível, para reduzir ou até mesmo substituir o consumo de gasolina, pois o déficit da balança comercial

¹ Essencial é aquilo que é indispensável (FERREIRA, 2010).

tornou-se preocupante, com combustíveis e lubrificantes alcançando 30% das importações FOB, em 1974 (LATINI, 2007).

Porém, o preço do petróleo não recuou e em 1979 outras medidas foram adotadas, sendo uma delas a elevação da alíquota do IPI de 24% para 30% (LATINI, 2007).

Recentemente, o governo veio desonerando, por meio de reduções de alíquotas, a venda de veículos e com a criação do Programa INOVAR-AUTO, concedeu crédito presumido do IPI para as empresas que se instarem no país. A Tabela 1 demonstra a trajetória do IPI e as desonerações promovidas pelo governo.

Tabela 1– Trajetória do IPI em %

Cilindradas	2001	2004 a Dez/08	Dez/08 a Set/09	Nov/09	Abr/10 a Mai/12	Mai/12 a Dez/12	2013	2014
Automóveis até 1.000 c.c.	10	7	0	3	7	0	2	3
Entre 1.000 c.c. e 2.000 c.c. gasolina	25	13	6,5	9,5	13	6,5	8	10
Entre 1.000 c.c. e 2.000 c.c. álcool e flex	20	11	5,5	7,5	11	5,5	7	9
Comerciais leves	10	8	1	1	4	1	2	3
Caminhões	5	5	0	0	0	0	0	0

Fonte: IBGE e ANFAVEA. Elaboração: Tendências Consultoria e Valor. (DA COSTA, 2015).

Controvérsias a parte, em relação ao mercado automobilístico fica evidente a predominância do fim extrafiscal sobre o fim fiscal, ora aumentando ora diminuindo o IPI. E, também a progressividade, onde os veículos de maior cilindrada têm a tributação menor que os veículos de menor cilindrada (popular).

A alíquota aplicável em cada caso é a obtida na Tabela de Incidência do Imposto sobre Produtos Industrializados (TIPI), sendo a menor alíquota 0% e a maior 300%, podendo ainda o produto ser enquadrado como isento imune (NT – não tributado), alíquota zero ou ter alíquota positiva (ALVES, 2014).

A Tabela 2 indica uma redução na arrecadação do IPI - Automóveis no ano de 2009, em decorrência das desonerações (redução da alíquota da alíquota). A participação do IPI-Automóveis em relação ao IPI-Total caiu mais da metade em comparação aos três últimos anos. Situação semelhante aconteceu em 2012, primeiro ano em que as montadoras habilitadas no INOVAR-AUTO puderam reduzir os trinta pontos percentuais (30 p.p) da alíquota prevista na TIPI para o IPI.

Tabela 2 – Arrecadação de IPI Automóveis e Arrecadação de IPI Total (R\$ em milhões)

Ano	Arrecadação de IPI (a preços correntes)	Arrecadação de IPI Automóveis (a preços correntes)	Participação do IPI automóveis na arrecadação do IPI total
2001	19.385	2.594	13,38%
2002	19.629	2.578	13,13%
2003	19.295	2.204	11,42%
2004	22.621	2.919	12,90%
2005	26.320	3.718	14,13%
2006	28.159	4.290	15,23%
2007	33.863	5.208	15,38%
2008	39.466	5.998	15,20%
2009	30.753	2.054	6,68%
2010	39.991	5.672	14,18%
2011	46.918	6.978	14,87%
2012	45.927	4.126	8,98%
2013	47.101	3.505	7,44%
2014*	41.439	3.713	8,96%

Fonte: Elaborado pelo autor. Dados da Receita Federal

* Dados coletados até o mês de Outubro.

Assim, a política fiscal anticíclica promovida pelo governo federal no sentido de atenuar os efeitos da crise, ocasionou uma queda na arrecadação do IPI - Automóveis somente no ano de 2009. Ainda assim, estima-se que a redução deste tributo respondeu por 20,7% das vendas ocorridas entre janeiro e novembro de 2009, sendo que a redução do Imposto sobre Operações Financeiras (IOF), objetivando incentivar o crédito, também tiveram impactos consideráveis (ASSUNÇÃO et al., 2014).

O setor automotivo é o maior consumidor de benefícios fiscais no País, absorvendo 53,5% de todos os estímulos concedidos (KUTNEY, 2016). A renúncia fiscal de IPI para veículos adotada desde 2009 feita num levantamento somou mais de 12 bilhões até o início de 2014. Em cinco anos, segundo dados da Receita Federal, a renúncia fiscal para o setor automotivo foi de R\$ 12,3 bilhões (DA COSTA, 2015).

2.4.2 O Plano Brasil Maior

O Plano Brasil Maior é a política industrial, tecnológica e de comércio exterior do governo federal e que tem o desafio de sustentar o crescimento econômico inclusivo num contexto econômico adverso; e, sair da crise internacional em melhor posição do que entrou o que resultaria numa mudança estrutural da inserção do país na economia mundial. Para tanto, o plano tem como foco a inovação e o adensamento produtivo do parque industrial brasileiro, objetivando ganhos sustentados da produtividade do trabalho (BRASIL, 2015). Premissas na

arquitetura do PBM consideram que o setor automotivo é não apenas estratégico, mas também prioritário (KUTNEY, 2016).

Continuamente às medidas apresentadas pelo Plano Brasil Maior, em 2012 o governo anunciou a criação de um novo regime automotivo, o INOVAR-AUTO.

2.4.3 Programa de incentivo à inovação tecnológica e adensamento da cadeia produtiva de veículos automotores – INOVAR-AUTO

A crise financeira mundial iniciada no quarto trimestre de 2008 impactou significativamente o setor automotivo, pois em relação ao terceiro trimestre do mesmo ano as vendas caíram 23,7%. Porém, no ano de 2008 a indústria automobilística bateu recorde de produção e vendas no país. O governo brasileiro atuou rapidamente, reduzindo o IPI incidente sobre os veículos e ampliando o crédito aos bancos das montadoras, o que surtiu efeito, pois já no primeiro trimestre de 2009 a produção e a venda estavam nos níveis do período pré-crise (BNDES, 2014).

Em substituição a política de redução de alíquotas do IPI (LEÃO; GOULART, 2014), o Governo Federal, por meio da Medida Provisória nº. 563/2012, regulamentada pelo Decreto nº. 7.716/12, convertida na Lei nº. 12.715/2012, regulamentada pelo Decreto nº. 7.819/2012 institui o INOVAR-AUTO que entrou em vigor em Janeiro de 2013 com validade até 2017, prazo em que as empresas precisam voluntariamente se habilitar para gozarem dos incentivos previstos.

O intuito do Governo foi à substituição de veículos importados por outros fabricados no País (ANFAVEA, 2014), ou seja, aumentar a quantidade de processos locais e garantir mínimos de investimento e pesquisa e desenvolvimento na cadeia produtiva automotiva (LEÃO; GOULART, 2014).

O Governo Federal, por meio da Medida Provisória nº. 563/2012, regulamentada pelo Decreto nº. 7.716/12, convertida na Lei nº. 12.715/2012, regulamentada pelo Decreto nº. 7.819/2012 instituiu o INOVAR-AUTO que entrou em vigor em Janeiro de 2013 com validade até 2017, prazo em que as empresas precisam voluntariamente se habilitar para gozarem dos incentivos previstos.

Tem como objetivo apoiar o desenvolvimento tecnológico, a inovação, a segurança, a proteção ao meio ambiente, à eficiência energética e a qualidade dos veículos e das autopeças (DECRETO N.7.819/12).

Para fruição do benefício às empresas deverão promover a habilitação junto ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), que terá validade de até doze meses e poderá ser renovada anualmente.

2.4.3.1 Beneficiários

São possíveis beneficiários as empresas que produzam ou tenham intenção de produzir ou comercializam os produtos classificados no capítulo 87 da Tabela do IPI (TIPI) de acordo com o Quadro 2:

Quadro 2 – TIPI (Tabela do IPI).

NCM	DESCRIÇÃO
87.01	Tratores (exceto os carros-tratores da posição 87.09).
87.02	Veículos automóveis para transporte de dez pessoas ou mais, incluindo o motorista.
87.03	Automóveis de passageiros e outros veículos automóveis principalmente concebidos para transporte de pessoas (exceto os da posição 87.02), incluindo os veículos de uso misto (<i>station wagons</i>) e os automóveis de corrida.
87.04	Veículos automóveis para transporte de mercadorias.
87.05	Veículos automóveis para usos especiais (por exemplo, auto-socorros, caminhões-guindastes, veículos de combate a incêndio, caminhões-betoneiras, veículos para varrer, veículos para espalhar, veículos-oficinas, veículos radiológicos), exceto os concebidos principalmente para transporte de pessoas ou de mercadorias.
8706.00	Chassis com motor para os veículos automóveis das posições 87.01 a 87.05.

Fonte: Tabela de Incidência do IPI – TIPI (2012). Adaptado pelo autor.

Somente os autoveículos classificados nos códigos da tabela de incidência do IPI (TIPI), aprovada pelo Decreto nº. 7.660, de 23 de dezembro de 2011 serão beneficiados pelo programa, conforme Quadro 3:

Quadro 3 - Beneficiados pelo programa

Código da TIPI	Código da TIPI
8701.20.00	8704.21.90 Ex 02
8702.10.00 (exceto Ex 02)	8704.22.10
8702.90.90 (exceto Ex 02)	8704.22.20
8703.21.00	8704.22.30
8703.22.10	8704.22.90
8703.22.90	8704.23.10
8703.23.10	8704.23.20
8703.23.10 Ex 01	8704.23.30
8703.23.90	8704.23.90 (exceto Ex 01)
8703.23.90 Ex 01	8704.31.10
8703.24.10	8704.31.10 Ex 01
8703.24.90	8704.31.20
8703.31.10	8704.31.20 Ex 01
8703.31.90	8704.31.30
8703.32.10	8704.31.30 Ex 01
8703.32.90	8704.31.90
8703.33.10	8704.31.90 Ex 01
8703.33.90	8704.32.10
8704.21.10	8704.32.20
8704.21.10 Ex 01	8704.32.30
8704.21.20	8704.32.90
8704.21.20 Ex 01	8704.90.00
8704.21.30	8706.00.10 (exceto dos veículos do código 8702.90.10)
8704.21.30 Ex 01	8706.00.10 Ex 01
8704.21.90	8706.00.90
8704.21.90 Ex 01	8706.00.90 Ex 01

Fonte: Anexo I do Decreto n. 7.819/2012.

2.4.3.2 Condições gerais

Para se habilitarem ao programa, além da inscrição, as empresas deverão cumprir alguns requisitos gerais e outros específicos. Dentre os requisitos gerais, apresentam-se a regularidade da empresa em relação aos tributos federais e o compromisso da empresa de atingir níveis mínimos de eficiência energética em relação aos produtos comercializados no País.

De acordo com o decreto regulamentador do INOVAR-AUTO, entende-se como eficiência energética níveis de autonomia expressos em quilômetros por litro de combustível

(km/l) ou níveis de consumo energético expressos em megajoules por quilômetro (MJ/km), medidos segundo o ciclo de condução combinado descrito na Norma ABNT NBR 7024:2010 e segundo as instruções normativas complementares do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente (IBAMA) para veículos híbridos e elétricos.

O compromisso de eficiência energética não se aplica as empresas que produzam ou comercializem, no País, exclusivamente veículos pesados, p.ex. ônibus, caminhões.

A habilitação ao INOVAR-AUTO será condicionada ao cumprimento dos requisitos a seguir:

- 1) realização pela empresa, no País, de atividades fabris e de infraestrutura de engenharia diretamente ou por terceiros;
- 2) realização pela empresa, no País, de investimentos em pesquisa, desenvolvimento e inovação, diretamente ou por terceiros;
- 3) realização pela empresa, no País, de dispêndio em engenharia, tecnologia industrial básica e de capacitação de fornecedores, diretamente ou por terceiros;
- 4) adesão da empresa a programa de etiquetagem veicular de âmbito nacional, nos termos de regulamento, exceto quanto aos veículos com motor de pistão, de ignição por compressão (diesel ou semidiesel).

A empresa deverá cumprir pelo menos 3 dos 4 requisitos estabelecidos acima, com exceção das fabricantes que produzam exclusivamente veículos com motor de pistão, de ignição por compressão (diesel ou semidiesel), as quais deverão cumprir pelo menos 2 dos requisitos estabelecidos nos itens 1 a 3.

2.4.3.3 Condições específicas

Conforme a modalidade de habilitação, a empresa deverá cumprir requisitos específicos. Para as empresas que tiverem projeto aprovado de investimento para produção de veículos automotores, também podem se habilitar no programa, desde que o projeto atenda aos termos estabelecidos nos Anexos I e II da Portaria MDIC nº 297/2013, e aos critérios para determinar a capacidade anual de produção.

No caso das empresas que não produzam, mas comercializem veículos no país, a habilitação ao programa fica condicionada ao compromisso da empresa de atender aos seguintes requisitos:

1) realizar no país, dispêndios em pesquisa e desenvolvimento correspondentes, no mínimo, aos percentuais, a seguir indicados, incidentes sobre a receita bruta total de venda de bens e serviços, excluídos os impostos e contribuições incidentes sobre a venda;

2) realizar no país, dispêndios em engenharia, tecnologia industrial básica e capacitação de fornecedores correspondentes, no mínimo, aos percentuais, a seguir indicados, incidentes sobre a receita bruta total de venda de bens e serviços, excluídos os impostos e contribuições incidentes sobre a venda;

3) aderir a Programa de Etiquetagem Veicular definido pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e estabelecido pelo INMETRO, com eventual participação de outras entidades públicas, com os seguintes percentuais mínimos dos modelos, conforme definido no Programa de Etiquetagem Veicular do INMETRO, de produtos classificados nos códigos TIPI relacionados na tabela 3 (beneficiários do programa), comercializados pela empresa, a serem etiquetados no âmbito do referido programa.

A Tabela 3 traz um resumo dos requisitos que as empresas que não produzam, mas comercializam veículos no país deverão atender:

Tabela 3 – Requisitos que deverão ser atendidos pelas empresas que comercializam veículos no país

Ano-Calendário	Investimento em P&D	Investimento em Eng ^a , TIB e Capac. de Fornecedores	Etiquetagem
		Percentual	Percentual
2013	0,15%	0,50%	36%
2014	0,30%	0,75%	49%
2015	0,50%	1,00%	64%
2016	0,50%	1,00%	81%
2017	0,50%	1,00%	100%

Fonte: Decreto 7.819/12. Adaptado pelo autor.

A empresa deverá apresentar programação descritiva dos dispêndios e dos investimentos que pretenda realizar no País e comprovar vínculo com o fabricante ou com seu respectivo distribuidor de veículos no exterior, demonstrando estar formalmente autorizada a realizar no território brasileiro as atividades de importação, comercialização, prestação de serviços e assistência técnica, organização de rede e de distribuição e a utilização das marcas do fabricante em relação aos veículos objeto de importação, mediante documento válido no Brasil (DECRETO n. 7.819/12).

Já para empresas que produzam veículos no país a habilitação ao programa fica condicionada ao compromisso da empresa de atender aos seguintes requisitos:

1) realizar, nos países, diretamente ou por intermédio de terceiros, a quantidade mínima de atividades fabris e de infraestrutura de engenharia, conforme Tabela 4 em pelo menos 80% dos veículos fabricados. Tal compromisso refere-se às atividades de estampagem, soldagem e tratamento anticorrosivo e pintura.

Tabela 4 – Número de atividades a realizar no país.

Para a produção de automóveis e comerciais leves		Para a produção de caminhões		Para a produção de chassis com motor	
Ano-Calendário	Nº de atividades	Ano-Calendário	Nº de atividades	Ano-Calendário	Nº de atividades
2013	8	2013	9	2013	7
2014	9	2014	10	2014	8
2015	9	2015	10	2015	8
2016	10	2016	11	2016	9
2017	10	2017	11	2017	9

Fonte: Decreto 7.819/2012 - Adaptado pelo autor.

São consideradas atividades fabris e de infraestrutura de engenharia para fins do programa as previstas no Anexo VI da Portaria MDIC 113/2013:

- Estampagem: compreende o processo de prensagem de peças dos painéis de carroceria, cabine ou monobloco.

- Soldagem: compreende o processo de união térmica de partes metálicas ou não metálicas que compõem carrocerias, cabine, monobloco e chassi, assegurando na junta soldada as propriedades físico-químicas e metalúrgicas.

- Tratamento anticorrosivo e pintura: compreende o tratamento das partes metálicas de carrocerias, cabines, chassi ou monoblocos através de eletrodeposição (eletroforese), aplicação de fundos (base) e verniz ou processo similar.

1) realizar, no País, dispêndios em pesquisa e desenvolvimento correspondentes, no mínimo, aos percentuais, a seguir indicados, incidentes sobre a receita bruta total de venda de bens e serviços, excluídos os impostos e contribuições incidentes sobre a venda;

2) realizar, no País, dispêndios em engenharia, tecnologia industrial básica e capacitação de fornecedores correspondentes, no mínimo, aos percentuais, a seguir indicados, incidentes sobre a receita bruta total de venda de bens e serviços, excluídos os impostos e contribuições incidentes sobre a venda;

3) aderir a Programa de Etiquetagem Veicular definido pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior e estabelecido pelo INMETRO, com

eventual participação de outras entidades públicas, com os seguintes percentuais mínimos dos modelos, conforme definido no Programa de Etiquetagem Veicular do INMETRO, de produtos classificados nos códigos TIPI relacionados no quadro 3 (beneficiários do programa), comercializados pela empresa, a serem etiquetados no âmbito do referido Programa:

A Tabela 5 traz um resumo dos requisitos que as empresas que produzam veículos no país deverão atender:

Tabela 5 – Requisitos para as empresas que produzam veículos no país

Ano-Calendário	Investimento em P&D	Investimento em Eng ^a , TIB e Capac. de Fornecedores	Etiquetagem
	Percentual	Percentual	Percentual
2013	0,15%	0,50%	36%
2014	0,30%	0,75%	49%
2015	0,50%	1,00%	64%
2016	0,50%	1,00%	81%
2017	0,50%	1,00%	100%

Fonte: Decreto 7.819/12. Adaptado pelo autor.

O Quadro 4 resume os requisitos para habilitação no INOVAR-AUTO.

Quadro 4 - Requisitos para habilitação no INOVAR-AUTO- resumo geral

	2013	2014	2015	2016	2017
Processos Locais (nº atividades)	Leves - 8 Caminhões - 9 Chassis - 7	Leves - 9 Caminhões - 10 Chassis - 8	Leves - 9 Caminhões - 10 Chassis - 8	Leves - 10 Caminhões - 11 Chassis - 9	Leves - 10 Caminhões - 11 Chassis - 9
Investimento em P&D (sobre receita bruta)	0,15%	0,30%	0,50%	0,50%	0,50%
Investimento em Eng ^a , Tecnologia Ind. Básica e Capac. de Fornecedores (sobre receita bruta)	0,5%	0,75%	1,0%	1,0%	1,0%
Etiquetagem	36%	49%	64%	81%	100%
<i>Leves = automóveis e comerciais leves; chassis = chassis com motor</i>					

Fonte: Decreto n. 7.819/2012. Adaptado pelo autor.

2.4.3.4 Benefícios

As empresas habilitadas farão jus a crédito presumido do IPI, conforme as seguintes definições:

Crédito presumido do IPI com base nos dispêndios realizados em cada mês-calendário relativos a insumos estratégicos e ferramentaria apurados com base na multiplicação dos valores dos dispêndios realizados, pelos seguintes fatores:

Tabela 6 – Fator a ser aplicado para geração de crédito presumido de IPI

Automóveis e Comerciais Leves	
Fator	Ano-Calendário
1,30	2013
1,25	2014
1,15	2015
1,10	2016
1,00	2017

Fonte: Decreto n. 7.819/2012.

Crédito presumido do IPI com base nos dispêndios realizados em cada mês-calendário relativos pesquisa, desenvolvimento tecnológico, inovação tecnológica e recolhimentos ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), corresponderá a cinquenta por cento dos dispêndios, limitados ao valor que corresponder a aplicação de dois por cento da receita bruta total de venda de bens e serviços, excluídos os impostos e contribuições incidentes sobre a venda.

Crédito presumido do IPI com base nos dispêndios realizados em cada mês-calendário relativos capacitação de fornecedores e engenharia e tecnologia industrial básica, corresponderá a cinquenta por cento do valor dos dispêndios que excederem a setenta e cinco centésimos por cento, até o limite de dois inteiros e setenta e cinco centésimos por cento, da receita bruta total de venda de bens e serviços, excluídos os impostos e contribuições incidentes sobre a venda.

O Quadro 5 apresenta um resumo do crédito presumido que as montadoras habilitadas no programa poderão utilizar para abater dos 30 p.p. do IPI.

Quadro 5 – Crédito presumido do INOVAR-AUTO - resumo geral

Crédito Presumido do IPI	2013	2014	2015	2016	2017
1. insumos estratégicos 2. ferramentaria	1,30	1,25	1,15	1,10	1,00
3. pesquisa 4. desenvolvimento tecnológico 5. inovação tecnológica 6. recolhimentos ao Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FNDCT	50% dos dispêndios, limitados ao valor que corresponder a aplicação de 2% da receita bruta total de venda de bens e serviços, excluídos os impostos e contribuições incidentes sobre a venda.				
7. capacitação de fornecedores 8. engenharia e tecnologia industrial básica	50% do valor dos dispêndios que excederem a 0,75%, até o limite de 2,75%, da receita bruta total de venda de bens e serviços, excluídos os impostos e contribuições incidentes sobre a venda.				

Fonte: Decreto n. 7.819/2012 – Adaptado pelo autor.

2.4.4 incentivos à inovação tecnológica e incentivos à atração de investimentos estrangeiros diretos em alguns países selecionados

Nesta seção, serão abordadas as ações do governo brasileiro para incentivar o desenvolvimento tecnológico no país, bem como as ações governamentais de alguns países para atrair investimentos estrangeiros diretos.

2.4.4.1 Incentivos à inovação tecnológica

É dever do Estado promover e incentivar o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas e incentivar o mercado interno, viabilizando assim a autonomia tecnológica (BRASIL, 1988).

A partir do início dos anos 2000, houve um esforço maior do governo federal em organizar um conjunto de leis que propiciasse um ambiente institucional e econômico mais favorável ao desenvolvimento de inovação tecnológica nas empresas; destaca-se a Lei nº 10.973/04 - Lei de Inovação, que autorizou o repasse de subvenção econômica para as empresas, e a Lei nº. 11.196/2005 - Lei do Bem, responsável pela instauração dos incentivos fiscais à inovação no Brasil de forma automática (FIESP, 2012).

A Lei de Inovação foi o ponto de partida para a atuação pública no apoio à pesquisa e à inovação, ao estimular as interações entre pesquisadores, empresas privadas e instituições públicas de ciência e tecnologia em campos como: formação de parcerias público-privadas, utilização de infraestrutura, tratamento da propriedade intelectual, concessão de recursos financeiros na forma de subvenção econômica ou financiamentos para empresas e favorecimento em compras governamentais às empresas que invistam em pesquisa e em desenvolvimento de tecnologia no país (SILVA, COSTA e PEREIRA, 2012).

Na exposição de motivos à Medida Provisória nº. 252/2005 que deu origem a Lei do Bem, prevê-se que tal medida visa fomentar a inovação nas empresas, mediante a concessão de incentivos fiscais à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente produtivo.

Conforme dispõe o §1º do art. 17 da referida Lei, considera-se inovação tecnológica a concepção de novo produto ou processo de fabricação, bem como a agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou processo que implique melhorias incrementais e efetivo ganho de qualidade ou produtividade, resultando maior competitividade no mercado. O quadro 6 resume os incentivos à inovação tecnológica previstos na Lei do Bem.

Quadro 6 – Incentivos à inovação tecnológica previsto na Lei do Bem.

Base de cálculo do IRPJ & CSLL	Dedução adicional de
	60% automático
	10% com incremento de 5% do número de pesquisadores
	20% com incremento 5% maior do número de pesquisadores
	20% para patente concedida
	Depreciação integral no ano de aquisição de equipamentos
IPI	Redução de
	50% na aquisição de máquinas e equipamentos
IR Retido na Fonte	Redução a
	0 (zero) em remessas para registro e manutenção de patentes

Fonte: FIESP (2012).

A Lei do Bem avançou em comparação as legislações pretéritas ao permitir aos investidores em atividades de P&D&I, acesso aos incentivos fiscais sem necessidade de autorização prévia do governo, permitindo assim aplicação imediata aos interessados (ROCHA, 2011).

Porém, apenas as empresas optantes pelo Lucro Real podem se beneficiar da maior parte dos incentivos previsto na Lei do Bem, qual seja a exclusão adicional dos dispêndios, o que não ultrapassa 10% das empresas brasileiras (ROCHA, 2014). Ribeiro (2012, p. 86), ao tratar de inovação e sustentabilidade enfatiza que “certamente as melhores práticas virão das grandes indústrias bem-sucedidas, mas a nova realidade só se consolidará no futuro se a maioria das grandes, médias-grandes, médias e pequenas empresas também forem agentes conscientes desse processo de fomento da inovação”.

Segundo MDIC (2013, p. 9-10) nos últimos três anos cresceram o número de empresas participantes do Capítulo III da Lei do Bem, porém os investimentos em P&D diminuíram, provavelmente pelo cenário macroeconômico desfavorável que estaria desestimulando novos investimentos em atividades de pesquisa tecnológica e desenvolvimento de inovação tecnológica. Mesmo assim, o aumento do número de empresas que aderiram à referida Lei demonstra confiança e reconhecimento das empresas que a opção de investir em P&D é a maneira para torná-las eficientes e competitivas e aptas a enfrentar a acirrada competição internacional decorrente da globalização do mercado.

2.4.4.2 Incentivos à atração de investimentos diretos estrangeiros em alguns países selecionados

Segundo Anfavea (2016), foram produzidos no mundo em 2014 um total de 89.747 mil unidades de autoveículos (automóveis, comerciais leves, caminhões e ônibus), sendo que aproximadamente 73% (65.943 mil unidades) concentraram-se em oito países: a China produziu 23.723 mil unidades (36%), os Estados Unidos produziram 11.661 mil unidades (18%), o produziu Japão 9.775 mil unidades (15%), a Alemanha produziu 5.908 mil unidades (9%), a Coréia do Sul produziu 4.525 unidades (7%), a Índia produziu 3.840 mil unidades (6%), o México produziu 3.365 mil unidades (5%) e o, Brasil produziu 3.365 mil unidades (5%)

Ainda segundo Anfavea (2016), 22,7% da produção mundial está concentrada na Europa, 52,6% na Ásia, 23,7% na América, 0,8% na África e 0,2% na Oceania. Considerando que oito países concentram aproximadamente 3/4 da produção mundial de autoveículos, iremos expor as principais políticas públicas desses oito países para atrair centros de pesquisa e desenvolvimento e inovação.

A competição por investimentos em P&D entre os países tem vindo a aumentar nas últimas décadas (ZANATTA; QUEIROZ, 2007). Atividades que antes eram integradas e concentradas localmente, cada vez mais têm sido transferidas para outros países, e P&D é sem dúvida, uma delas (ZHOU, 2016). Isso remete a seguinte questão: quais são os fatores determinantes que atraem empresas para países ou regiões específicas?

A literatura existente sugere que os principais fatores de localização que pode ser influenciado pelas políticas são os seguintes (BASAND SIERRA, 2002; CANTWELLAND IAMMARINO, 2001; DUNNINGAND LUNDAN, 2009; EIU, 2004; JARUZELSKIAND DEHOFF, 2008; JONES AND TEEGEN, 2003; KUEMMERLE, 1999; MEYER-KRAHMERAND REGER 1999; UNCTAD, 2005):

- A disponibilidade de trabalhadores qualificados: isso exige políticas para melhorar o sistema de ensino, bem como a capacidade de atrair talento internacional.
- A qualidade das universidades, centros de pesquisa, parques tecnológicos e outras infraestruturas de ciência e tecnologia: isto exige um financiamento público suplementar para a P&D e de uma governança mais eficiente dos institutos públicos de pesquisa.
- Incentivos fiscais e financeiros à P&D corporativo: governos visam aumentar a magnitude de incentivos em relação a outros países e facilitar a sua aplicação nas diferentes fases do ciclo de P&D.

- A propensão para colaborar dos diferentes agentes do sistema de inovação nacional: esta exige políticas como a oferta de incentivos para consórcios de investigação para promover a colaboração entre as empresas e com as universidades.

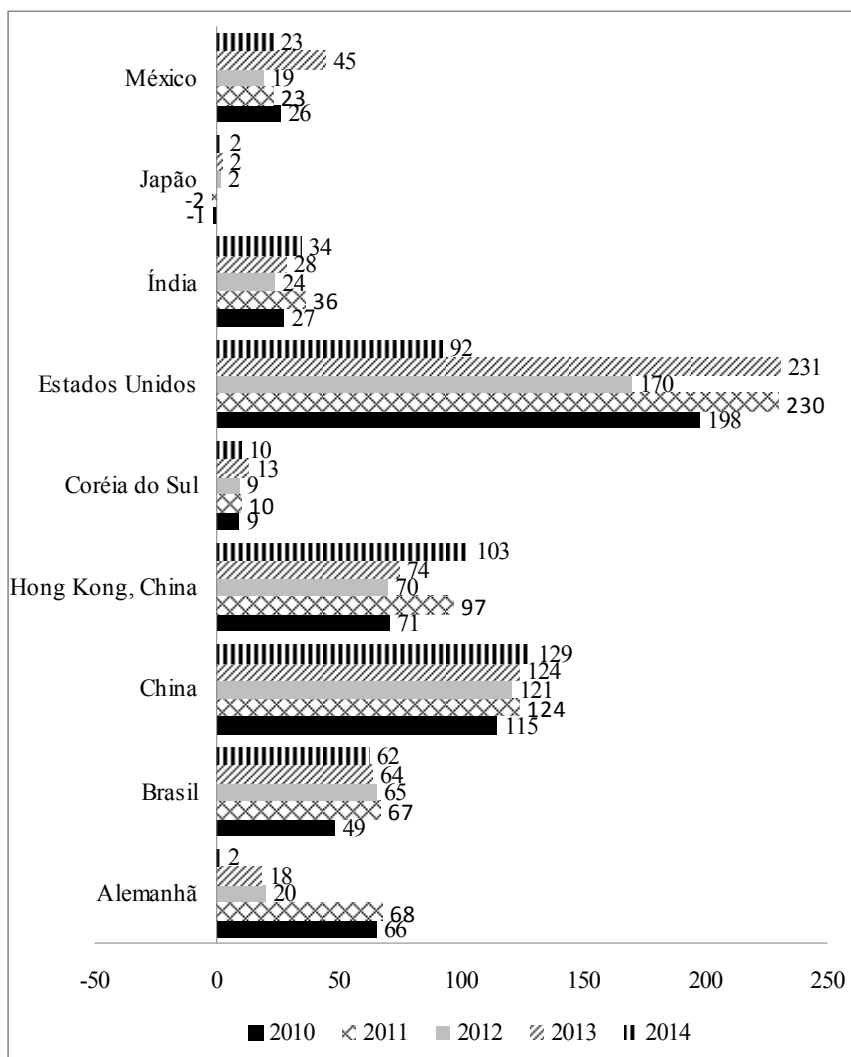
- A presença de líderes de mercado em áreas tecnológicas essenciais: governo podem incentivar empresas estrangeiras a se envolver em P&D local através de contratos públicos.

- Um regime de direitos de propriedade intelectual claro e aplicável: esta envolve mudanças regulamentares, bem como a promoção de uma cultura mais sensível aos direitos de propriedade intelectual.

Um fator considerado tradicional pela literatura é o tamanho do mercado doméstico (ZANATTA; QUEIROZ, 2007; GUIMÓN, 2008; ZHOU, 2016). Como observado por Silva *et al.*, (2012, p. 19), é crescente os países que utilizam uma agência de investimento como ponto de contato único para as discussões com investidores internacionais e a coordenação das atividades de diferentes esferas do governo para a atração de investimento em geral, ou de centro de P&D em particular. Assim, no cenário recente da concorrência mundial por investimento direto estrangeiro, as políticas públicas para atrair estes investimentos não podem ser reduzidas a incentivos fiscais. Elas devem consistir de uma vasta gama de medidas capazes de criar um ambiente adequado em termos de instituições nacionais, infraestrutura, economia e educação para atrair e promover estes investimentos (ZANATTA; QUEIROZ, 2007).

A China se tornou o maior receptor de investimento direto estrangeiro no mundo em 2014 (UNCTAD, 2015), enquanto que os Estados Unidos caíram para o terceiro país de acolhimento, sobretudo pelo desinvestimento por parte da Vodafone (Reino Unido) na Verizon. O Gráfico 1 demonstra que os Estados Unidos foi o país que mais perdeu investimento no período; já a Índia, após uma redução em 2012, voltou a crescer em 2013. O México por sua vez também sofre com a perda de investimento, já nos demais países, as variações não foram relevantes.

Gráfico 1 - Investimento Estrangeiro Direto, 2010-2014



Fonte: Elaboração própria com base em UNCTAD (www.unctad.org/fdistatistics).

De acordo Silva et al., (2012), os incentivos governamentais podem se dar de três formas: apoio direto (como p.ex. subvenção econômica e subsídios financeiros); incentivos fiscais; e incentivos à demanda (como p.ex. as compras públicas, os benefícios fiscais aos consumidores, a regulação e a padronização).

Para os fins desta pesquisa, limitar-se-á a explicar a espécie incentivo fiscal, pois além da acessibilidade e facilidade de implementação, as empresas de maior porte e aquelas localizadas em países que têm elevadas cargas tributárias, tendem a elegê-los, pela maior liberdade na escolha dos projetos que irão investir. Ademais, esta espécie tende normalmente de maneira não discriminatória, promover um amplo conjunto de iniciativas de pesquisa por

indústrias e empresas e por causarem menos distorções do que as outras espécies, p.ex. o apoio direto, é por natureza, mas dirigido (GUIMON, 2015).

Para Silva, et al. (2012), a crítica a este tipo de incentivo é o foco dado a projetos com maiores retorno privado e menos em áreas de interesse público, e que não se justifica tal incentivo em países que as atividades de P&D estão concentradas em grandes empresas que atuam em setores concentrados, com melhores condições de se apropriar dos benefícios da atividade.

Este tipo de incentivo fundamenta-se em reduções de impostos, a fim de reduzir a carga tributária incidente sobre as empresas inovadoras ou o custo financeiro a eles associados. Entre os principais tipos de incentivos fiscais adotados pelos países, encontram-se: deduções fiscais – envolvem a possibilidade de uma empresa deduzir, para efeitos fiscais, despesas específicas com a atividade de inovação a uma taxa superior a 100% de seu valor original; subsídios de Imposto de Renda – ampliam as faixas de isenção dos rendimentos tributáveis ou aplicam tarifas menores para o pagamento de Imposto de Renda; diferimento de impostos – permite que as empresas que investem em P&D estejam livres ou sujeitas a taxas menores de Imposto de Renda durante um período específico de tempo; depreciação acelerada – proporciona deduções mais rápidas do Imposto de Renda em investimentos de capital, que gera um efeito financeiro favorável ao investidor; redução dos impostos-correspondentes à comercialização de produtos inovadores; e isenção de impostos de importação – direcionados para as importações de produtos e serviços destinados ao investimento em P&D (SILVA, et al., 2015, p.19-20).

Na China, desde 1985, após o anúncio da “*Decision on Reform of the Science and Technology Management System*”, há um programa destinado a regiões de livre-comércio e a investimentos em produção e desenvolvimento tecnológico, objetivando a pesquisa aplicada com o apoio de empresas estrangeiras, universidades e institutos de pesquisa. Em relação a algumas medidas fiscais para atrair investimento direto estrangeiro *Foreign Direct Investment* (FDI), o governo adotou uma alíquota menor de imposto de renda para as empresas estrangeiras e também concede impostos preferenciais como uma forma de desenvolver algumas indústrias e regiões, tais como a isenção do imposto de renda para as empresas estrangeiras durante os primeiros 2 anos após a obtenção de lucros e uma redução de 50% do imposto de renda nos 3 anos seguintes. Para empresas de alta tecnologia, este prazo é alargado para 6 anos. Para as empresas orientadas para a exportação a redução do imposto de renda de 50% dura até as exportações atingirem mais de 70% das vendas totais (ZANATTA; QUEIROZ, 2007).

Nos Estados Unidos da América (EUA), por questões de ideologia histórica, buscou-se desenvolver de forma direta uma política industrial e tecnológica. Não obstante, quando houve a necessidade de desenvolver pesquisa pelos setores de defesa e aeroespacial, o governo federal investiu expressivamente. As grandes empresas americanas sempre se responsabilizaram por expressiva parcela das atividades de P&D, no país e no exterior. Ainda

assim o país tem sido um destino importante para as atividades de P&D de empresas estrangeiras, principalmente europeias, em indústrias de alta tecnologia, como a de medicamentos (SILVA et al., 2012).

No Japão, até 2008, não havia muitos incentivos fiscais para atividades de P&D. Após a crise de 2008, foram permitidas deduções fiscais dos gastos com P&D das empresas, em exercícios futuros, reconhecendo que muitas não poderiam recuperá-los por causa da crise econômica. O país também proporciona subsídios à pesquisa (principalmente a básica) e financiamentos com taxas atraentes (SILVA et al., 2012).

Na Coreia do Sul, conforme Silva et al., (2012) as formas de incentivo à atividade de P&D transformaram-se conforme as empresas com maior conteúdo tecnológico foram se desenvolvendo, pois até a década de 1990, o principal instrumento de incentivo era o financiamento direto na forma de subvenção econômica e financiamentos. Atualmente, o apoio direto do governo tem sido substituído por incentivos fiscais destinados as empresas de capital local.

Na Índia, segundo Zanata & Queiroz (2007) no início da década de 1990 o governo começou a mudar a sua visão restritiva sobre o investimento direto estrangeiro. O setor eletrônico teve algumas medidas de liberalização, devido ao reconhecimento, pelo governo, do papel deste setor na melhoria da produtividade da indústria e dos serviços, bem como a identificação de atraso tecnológico do país.

Assim, nos 10 anos desde meados de 1990 o governo indiano vem realizando um papel ativo na promoção e atração de investimento direto estrangeiro para o país, permitindo que alguns benefícios fiscais, como isenção de impostos sobre os lucros tributáveis ao novo setor de empreendedorismo industrial, localizado em distritos industriais ou a empresas registradas na Índia que investem em P&D.

A Tabela 7 informa um resumo dos incentivos fiscais, sob a forma de deduções e isenções fiscais em um número selecionado de países.

Tabela 7 - Incentivos fiscais

GRANDES EMPRESAS			PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS	
Tipo	Crédito de impostos (%)	Dedução fiscal (%)	Crédito de impostos (%)	Dedução fiscal (%)
Volume	Canadá (20)	Bélgica (113,5%)	Canadá (25)	Bélgica (118)
	Japão (8-10)	República Tcheca (200)	Itália (30)	Polônia (150)*
	México (20)	Dinamarca (150)	Japão (15)	Reino Unido (150)
	Holanda (14)	Polônia (130)	Holanda (42)	
	Noruega (18)	Reino Unido (125)	Noruega (20)	
Combinação (volume/incremento)	França (5-45)	Austrália (125-175)	Coreia (15-50)	
	Coreia (7-40)	Áustria (125-135)		
	Portugal (20-50)	Hungria (100-300)		
	Espanha (30-50)*			
Incremento	Irlanda (20)			
	Estados Unidos (20)			
Nenhum	Finlândia	Alemanha	Grécia Nova Zelândia Suécia	
	Islândia	Luxemburgo		
	Suíça	Eslováquia		
	Turquia			

Fonte: Silva et. al., (2012) extraído da OCDE (2009).

* Somente para empresas que obtiverem pelo menos 50% de sua renda com a venda de seus resultados de P&D.

Assim, a literatura é pacífica em afirmar que os fatores determinantes à atração de atividades de P&D e investimento direto estrangeiro, não podem se limitar apenas a concessão de incentivos fiscais, mas a uma gama de políticas públicas destinadas a infraestrutura física e tecnológica adequada, incentivos fiscais, mão de obra qualificada, direitos de propriedade intelectual, estabilidade econômica.

3 A TEORIA DAS OPÇÕES REAIS

Este capítulo tem o intuito de expor acerca das Teorias das Opções Reais.

3.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

As opções reais constituem direitos, não obrigações sobre a compra ou venda de ativos (*underlying asset*), a um determinado preço (*strike price*), a serem tomados em ou até uma data específica do futuro (*expiration date*, *exercise date* ou *maturity*). Quando existem opções reais é possível estimar a incerteza sobre o valor de um determinado ativo (DAMARAJU et al., 2015). Pinto (2009) comenta que são necessárias três condições básicas para que um ativo ou projeto possa ser avaliado pela TOR: seu valor futuro é incerto, o investimento uma vez realizado é pelo menos parcialmente irreversível, e existe por parte da gestão flexibilidade quanto à capacidade de agir, alterando o caminho de valor do projeto no futuro na medida em que as incertezas são resolvidas.

A incerteza presente na economia e nos ambientes que cerca o projeto ou o investimento constitui uma das principais fontes de riscos: os diversificáveis, os quais estão presentes em um determinado segmento do mercado ou negócio e os não diversificáveis, que atingem a economia como um todo. A origem desta incerteza está nas variáveis do projeto que possuem valor futuro pelo menos parcialmente aleatório. Uma forma de tratar tais incertezas é através de modelagem por processos estocásticos. Estes podem ser definidos como variáveis que evoluem discretamente ou continuamente no tempo de forma imprevisível ou, no mínimo, parcialmente aleatória, ou estocástica.

Para Anamari-Beatrice (2014), os métodos de análise de investimentos tradicionais, baseados no fluxo de caixa descontado, principalmente o Valor Presente Líquido (VPL), possibilitam obter a rentabilidade do investimento e tomar a decisão de investir ou não. A Equação 1 apresenta o cálculo do VPL.

$$VPL = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (1)$$

Sendo FC_0 o investimento inicial, FC_t o fluxo de caixa a partir do primeiro ano e i a taxa de desconto. A decisão é dada por $VPL = \text{Máximo} \left(-FC_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t}; 0 \right)$. Na verdade, quando está presente à incerteza, cada variável da equação 1 é modelada estocasticamente e o Valor

Presente Líquido é definido como uma variável aleatória, sendo estabelecida a sua distribuição e a probabilidade do *VPL* ser negativo. Este valor de probabilidade é o risco do projeto. A metodologia da análise por opções reais complementa a análise tradicional ao somar ao *VPL* tradicional o valor das flexibilidades embutidas, segundo a Equação 2:

$$\text{Valor oportuna de de investimen to} = VPL_{\text{convencion al}} + VP_{\text{opções}} \quad (2)$$

3.2 TIPOS DE OPÇÕES: O ENFOQUE PELO MERCADO DE AÇÕES

De acordo com Ross *et al.* (2002), as opções podem ser classificadas em: opções de compra (*call*) e opções de venda (*put*). A opção de compra dá ao seu detentor o direito de comprar o ativo-objeto até uma certa data (ou em uma certa data) a um determinado preço, chamado preço do exercício. Já a opção de venda possibilita o seu detentor vender um determinado ativo-objeto a um determinado preço. As opções também podem ser classificadas em: americanas (as opções podem ser exercidas até a data de vencimento) ou europeias (as opções só podem ser exercidas na data de vencimento).

Noronha (2012) comenta que, geralmente, os ativos envolvidos são ações ordinárias. Um exemplo dado pela autora consiste em opções de compra de ações da ELETROBRAS. As opções de compra podem ser adquiridas no mercado de opções da BM&F BOVESPA. Os compradores e vendedores de opções de compra são investidores individuais. Uma opção de compra de ações da ELETROBRAS habilita um investidor a comprar 100 ações até sua data de vencimento, inclusive, a um determinado preço de exercício. Quando uma opção é comprada, o preço pago por ela, denominado prêmio da opção, assegura o direito do comprador de comprar determinada ação a um preço especificado, denominado preço de exercício (*strikeprice*). Se o titular decidir não usar a opção, seu único custo é o prêmio da opção.

Caso um investidor detenha 100 ações da ELETROBRAS com o prazo de um ano, com uma opção europeia de compra, pagando um prêmio de R\$ 0,30, cujo preço de exercício, X , é R\$15,00 por ação, esta opção terá valor se houver alguma chance de que o preço da ação esteja acima de R\$15,00 na data de vencimento. Assim, se na data de vencimento T a ação estiver sendo negociada a um valor, S_T , R\$20,00, o titular da opção poderá exercer sua opção, comprar cada ação a R\$15,00 e vender imediatamente a R\$20,00, lucrando R\$5,00 menos o prêmio pago ao lançador da opção. Mas, se a ação estiver cotada a R\$10,00, o investidor não exerce o direito que a opção lhe confere e ainda perde o prêmio pago ao lançador. Neste caso,

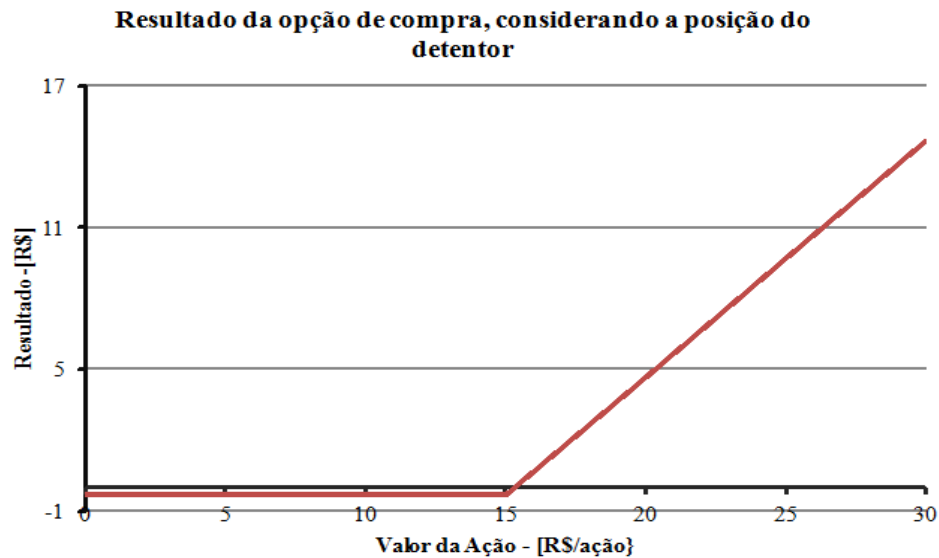
o valor da opção de compra será igual a zero. Deste modo, o valor da opção de compra europeia, C_T , na data de vencimento T , pode ser:

$$S_T \leq X; C_T = 0 \quad (3)$$

$$S_T > X; C_T = S_T - X \quad (4)$$

O valor da opção é dado por $C_T = \text{Maximo}(S_T - X; 0)$ e o ganho ou perda com esta aplicação é dado por $C_T - \text{Prêmio}$. A Figura 3 apresenta o perfil dos ganhos/perdas com a aplicação com opções, pela perspectiva do detentor da opção.

Figura 3 – Ganho/Perda com a opção europeia de compra, na data de vencimento, posição do detentor da opção.



Fonte: Adaptado por Noronha (2012).

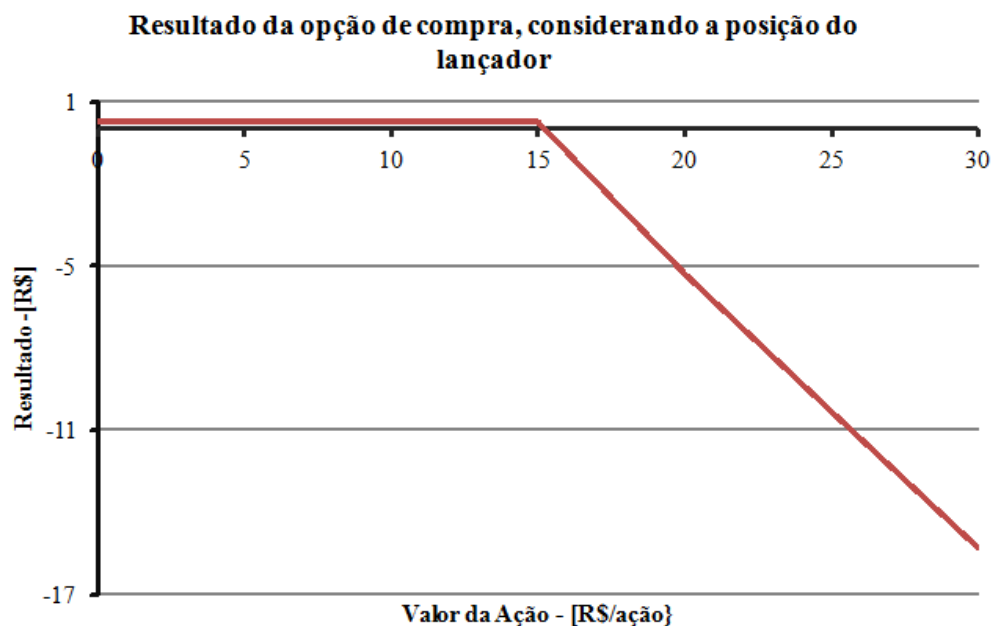
Se for analisada a situação do lançador da opção, a situação é dada pelas equações 5 e 6.

$$S_T > X; C_T = 0 \quad (5)$$

$$S_T \leq X; C_T = S_T - X \quad (6)$$

O valor da opção é dado por $C_T = -\text{Maximo}(S_T - X; 0) = \text{Minimo}(X - S_T; 0)$ e o ganho ou perda com esta aplicação é dado por $C_T + \text{Prêmio}$. A Figura 4 apresenta o perfil dos ganhos/perdas com a aplicação com opções, pela perspectiva do lançador da opção.

Figura 4 – Ganho/Perda com a opção europeia de compra, na data de vencimento, considerando a opção do lançador.



Fonte: Adaptado por Noronha (2012).

Para Noronha (2012), a opção de venda (*Put*) dá a seu titular o direito de vender o ativo objeto a um preço predeterminado durante certo período. A opção de venda surge da expectativa pessimista do investidor quanto ao valor futuro do ativo objeto. Deste modo, se o investidor acreditar que a cotação da ação vai desvalorizar no futuro, tal investidor, vai adquirir, por exemplo, uma opção de venda, a um prêmio de R\$ 0,50, que lhe dá o direito de vender 100 ações da ELETROBRAS, a um preço de exercício de R\$ 15,00, daqui a um ano. Caso, na data de vencimento a ação estiver sendo negociada a R\$20,00, a opção terá perdido seu valor, pois não é interessante vender ações que valem R\$20,00 pelo preço de exercício de R\$15,00. Além disso, o investidor terá perdido o valor do prêmio pago ao lançador. Contudo, se a ação estiver cotada a R\$ 10,00 na data de vencimento, o investidor exercerá sua opção. Nesta situação, a estratégia do investidor consiste em adquirir 100 ações no mercado a R\$ 10,00 por ação, e em seguida vendê-las ao preço de exercício de R\$ 15,00, lucrando R\$ 5,00 menos o valor do prêmio pago ao lançador. Deste modo, na data de vencimento, os resultados de uma opção de venda europeia, P_T , são dados pelas Equações 7; 8; 9 e 10:

$$S_T \geq X; P_T = 0 \quad (7)$$

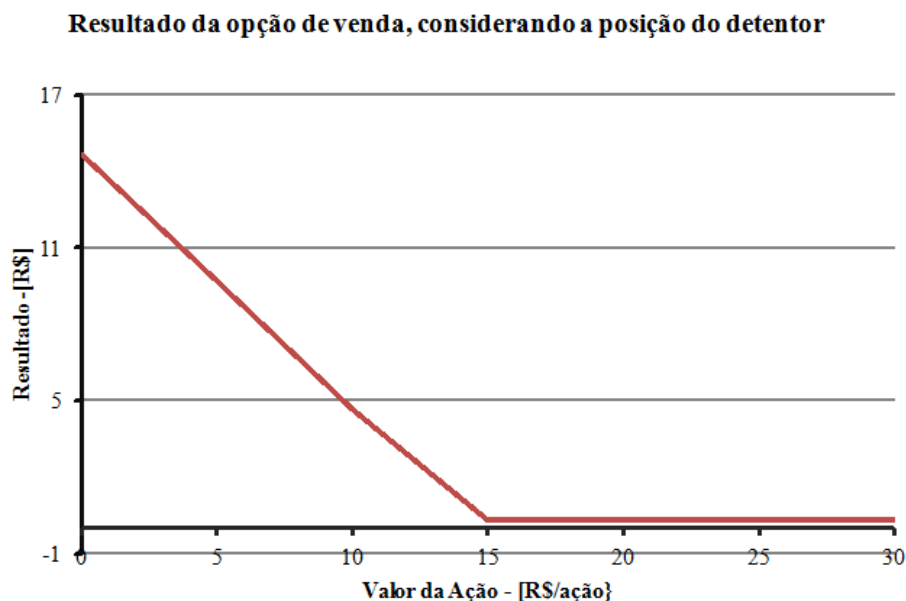
$$S_T < X; P_T = X - S_T \quad (8)$$

$$P_T = \text{Maximo}(X - S_T, 0) \quad (9)$$

$$\text{Resultado} = P_T - \text{Premio} \quad (10)$$

A Figura 5 apresenta o perfil dos ganhos/perdas com a aplicação da opção de venda, pela perspectiva do detentor da opção.

Figura 5 – Ganho/Perda com a opção europeia de venda, na data de vencimento, posição do detentor da opção.



Fonte: Adaptado por Noronha (2012).

Por outro lado, se for analisada a posição de venda da opção, a situação é a seguinte: o lançador da opção de venda recebe somente o prêmio pago pelo comprador, quando preço da ação cai abaixo do preço de exercício. Neste caso, o lançador é obrigado a vender as ações. Se a ação estiver cotada a R\$ 10,00 na data de vencimento, o investidor exercerá sua opção e venderá a ação pelo preço de exercício de R\$ 15,00. Como a ação vale apenas R\$ 10,00 no mercado, a perda do lançador da opção será igual a R\$ 5,00 menos o prêmio que ele já ganhou. Porém, se na data de vencimento a ação estiver sendo negociada a R\$ 20,00, o titular da opção não exercerá seu direito, pois não vale a pena vender ações que valem R\$ 20,00 pelo preço de exercício de R\$ 15,00. Na data de vencimento, a opção europeia de venda apresenta os resultados dados pelas equações abaixo, pela perspectiva do lançador (NORONHA, 2012):

$$S_T \geq X; P_T = 0 \quad (11)$$

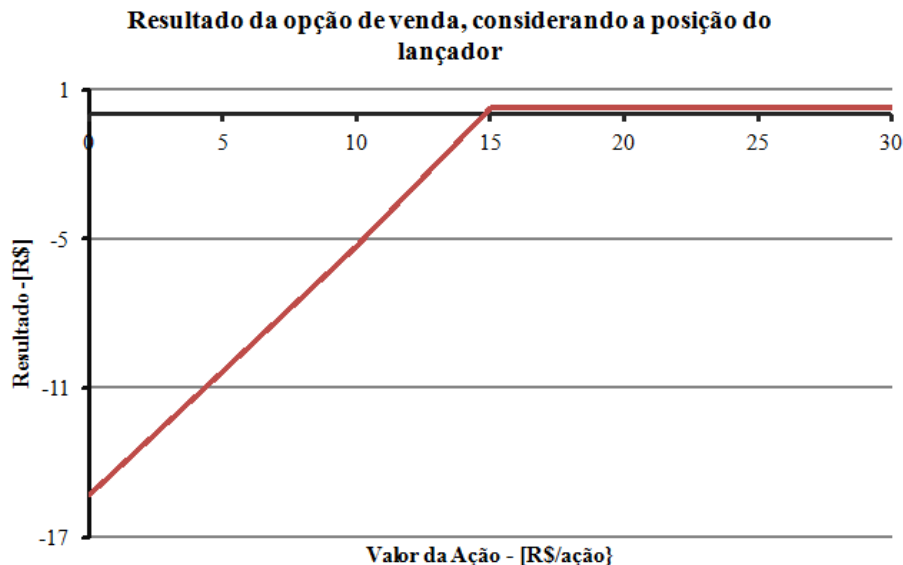
$$S_T < X; P_T = S_T - X \quad (12)$$

$$P_T = -\text{Maximo}(X - S_T; 0) = \text{Minimo}(S_T - X; 0) \quad (13)$$

$$\text{Resultado} = P_T + \text{Premio} \quad (14)$$

A Figura 6 apresenta o valor da opção, pela perspectiva do lançador, na data de vencimento em função do valor do ativo objeto. Neste caso, a opção de venda tem valor apenas quando a ação está cotada abaixo do preço de exercício. Ou seja, o lançador da opção tem prejuízo quando o comprador da opção tiver lucro.

Figura 6 – Ganho/Perda com a opção europeia de venda, na data de vencimento, posição do lançador.



Fonte: Adaptado por Noronha (2012).

3.3 AS OPÇÕES REAIS

Para Fabini (2011), uma opção real constitui o direito, mas não a obrigação de empreender uma ação, tais como: expandir, abandonar ou diferir, sobre um determinado projeto, a um custo pré-determinado, denominado preço de exercício, por um período estabelecido, denominado duração da opção real. Do mesmo modo que as opções financeiras, as opções reais dependem de cinco variáveis básicas (COPELAND; ANTIKAROV, 2001):

I. Valor do ativo subjacente sujeito a risco (S): o ativo subjacente pode ser um projeto ou investimento, cujos retornos são incertos devido a várias fontes de incerteza;

II. Preço de exercício (X): o preço de exercício corresponde ao o montante monetário investido para exercer a opção, se estiver “comprando” o ativo, ou o montante recebido, se estiver “vendendo” o ativo;

III. Prazo de vencimento da opção (T): tempo compreendido entre a aquisição da opção e seu exercício. Com o aumento do prazo de expiração, o valor da opção também aumenta;

IV. Desvio padrão do valor do ativo subjacente sujeito a risco (σ): o desvio padrão mede a dispersão do valor do ativo, decorrente das fontes de risco. Na verdade, o desvio padrão corresponde a volatilidade do valor do ativo. O valor de uma opção aumenta com o risco do ativo subjacente, porque os retornos de uma opção dependem do valor do ativo subjacente que está acima do preço de exercício, e a probabilidade disto aumenta com a volatilidade do ativo subjacente;

V. Taxa de juros livre de risco ao longo da vida da opção (r): a taxa de retorno que pode ser obtida sem que o investidor assuma riscos corresponde a taxa livre de risco.

Noronha (2012) apresenta os seguintes tipos de opções:

- A opção de espera ou de *timing* de investimento: tais opções garantem ao gerente a flexibilidade de considerar o adiamento do projeto, aguardando por melhores configurações do mercado e/ou novas informações. Contudo, quando o projeto é muito atrativo, a espera deixa de ter valor e o projeto dever ser iniciado imediatamente para obter o fluxo de caixa.

- A opção de abandono: é a opção aplicada em projetos que estão em operação, ou que estão parados temporariamente. Quanto maior a flexibilidade de uso alternativo de recursos do projeto, mais valiosa será essa opção. Adicionalmente, o valor da opção cresce com o valor residual obtido com a venda dos ativos, com o aumento da volatilidade do projeto e com a ampliação da vida útil do projeto Brasil (2002). A opção de abandono de um projeto por um preço fixo (mesmo que esse preço decline com o tempo) é formalmente uma opção de venda americana.

- A opção de expansão (crescimento ou investimentos sequenciais): é a modelagem mais utilizada em projetos pilotos e em projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D). Sua consideração busca quantificar o aspecto estratégico de um projeto. As opções de expansão, criadas pelos investimentos, adicionam valor corporativo. Existem situações em que a análise tradicional fornece um Valor Presente Líquido negativo e a modelagem por opção de expansão torna o projeto viável. Isto ocorre porque o projeto permite investir uma parte pequena do montante do investimento total podendo-se obter informações de mercado e, caso as mesmas sejam favoráveis (lado “bom” da incerteza) originar investimentos de maior porte

em projetos atrativos e com reduzida incerteza técnica. Caso as informações sejam desfavoráveis (lado “ruim” da incerteza), o gerente simplesmente não investirá nas etapas subsequentes. Para Anamari-Beatrice (2014), a opção de expansão de um projeto, pagando-se mais para aumentá-lo, é uma opção de compra americana.

- Opção de parada temporária: este tipo de opção é aplicável quando existe a esperança de voltar a produzir economicamente. O custo de desmobilização temporária, o custo de preservação, e o custo de retomada da produção são fatores determinantes nesse tipo de decisão. Eventualmente esses custos podem ser muito elevados, de forma a ser preferível o abandono definitivo.

- Opção de redução de escala produtiva, em função de novos dados de mercado e/ou de custos operacionais convexos, que podem exigir otimizações de escala para maximizar o lucro. A redução de escala pode não só reduzir o custo operacional, como obter um valor residual de parte dos equipamentos a serem desativados;

- Opção de tempo de construção (*time to build*): Este tipo de opção é utilizado em projetos que demandam vários anos de construção, como por exemplo, usinas hidrelétricas e grandes obras públicas. Tais projetos apresentam flutuações no preço do produto ou no custo de construção podem levar a uma paralisação temporária da construção do projeto.

3.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE OPÇÕES

Segundo Noronha (2012), o preço do ativo objeto de uma opção tem um comportamento estocástico contínuo, na forma de um Movimento Geométrico Browniano (MGB) de acordo com a Equação 15.

$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad (15)$$

O MGB nunca assume valores negativos sendo, portanto, adequado para representar o comportamento do preço de ativos financeiros. Assim, é assumido que os preços do ativo objeto em datas futuras calculados de forma contínua para um período entre duas datas são representados por uma distribuição probabilística *lognormal* e, conseqüentemente, as taxas de retorno do ativo objeto seguem uma distribuição normal. O termo dz é um incremento do processo estocástico, definido por $dz = \varepsilon \sqrt{dt}$, sendo que ε tem uma distribuição normal padrão.

Segundo Santos *et al.* (2014), uma carteira formada por tais ativos possui um Valor Presente no tempo t , V_t , e o valor da oportunidade de investimento $F(V_t)$ deve satisfazer a Equação 16.

$$\frac{\partial F}{\partial t} + \frac{1}{2} \sigma^2 V^2 \frac{\partial^2 F}{\partial V^2} + rV \frac{\partial F}{\partial V} - rF = 0 \quad (16)$$

A resolução da equação parcial diferencial, EDP, fornece o valor da opção real, V_{OR} , o qual somado ao VPL fornece o valor de um projeto com flexibilidade. Existem duas abordagens para a resolução da EDP e definição do valor da opção: Black-Scholes e a árvore binomial ou trinomial (NORONHA, 2012; ZEE E SPINLER, 2014; SHIBATA E NISHIHARA, 2015).

3.4.1 Modelo Black-Scholes

A avaliação de opções pelo método desenvolvido por Black e Scholes consiste em um método analítico para solução da equação diferencial parcial, sob determinadas condições:

- É possível recorrer a uma taxa de juros sem qualquer risco durante o tempo de vida da opção (capitalização contínua);
- Não existem quaisquer custos de transação associados à gestão de uma carteira constituída por opções e seus ativos financeiros subjacentes;
- Não existem possibilidades de arbitragem;
- A transação do ativo financeiro se faz em tempo contínuo;
- O ativo financeiro é divisível;
- O ativo financeiro não dá dividendos durante o tempo de vida da opção;
- É permitido o *short selling*, ou seja, vender ou assumir o compromisso de vender ativos financeiros que não se possui até certo momento.

Para o caso de uma opção europeia do tipo *call*, a equação diferencial é representada pela Equação 17:

$$\frac{\partial C}{\partial t}(t, S) + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2}(t, S) + rS \frac{\partial C}{\partial S}(t, S) - rC(t, S) = 0 \quad (17)$$

sendo $t \geq 0$ e $S > 0$

A condição para a opção europeia de compra é $C(T, S) = \text{Max}(S - X, 0)$. Nas situações extremas, ou seja, quando S tende a zero, $\lim_{S \rightarrow 0^+} C(t, S) = 0$. Por outro lado, quando S é muito

grande, $\lim_{S \rightarrow 0^+} C(t, S) = Ee^{-r(T-t)}$. Esta abordagem inclui quatro parâmetros dimensionais: σ^2 , r , T e E .

Um possível método para a solução da equação de Black-Scholes consiste em tornar constante os coeficientes da equação que dependem do valor da variável independente S . Deste modo, para $t = T - \left(\frac{2}{\sigma^2}\right)\tau$; $S = Ee^x$; $C(t, S) = Ev(\tau, x)$. A equação diferencial resulta na Equação 18.

$$\frac{\partial v}{\partial \tau}(\tau, x) = \frac{\partial^2 v}{\partial x^2}(\tau, x) + (c - 1)\frac{\partial v}{\partial x}(\tau, x) - cv(\tau, x) \quad (18)$$

Sendo $c = \left(\frac{2r}{\sigma^2}\right)$ um parâmetro adimensional e a condição final $t=T$ passa a ser uma condição inicial $\tau = 0$, resultando em $v(0, x) = \max\{e^x - 1, 0\}$.

Quando se converte a equação de Black-Scholes (a coeficientes constantes) na forma canônica, chega-se a equação de difusão. Para isto, é necessário realizar uma transformação apenas na variável dependente, de acordo com a Equação 19.

$$v(\tau, x) = e^{\alpha x + \beta \tau} u(\tau, x) \quad (19)$$

A estratégia consiste em escolher α e β de forma anular alguns termos, para isto é necessário satisfazer as Equações 20 e 21:

$$0 = 2\alpha + c - 1 \quad (20)$$

$$\beta = \alpha^2 + (c - 1)\alpha - c \quad (21)$$

A solução para a equação diferencial, através de um problema de valor inicial é a Equação 22, que é a equação de avaliação de uma opção de compra europeia pelo método de Black-Scholes.

$$C(t, S) = SN(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2) \quad (22)$$

sendo:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (23)$$

$$d_2 = \frac{\ln\left(\frac{S}{X}\right) + \left(r - \frac{1}{2}\sigma^2\right)T}{\sigma\sqrt{T}} \quad (24)$$

$N(d_i)$ = Probabilidade de uma variável aleatória, de distribuição normal padronizada, ser menor ou igual a d_i ($i=1, 2$).

Um exemplo de aplicação da equação de Black-Scholes foi apresentado por Brasil (2004). Neste exemplo deve ser apurado o valor da *Call* europeia sobre uma ação, com os seguintes valores: valor a vista (S) é de R\$ 35; volatilidade anual do preço da ação é de 20%; o preço de exercício (X) é de R\$35; a taxa anual livre de risco é de 10%. A data de vencimento é um ano à frente.

Para a aplicação são realizados os seguintes passos:

Passo 1: Cálculo de d_1 e d_2 .

A conversão da taxa livre de risco em regime de capitalização contínua equivale a $\ln(1+r)=\ln(1,10)=9,53\%$. Substituindo nas equações (23) e (24) obtém-se:

$$d_1 = 0,57650$$

$$d_2 = 0,37650$$

O valor de $N(d_1)$ e $N(d_2)$ pode ser encontrado com o auxílio de uma tabela de probabilidade acumulada na função normal padronizada ou através de um software. Deste modo, $N(0,57650)=0,717861$ e $N(0,37650)=0,646727$.

Passo 2: Apuração do valor da *call*, por meio da substituição dos valores d_1 e d_2 na equação (22):

$$C(t, S) = SN(d_1) - Xe^{-rt}N(d_2) = (35)(0,717861) - (35)e^{(-0,0953)(1)}(0,646727) = \text{R\$4,}$$

55

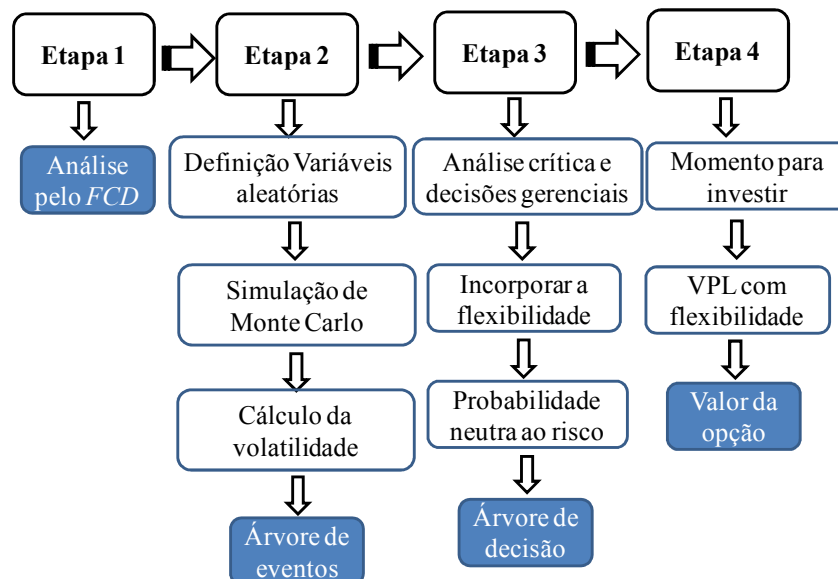
Caso essa opção estivesse sendo negociada na bolsa, por exemplo, por R\$3,00, o investidor poderia comprá-la.

3.4.2 Modelo binomial

Para Ross et al. (2002), a avaliação e tomada de decisão utilizando a teoria das opções reais deve considerar a incerteza no valor do projeto durante o tempo. A Figura 7 apresenta as etapas para avaliação de projetos através da teoria de opções reais, pelo método binomial. Na verdade, um projeto requer um investimento, I , gerando valores de fluxos de caixa, na data

posterior ao investimento até o final do projeto, que são variáveis aleatórias, de uma forma genérica, FC_t , considerando-se uma taxa de juros, j .

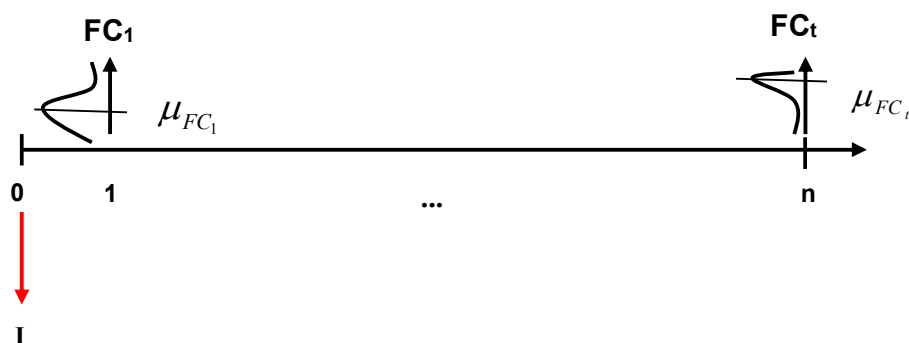
Figura 7 – Etapas para avaliação de investimento aplicando opções reais.



Fonte: Brandão (2010, p.5).

De acordo com a figura 8, o fluxo de caixa apresenta comportamento aleatório e, portanto, o valor do projeto, VP , é uma variável aleatória, sendo possível determinar o retorno do projeto em qualquer período t , com a Equação 23. O valor do projeto em qualquer data t pode ser escrito como uma variável aleatória, seguindo um modelo de Movimento Geométrico Browniano (MGB), com a taxa de retorno sendo uma variável aleatória, normalmente distribuída, com média μT e variância $\sigma^2 T$.

Figura 8 – Fluxo de caixa aleatório de um projeto.



Fonte: Brandão (2010, p.5).

$$\ln\left(\frac{VP_t}{VP_0}\right) = rT \approx N(\mu T, \sigma^2 T) \quad (25)$$

Quando se aplica as etapas do modelo binomial, tem-se (BRASIL, 2004; BRANDÃO, 2010):

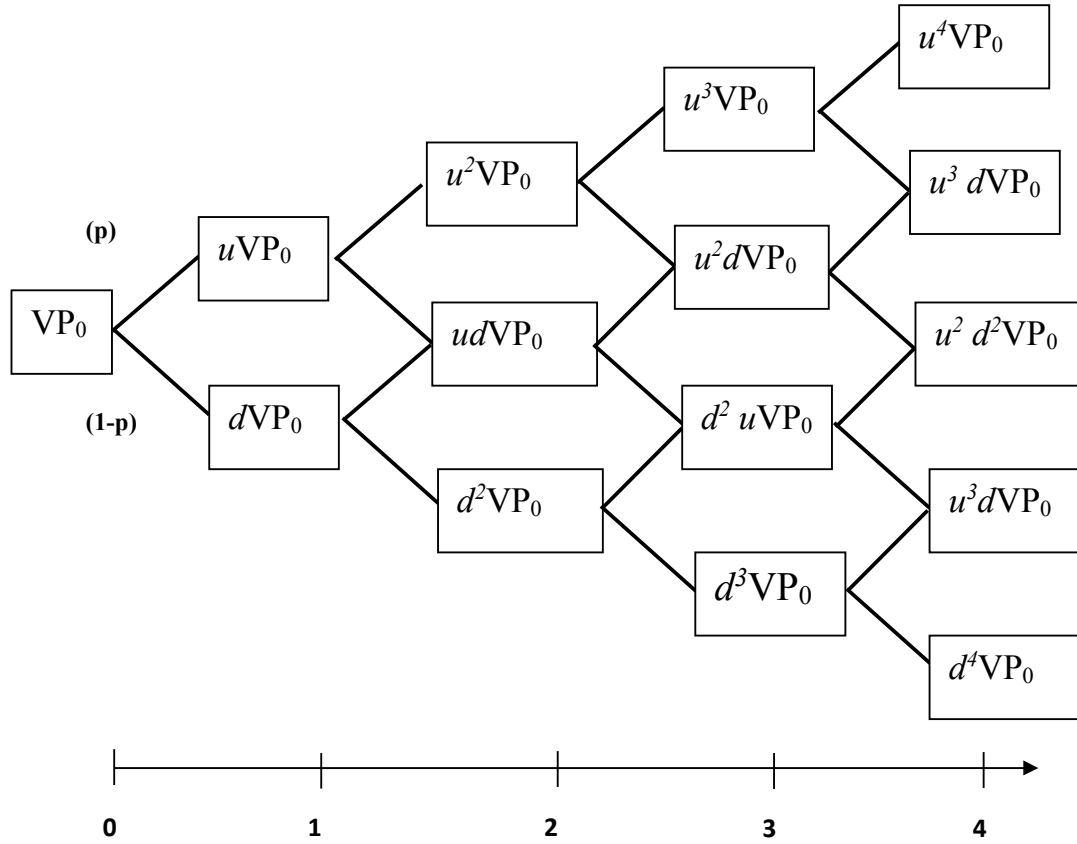
Etapla 1: Análise pelo método do fluxo de caixa descontado: Geralmente, se utiliza o critério do VPL.

Etapla 2: Definição das variáveis aleatórias: conforme pode ser observado na figura 8, os fluxos de caixa para os períodos são afetados pela incerteza e desta forma são variáveis aleatórias. Um exemplo seria a incerteza no preço e na quantidade vendida em um projeto de expansão industrial, tais variáveis são variáveis aleatórias e induzem à aleatoriedade no fluxo de caixa por período. Na verdade, a questão é que novas informações de mercado, levam a incertezas no valor do projeto, com valores acima e abaixo de um valor base, VP_0 , determinado pela Equação 26.

$$VP_0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1+i)^t} \quad (26)$$

A Figura 9 apresenta a modelagem da árvore de eventos, para a etapa 2, sendo preciso determinar a taxa de crescimento u e a taxa de decrescimento d .

Figura 9 – Construção da árvore de eventos.



Fonte: Noronha (2012).

Para a abordagem binomial é possível determinar o sistema de equação, dado pela Equação 27:

$$\begin{aligned} n[p \ln(u) + (1-p) \ln(d)] &= \mu T \\ np(1-p)[\ln(u) + \ln(d)]^2 &= \sigma^2 T \end{aligned} \quad (27)$$

Como são desconhecidas três variáveis e existem duas equações, existem múltiplas soluções, sendo a Equação 28 uma possível.

$$\begin{aligned} u &= e^{\sigma \sqrt{t}} \\ d &= e^{-\sigma \sqrt{t}} \\ p &= \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \left(\frac{\mu}{\sigma} \right) \sqrt{t} \end{aligned} \quad (28)$$

Sendo t a razão entre a maturidade da opção e o número de estágios da árvore e σ a volatilidade do Valor Presente (VP) do fluxo de caixa, determinado através da Simulação de Monte Carlo. Com a aplicação da Simulação de Monte Carlo, é possível obter a distribuição do Valor Presente, e consequentemente as medidas de dispersão, a volatilidade é dada pelo desvio padrão. No Anexo A é apresentada a Simulação de Monte Carlo, com enfoque nas etapas necessárias para desenvolvê-la.

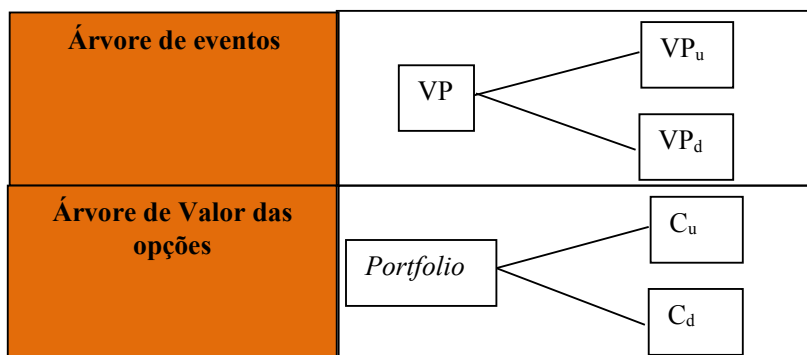
Etapas 3: Com a árvore de eventos definida a próxima etapa consiste em realizar as análises críticas e gerenciais para se obter a árvore de decisões. Segundo Noronha (2012), a análise a ser feita é *backward* em cada etapa da árvore para determinar o valor do projeto e da opção. Na última coluna da árvore de eventos, a opção de investimento em uma fase do empreendimento pode ser interpretada como uma opção de compra americana em que o preço de exercício X é equivalente ao valor do investimento a ser feito. Numa opção americana a decisão de pode ser tomada a qualquer momento dentro do período de análise. Assim, para cada célula da última coluna, o valor da opção é dado pelo valor máximo entre o Valor Presente menos o investimento e zero, ou seja, Máximo $(VP-X;0)$. Simultaneamente é definida a árvore de decisão, ou seja, se for uma opção americana de compra, só faz sentido investir se o VP for maior que o preço do exercício (X). Para os demais nós da árvore, é utilizado o método do portfólio replicado para estimar o valor da opção, V_{OR} , dado pela Equação 29.

$$V_{OR} = \text{Max}[VP - X; \text{Portfólio}] \quad (29)$$

sendo $\text{Portfólio} = mVP + B$

O portfólio replicado consiste em m unidades do ativo replicante e B unidades do título de dívida sem risco. Se o ativo replicante for um determinado valor presente, VP , nó na árvore de eventos, a relação entre as duas árvores pode ser vista na Figura 10.

Figura 10 – Correspondência entre a árvore de eventos e árvore de valor das opções.



Fonte: Noronha (2012).

Ao se considerar C_u e C_d o valor da opção na situação de preços ascendentes e descendentes, respectivamente, V_u e V_d o valor do ativo objeto, também na situação ascendente e descendente é possível obter o sistema de Equações 30.

$$\begin{cases} mV_u + B(1 + r_f) = C_u \\ mV_d + B(1 + r_f) = C_d \end{cases} \quad (30)$$

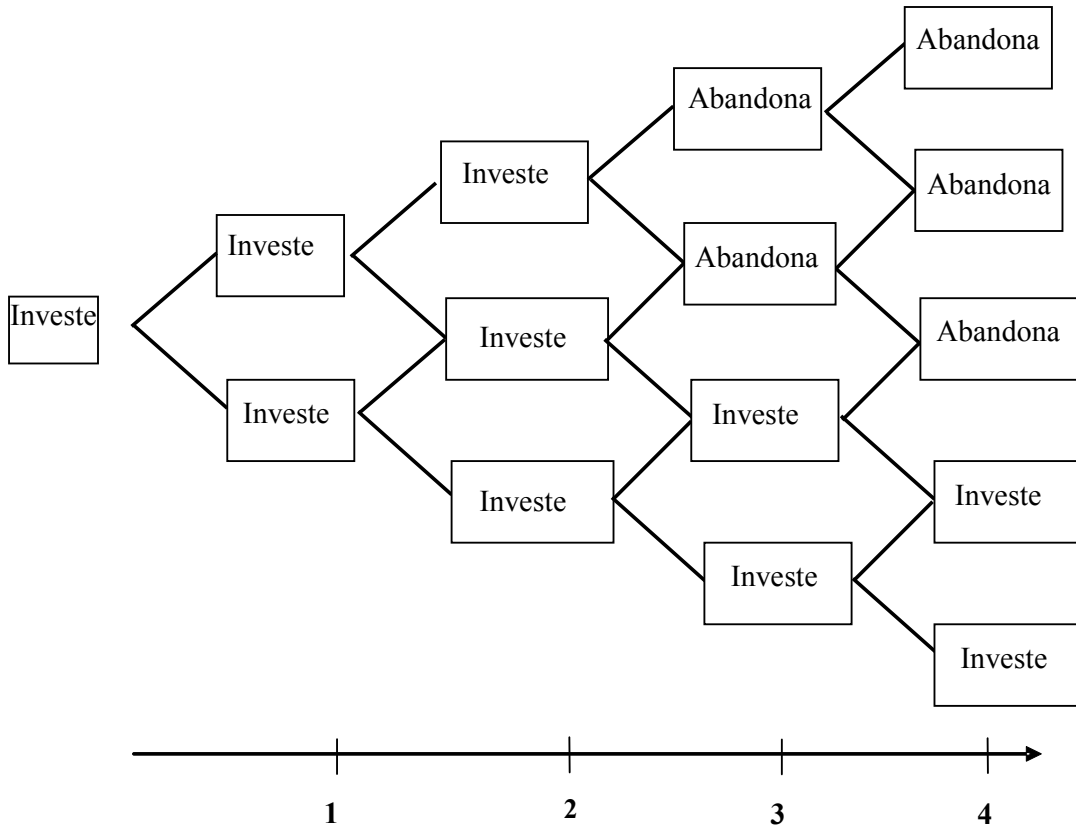
Uma solução para o sistema é a seguinte:

$$m = \frac{C_u - C_d}{V_u - V_d}$$

$$B = \frac{C_u - mV_d}{(1 + r_f)}$$

A árvore de decisão obtida pode ser observada na Figura 11, que apresenta as decisões a serem tomadas pelo investidor.

Figura 11 – Árvore de decisão para aceitação de um projeto pela TOR.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4 A TEORIA DAS OPÇÕES REAIS APLICADA A AVALIAÇÃO DA POLÍTICA PÚBLICA

4.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Neste capítulo é aplicada a teoria das opções reais para a tomada de decisão em se adotar o INOVAR-AUTO.

4.2 DEFINIÇÃO DO PROJETO

A empresa *A* é uma multinacional, com aproximadamente mil e oitocentos colaboradores, localizada no sul fluminense, na cidade de Resende. A construção da planta se iniciou em dois mil e doze e foi inaugurada em 2014. As informações a respeito do projeto foram obtidas por meio do Guia Setorial da Indústria Automobilística Brasileira (ANFAVEA, 2015) e de pesquisa documental na empresa, que foram tratados para preservar a confidencialidade.

O projeto de investimento consiste em uma expansão da empresa *A*, com uma nova planta em Resende, com capacidade anual de duzentos mil carros e duzentos mil motores. O investimento a ser realizado é de R\$ 2,6 bilhões, sendo o gasto com instalações e equipamentos, o terreno foi doado. No entanto, o investimento considerando a produção de veículos é de R\$ 2,24 bilhões, divididos em três anos, totalizando vinte e três meses necessários para inauguração da planta, conforme mostra a Tabela 8.

Tabela 8 – Distribuição do capital investido em relação aos anos.

Ano	Investimento
2012	R\$ 1.106.517.891,50
2013	R\$ 1.000.000.000,87
2014	R\$ 320.869.565,22

Fonte: Elaborado pelo autor.

O portfólio de produtos da empresa é composto por dois modelos de veículos, e a participação no mercado é estimada em 2% (1,23% para o produto *A* e 0,77% para o produto *B*) nos dois primeiros anos do projeto e 5% para os demais anos. É esperado que o mercado atinja um total de dois milhões setecentos e setenta e dois mil e oitocentos e cinquenta unidades. O valor de venda dos dois produtos é apresentado na tabela 9. Cabe destacar que os produtos apresentam preço diferenciado, conforme a empresa adota ou não o INOVAR-AUTO:

Tabela 9 – Preço dos produtos.

Estratégia	Produto A	Produto B
Com Inovar-Auto	R\$ 32.966,85	R\$ 38.462,84
Sem Inovar-Auto	R\$ 38.476,55	R\$ 44.891,07

Fonte: Site da Empresa A

*O projeto tem a duração de cinco anos.

4.2.1 Cálculo da receita bruta de vendas

A receita bruta de vendas é calculada a partir do portfólio de produtos fornecidos pela empresa. Neste caso, para os dois produtos a receita bruta, RB_j , para um ano j ($j > 0$) é dada pela Equação 31:

$$RB_j = Q \cdot (p_A + q_A + p_B + q_B) \quad (31)$$

Sendo Q a projeção das vendas; p_A o preço do produto A e p_B o preço do produto B e as variáveis q_A e q_B , respectivamente a participação no mercado do produto A e B . Deste modo, para o ano de 2014, substituindo $Q=2.794.687$; $p_A=R\$32.966,85$; $p_B=R\$38.462,84$; $q_A=1,23\%$ e $q_B=0,77\%$ a receita bruta é:

$$RB_{2014} = R\$ 1,96 \text{ bilhões}$$

4.2.2 Cálculo das deduções

Da Receita Bruta é deduzido o Imposto sobre Operações de Circulação de Mercadoria e sobre Prestação de Serviços e Transportes (ICMS), o Programa de Integração Social (PIS) e a Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS), totalizando 24%.

Para o cálculo do Imposto sobre Produtos Industrializados, IPI, os passos a seguir são os seguintes:

- 1 – Dados os preços de dois veículos, carro “A” e carro “B”, respectivamente: R\$ 50.000,00 e R\$ 40.000,00;
- 2 – Com as alíquotas de 37% e 7% deve se determinar qual o valor da parcela de IPI a ser pago;

3 – Nesta fase, são contabilizados os insumos estratégicos comprados no Brasil, sendo respectivamente R\$ 10.000,00 e R\$ 13.000,00;

4 – De acordo com a adesão a política, é obtido o fator de multiplicação, sendo neste caso, 1,10;

5 – O valor a ser obtido nas contas é apurado, multiplicando o fator de multiplicação pelos insumos estratégicos comprados no Brasil. Para o carro “A”, é de R\$ 11.000,00 (1,10 x 10.000,00);

6 – O valor de IPI a ser pago é igual a soma do IPI a 7% com o cancelamento de IPI a 30%. Para o carro “A”, o IPI a ser pago é de R\$ 4.500,00 (3.500,00+1.000,00). A tabela 10 apresenta os resultados com o roteiro dos cálculos realizados.

Tabela 10 – Determinação da redução do IPI.

		Carro "A"		Carro "B"	
Preço		50.000,00	[1]	40.000,00	[1]
IPI 7%	[1]*7%	3.500,00	[2]	2.800,00	[2]
IPI 30%	[1]*30%	15.000,00		12.000,00	
Insumo estratégico comprado no Brasil		10.000,00	[3]	13.000,00	[3]
Fator de multiplicação (2016)		1,10	[4]	1,10	[4]
	[3]*[4]	11.000,00	[5]	14.300,00	[5]
Cancelamento de 30% IPI	[3]-[5]	1.000,00	[6]	-	
IPI a ser pago	[2]+[6]	4.500,00		2.800,00	

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

4.2.3 Cálculo dos custos e despesas e depreciação

Os custos, as despesas e a depreciação foram obtidos diretamente com a empresa. Com todas as informações é possível determinar o fluxo de caixa do projeto. A Tabela 11 apresenta o fluxo de caixa da implantação da planta.

Tabela 11 – Fluxo de caixa do projeto de instalação da planta em Resende.

Elementos da Conta	Fluxo de Caixa Incremental					
	2012 Ano 0	2013 Ano 1	2014 Ano 2	2015 Ano 3	2016 Ano 4	2017 Ano 5
RECEITA BRUTA DE VENDAS	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.960.909.245	R\$ 4.902.273.114	R\$ 4.902.273.114	R\$ 4.902.273.114
(-) IMPOSTOS S/VENDAS - IPI	R\$ -	R\$ -	-R\$ 137.263.647	-R\$ 343.159.118	-R\$ 343.159.118	-R\$ 343.159.118
(-) IMPOSTOS S/VENDAS - OUTROS	R\$ -	R\$ -	-R\$ 470.618.219	-R\$ 1.176.545.547	-R\$ 1.176.545.547	-R\$ 1.176.545.547
(=) RECEITA LÍQUIDA	R\$ -	R\$ -	R\$ 1.353.027.379	R\$ 3.382.568.448	R\$ 3.382.568.448	R\$ 3.382.568.448
(-) CUSTOS E DESPESAS	R\$ -	R\$ -	-R\$ 980.454.623	-R\$ 2.451.136.557	-R\$ 2.451.136.557	-R\$ 2.451.136.557
(-) DEPRECIAÇÃO	R\$ -	R\$ -	-R\$ 172.200.000	-R\$ 172.200.000	-R\$ 172.200.000	-R\$ 172.200.000
(=) LUCRO TRIBUTÁVEL	R\$ -	R\$ -	R\$ 200.372.757	R\$ 759.231.892	R\$ 759.231.892	R\$ 759.231.892
(-) IMPOSTO DE RENDA	R\$ -	R\$ -	-R\$ 68.126.737	-R\$ 258.138.843	-R\$ 258.138.843	-R\$ 258.138.843
(-) INVESTIMENTO FIXO	-R\$ 1.106.517.891	-R\$ 1.000.000.000	-R\$ 320.869.565	R\$ -	R\$ -	R\$ -
(+) DEPRECIAÇÃO	R\$ -	R\$ -	R\$ 172.200.000	R\$ 172.200.000	R\$ 172.200.000	R\$ 172.200.000
(=) RESULTADO NÃO OPERACIONAL						
VALOR RESIDUAL						
FLUXO DE CAIXA	-R\$ 1.106.517.891	-R\$ 1.000.000.000	-R\$ 16.423.546	R\$ 673.293.048	R\$ 673.293.048	R\$ 673.293.048

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

4.3 ANÁLISE PELO FLUXO DE CAIXA DESCONTADO

Na análise tradicional, a viabilidade empresarial é calculada por meio do Valor Presente Líquido (VPL). O VPL pode ser calculado utilizando-se a Equação 32:

$$VPL = FC_0 + \sum_{j=1}^n \frac{FC_j}{(1+i)^j} \quad (32)$$

Sendo:

FC_0 – Investimento na data zero;

FC_j – Fluxo de caixa do ano 1 até o final projeto;

i – Taxa de desconto;

A taxa de desconto i é usada para descontar o fluxo de caixa futuros do projeto. Normalmente estas taxas refletem as expectativas do investidor em relação aos riscos assumidos com o projeto. Para a empresa *A*, a taxa de desconto foi obtida dos demonstrativos financeiros sendo igual à 13,25 % ao ano com capitalização anual. Deste modo, o VPL é de R\$ 37.140.152,48, ou seja, o investimento é aconselhado, pois gera um retorno positivo para a empresa. No entanto, se for calculada a taxa interna de retorno, TIR, verifica-se que seu valor é de 13,75%, ou seja, muito próximo do custo de capital da empresa não sendo tão rentável. Além disso, existem várias fontes de incerteza que possuem impacto na decisão sobre o investimento e que devem ser consideradas.

4.4 APLICAÇÃO DA SIMULAÇÃO DE MONTE CARLO E DETERMINAÇÃO DA VOLATILIDADE

Com a aplicação da Simulação de Monte Carlo é possível determinar a volatilidade do projeto. A volatilidade do projeto é devida as fontes de incerteza e risco. Ao analisar as variáveis que compõem o fluxo de caixa, verifica-se que as variáveis que possuem um comportamento aleatório são: número de carros vendidos no país, participação da empresa no mercado, Preço carro 1, Preço carro 2 e taxa de juros. Na análise da volatilidade de projetos industriais, uma das principais dificuldades é obter a distribuição das variáveis aleatórias que compõe o fluxo de caixa (SHIBATA E NISHIHARA, 2015). Uma solução encontrada é verificar, junto aos especialistas qual a tendência para os valores de tais variáveis. No caso deste projeto, a Anfavea constitui o especialista no tocante ao mercado de veículos auto

motores. Uma distribuição de probabilidade bem utilizada nestas situações é a Triangular. Portanto, a Tabela 12 apresenta as variáveis aleatórias e a caracterização da distribuição.

Tabela 12 – Caracterização das distribuições.

Variável aleatória	Caracterização
Número de carros vendidos no país	Triangular (1800000, 2300000, 2800000)
Participação da empresa no mercado	Triangular (1,8%, 2%,5%)
Preço Carro 1	Triangular (30000, 32000, 35000)
Preço Carro 2	Triangular (38000, 40000, 43000)
Taxa de juros	Triangular (10%,13%,15%)

Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Para facilitar a determinação da volatilidade, pode-se utilizar a abordagem consolidada da incerteza, conforme Antirakov e Copeland (2001). Deste modo, pode-se criar a variável aleatória z , que representa o retorno do projeto, dada por:

$$z = \ln \left(\frac{VP_1}{VP_0} \right) \quad (33)$$

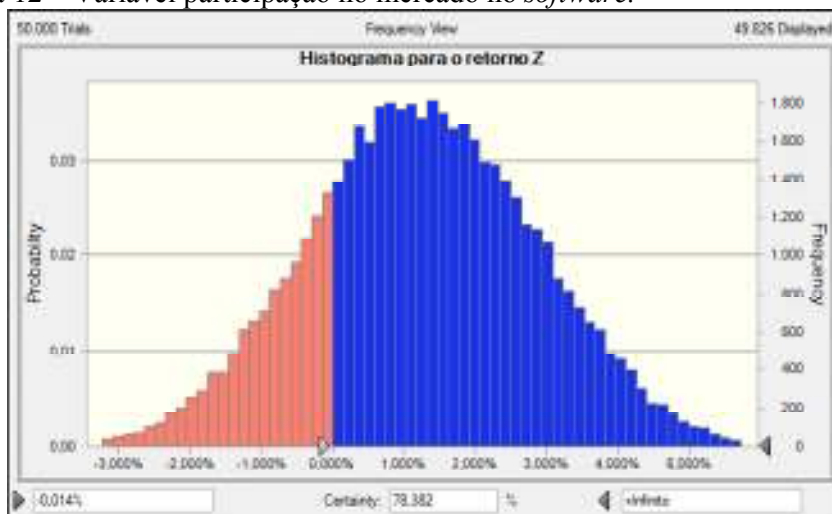
Sendo:

VP_1 – Valor presente dos fluxos de caixa na data 1

VP_2 – Valor presente dos fluxos de caixa na data 2.

A Simulação de Monte Carlo pode ser desenvolvida na planilha eletrônica *Excel*, no entanto, para esta pesquisa foi utilizada o software *Crystal Ball®*. A Figura 12 apresenta o histograma da variável aleatória retorno z , que a probabilidade de o retorno ser positivo é de aproximadamente 78%.

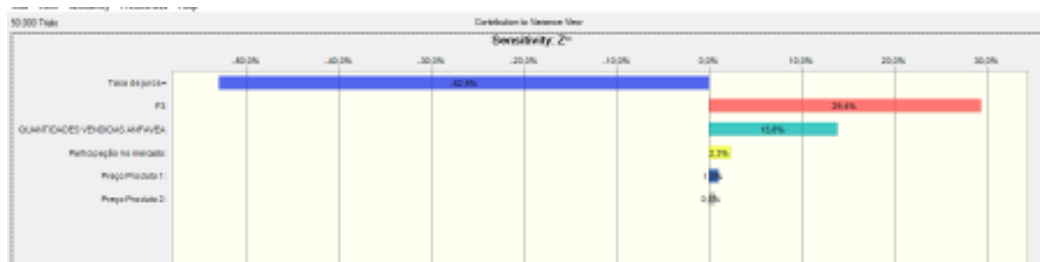
Figura 12 – Variável participação no mercado no *software*.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Com a simulação de cinquenta mil cenários, é possível definir o valor da volatilidade, σ , 12,15%. Além disso, é possível obter o gráfico de sensibilidade, conforme a Figura 13.

Figura 13 – Análise de sensibilidade.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Por meio da Figura 13, pode-se perceber que a variável que possui maior impacto no retorno Z, rentabilidade do projeto, quando o retorno assume valores negativos, é a taxa de juros. De fato, a alta contínua na taxa de juros, inibe as pessoas a consumirem por terem uma maior dificuldade ao crédito e um olhar pessimista quanto aos valores das parcelas de um financiamento, visto que dificilmente se adquire um carro a vista. No entanto, existe a possibilidade de consórcios, onde o investidor pode parcelar a compra e esperar ser contemplado. Deste modo, mesmo diante de um quadro de juros altos, é possível atingir uma parte do mercado, o qual vai adquirir o produto. Pode ser que a receita bruta venha a ficar em um valor menor, ou a participação no mercado venha a decrescer. A decisão pelo investimento é feita na etapa seguinte, considerando a flexibilidade gerencial.

4.5 MODELAGEM POR OPÇÕES

A análise por meio da teoria das opções reais. O investimento na planta com os requisitos do INOVAR-AUTO pode ser modelado como uma opção americana de compra a. A taxa livre de risco (r_f) adotada é o retorno anual da poupança para o ano de 2014. Os parâmetros da opção podem ser vistos no Quadro 7.

Quadro 7 – Parâmetros da modelagem da opção composta.

	opção 1	opção 2
Estágio da árvore (N):	3	
expiração (V)	1	2
volatilidade (σ)	12,15%	
Taxa livre de risco (rf)	7,10%	
Investimento X	R\$ 1.106.517,891,50	R\$ 2.872.541.002,23
VP0	R\$ 2.026.660,251,49	
Salvage Value	R\$ 200.372.736,63	
Tamanho do intervalo ($\Delta t=y/N$)	1	
taxa de crescimento - ativo objeto (u)	1,129189366	
taxa de crescimento - ativo objeto (d)	0,885591053	

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5.1 Definição da árvore de eventos

A árvore de eventos consiste na primeira etapa para a construção da árvore de decisão. Inicialmente, o valor presente do projeto VP_0 foi introduzido no *Step0*. Os demais elementos da primeira linha são calculados multiplicando o elemento anterior por u . Cada elemento restante é obtido multiplicando o elemento da coluna anterior e linha anterior por d .

A árvore a seguir, Figura 14, mostra a evolução dos valores da planta em cada estágio da vida do projeto, iniciando pelo valor presente obtido na avaliação tradicional.

Figura 14 – Árvore de eventos para o investimento no INOVAR-AUTO.

Step 0	Step 1	Step 2	Step 3
			R\$ 2.917.973.130,65
		R\$ 2.584.130.898,42	
	R\$ 2.288.483.204,32		R\$ 2.288.483.204,32
R\$ 2.026.660.251,49		R\$ 2.026.660.251,49	
	R\$ 1.794.792.186,89		R\$ 2.026.660.251,49
		R\$ 1.794.792.186,89	
			R\$ 1.794.792.186,89

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.5.2 Definição da árvore de decisão

A partir de uma análise “backward” sobre a árvore de decisões, é possível determinar o valor da opção de investir em cada etapa do projeto da indústria. A avaliação tem início na

última coluna da árvore. A opção de investimento em uma fase do empreendimento pode ser interpretada como uma opção de compra americana em que o preço de exercício X é equivalente ao valor do investimento a ser feito. Numa opção americana a decisão de pode ser tomada a qualquer momento dentro do período de análise. Assim, para cada célula da última coluna, a opção é avaliada da seguinte maneira:

$$V_{OR} = \text{Max}[V - X; 0] \quad (34)$$

sendo:

V_{OR} = Valor da opção real;

V = Valor Presente da árvore de eventos;

X = Preço de exercício da opção.

Ou seja, quando o valor presente do projeto calculado no nó correspondente da árvore de eventos for maior que o valor investido, a opção deve ser exercida e seu valor é $V - X$. Caso contrário, a opção não deve ser exercida e seu valor é zero.

Por exemplo, na primeira célula do *Step3*:

$$V_{OR} = \text{Max}[V - X; 0] = \text{Max}[2.917.973,65 - 2.872.541.002,23; 0] = R\$45.432.128,42$$

A interpretação que se faz é a seguinte: a opção de expandir possui um valor de R\$ 45.432.128,42, ou seja, para este cenário compensa investir na expansão seguindo no sistema Inovar-Auto. Para os demais cenários, o valor da opção é zero e não compensa investir na expansão.

No entanto, é necessário avaliar os demais elementos da árvore. Deste modo, cada *Step* anterior é avaliado utilizando o método do portfólio replicado para estimar o valor do projeto se ele fosse mantido vivo.

$$V_{OR} = \text{Max}[V - X; \text{portfólio}] \quad (35)$$

O portfólio replicado consiste em m unidades do ativo replicante, e B unidades do título de dívida sem risco. Então, se o ativo replicante for o valor presente V de um determinado nó da árvore de eventos:

$$\text{Portfólio} = mV + B \quad (36)$$

Sejam C_u e C_d o valor da opção na situação de preços ascendentes e descendentes, respectivamente. Se V_u e V_d forem respectivamente, o valor do ativo objeto na situação de preços ascendentes e descendentes, tem-se o seguinte sistema de equações:

$$\begin{cases} mV_u + B(1 + r_f) = C_u \\ mV_d + B(1 + r_f) = C_d \end{cases} \quad (37)$$

A solução para o sistema de equações é:

$$m = \frac{C_u - C_d}{V_u - V_d} \quad (38)$$

$$B = \frac{C_d - mV_d}{(1 + r_f)}$$

A decisão do *Step2* ao *Step 1* é dado por:

$$V_{OR} = \text{Máximo}(V - X, \text{portfolio}) \quad (39)$$

Para a primeira célula do *step2*, tem-se

$$C_u = \text{R\$ } 45.432.128,42$$

$$C_d = \text{R\$ } 0,00$$

$$V_u = \text{R\$ } 2.917.973.130,65$$

$$V_d = \text{R\$ } 2.288.483.204,32$$

$$\text{Logo, } m=0,072 \text{ e } B=-154.217.108,9 \text{ e } \text{Portfolio}=\text{R\$ } 32.287.173,20$$

Com aplicação da equação 39, o valor máximo é justamente a aplicação no *portfolio*, ou seja, não é rentável investir na expansão. Para o *step 0*, a análise é por opções compostas, ou seja, a expansão (opção americana de compra) ou abandonar o projeto (opção de compra europeia). Deste modo, no *Step0*:

$$V_{OR} = \text{Máximo}(V - X, \text{salvage Value} - V - X, 0) \quad (40)$$

A Figura 15 apresenta a árvore de decisão do projeto.



Figura 15 – Árvore de decisão do projeto

Fonte: Elaborada pelo autor.

Com a montagem da árvore de decisão é possível verificar que o projeto de expansão da empresa, baseados nos requisitos e benefícios do INOVAR-AUTO não gera valor para a empresa. Deste modo, a empresa não deve gastar com instalação e obras civis, que

correspondem a primeira parcela do investimento. É preferível para a empresa deixar o capital a ser investido, rendendo ao mínimo, o custo de capital da empresa, ou seja, 13,25% ao ano.

4.6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como pode ser verificado na análise tradicional, o investimento apresentou um VPL de R\$ 37.140.152,48, que indica o ganho obtido com a expansão da empresa. No entanto, ao se considerar as incertezas, principalmente nos preços, taxas de juros, quantidade e participação no mercado e definindo-se a variável retorno, dado pela divisão do valor presente do projeto na data um pelo valor presente na data zero, pode-se perceber que existem cenários em que o retorno é negativo. Além disso, é possível definir a volatilidade do retorno do projeto, que é 12.15%.

O investimento inicial de R\$ 1.106.517.891,50 dá o direito, mas não a obrigação de continuar com o projeto. Ou seja, o investimento inicial é uma opção americana de compra com data de expiração de um ano. A partir do primeiro e segundo ano, são exercidas ou não duas opções de compra europeia. A flexibilidade consiste em abandonar a expansão, quando o valor do projeto for inferior ao *salvage value*. No *step 3*, o único cenário favorável é quando o valor presente do projeto é superior ao investimento, ou seja, a situação em que o *VPL* é positivo. No entanto, para os demais cenários da árvore de eventos, o retorno do projeto é inferior ao *Salvage Value*, estipulado como sendo a receita líquida da empresa sem adotar a política pública Inovar-Auto. Na verdade, o projeto gera retorno acima do *Salvage Value* quando o preço do automóvel for maior que o definido no Inovar-Auto.

Quando se utiliza o método do portfólio replicante, para analisar a opção composta, fica claro que o retorno do projeto nem se iguala ao retorno em um portfólio livre de risco. Deste modo, a avaliação de projetos, por meio da aplicação da Teoria das Opções mostra que o investimento em uma nova planta não deve ser feito, pois não gera retorno para o investidor. Sendo assim, a opção de abandonar o projeto da planta nos requisitos do INOVAR-AUTO deve ser aceita e a política pública dentro da atual estrutura de mercado, com taxas de juros elevadas, com o INOVAR-AUTO de duração até 2017, não é economicamente viável.

5 CONCLUSÕES

A política pública INOVAR-AUTO definida pelo Governo Federal, tem como um dos principais objetivos estimular o desenvolvimento da indústria automobilística dentro do Brasil. Tal política entrou em vigor em dois mil e doze e tem a duração de cinco anos, ou seja, até dois mil e dezessete. Um dos principais benefícios do INOVAR-AUTO é a redução no IPI e a possibilidade de desenvolver fornecedores através de Projetos de Pesquisa e Desenvolvimento. Os benefícios a serem obtidos pela empresa que adotar a política dependem de alguns requisitos. Para as empresas que decidem se instalar com uma nova planta, a decisão pode ser modelada como um problema de viabilidade empresarial ou análise de investimentos.

No contexto da análise de investimentos, existe a abordagem tradicional, por meio do fluxo de caixa descontado. Neste método, deve-se construir o fluxo de caixa, consistindo de um gasto (que é o investimento: compra ativos imobilizados e instalação), que pode ser em mais de um período e nos demais períodos ou vida do projeto se obtém o fluxo de caixa ou benefícios do projeto. A decisão consiste em determinar qual o ganho com o projeto, por meio do Valor Presente Líquido. Deste modo, o objetivo da análise econômica de projetos é maximizar o ganho e consequentemente o valor da empresa, por meio da escolha de projetos, sujeitos a incertezas econômicas e técnicas. Neste contexto a teoria das opções reais surge como uma ferramenta capaz de fornecer a análise de projetos com certo grau de flexibilidade gerencial. A flexibilidade consiste em se verificar a possibilidade de continuar ou abandonar o projeto, diferentemente da análise tradicional.

Esta pesquisa, que consiste na avaliação de adoção de uma política pública, ou seja, a decisão de uma determinada empresa em instalar uma nova planta, nos moldes do Inovar-Auto, foi modelada como uma opção de expansão, viabilizada através de uma opção financeira americana de compra. Deste modo, a empresa pode investir uma parcela nas primeiras obras de instalação da planta, até a data de expiração da opção, cuja data é a data de finalização do projeto, dois mil e dezessete. Tal investimento dá o direito, mas não a obrigação de continuar investindo e terminar a planta ou abandonar, vendendo os ativos, desde que a rentabilidade do projeto seja inferior a receita líquida obtida por meio da venda de automóveis fora dos moldes de inovar. Deste modo, a análise consiste em uma opção composta: uma opção de compra americana e uma opção de venda europeia.

Na análise tradicional, o VPL apontou que o projeto de construção da planta, aderindo ao Inovar-Auto é viável, ou seja, gera um retorno positivo para a empresa. Quando se modela os componentes do fluxo de caixa como variáveis aleatórias, por meio da Simulação de Monte Carlo, principalmente, as incertezas sobre preços, quantidades e taxas de juros, se obtém a volatilidade do projeto. Tal parâmetro é utilizado para a construção da árvore binomial de decisão e eventos. A análise por opções mostrou que o ganho que o projeto trouxe é inferior ao *salvage value* (receita líquida com a venda de automóveis, sem adesão ao inovar). Além disso, durante a vida do projeto, o retorno ficou abaixo de uma aplicação em um portfólio composto por um ativo livre de risco. De fato, o investidor é racional, quanto maior o risco maior deve ser o retorno e vice-versa. Deste modo, com a aplicação da Teoria das Opções Reais, concluiu que a adesão ao INOVAR-AUTO com a construção de uma nova planta não é interessante. Algumas razões para este resultado podem ser obtidas diretamente no mercado automotivo e da própria conjuntura econômica.

A crise econômica que o Brasil está passando, desde dois mil e quinze, fez com que se elevassem a taxa de juros, inviabilizando as formas de captação de recursos através de financiamento. Deste modo, a demanda fica inibida, visto que o carro é adquirido através de financiamento de, no mínimo, vinte e quatro meses. Em dois mil e quatorze a taxa de juros ao mês para o setor automotivo era de 1,2% ao mês. No final de dois mil e quinze a taxa de juros para o setor era de 2,5% ao mês. Como o Inovar-Auto é previsto até dois mil e dezessete é de se esperar que se mostrasse inviável o projeto de construção de uma planta para atender tal política, pois é um investimento alto para pouco tempo de recuperação, sendo que boa parte deste tempo a demanda está inibida pela alta nos juros. Além disso, a previsão do retorno de novos impostos para a redução do déficit nas contas públicas brasileiras inviabiliza as transações, pois o que se ganha com o IPI reduzido se perde, como por exemplo, em uma movimentação financeira, como por exemplo, a Contribuição Provisória sobre Movimentação Financeira (CPMF).

O impacto dos custos nas receitas da montadora também é significativo, pois no Brasil, os custos chegam a cinquenta por cento do preço unitário do carro enquanto as despesas chegam a vinte e cinco por cento. Deste modo, a Receita operacional fica reduzida, gerando um fluxo de caixa não suficiente para retornar um investimento alto em um curto espaço de tempo.

6 SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

Para futuras pesquisas sugere-se a aplicação da Teoria das Opções Reais nas demais políticas públicas fomentadas pelo governo, principalmente em Pesquisa e Desenvolvimento.

Outro trabalho seria a modelagem das variáveis aleatórias, principalmente da demanda de carros, por meio de um previsor, a ser manipulado, por meio da Simulação de Monte Carlo.

Outra sugestão para as futuras pesquisas consiste em obter uma taxa de juros por meio da Teoria da Precificação por Arbitragem *APT* para determinar a taxa de juros para o setor ajustada pelo risco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AJAK, A. D; TOPLA, E. H. Real option in action: an example of flexible decision making at a mine operational level. **Resource Policy**, v. 45, pp. 109-120, 2015.

ALVES, L. S; WILBERT, M. D. Redução do imposto sobre produto industrializado e a venda de automóveis. In: Congresso USP: Iniciação científica em contabilidade. XI, São Paulo. 2014. Disponível em: < <http://congressousp.fipecafi.org/web/artigos142014/265.pdf>>. Acesso em: 25 maio. 2014.

ANAMARI-BEATRICE, S. Real option valuation of public sector R&D investments with a down-and-out barrier option. **Procedia Economics and Finance**, v. 15, pp. 583-587, 2014.

ANFAVEA. **Anuário da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. 2013**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em: 25 maio. 2014.

_____. **Anuário da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores**. 2015. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em: 19 fev. 2015.

_____. **Anuário da Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores**. 2016. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/anuario.html>>. Acesso em: 19 abr. 2016.

_____. **Projeta crescimento na produção para 2016**. Disponível em: <<http://www.anfavea.com.br/imprensa.html>>. Acesso em: 07 jan. 2016.

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Pioneira, Thomson Learning, 2006.

ASSUNÇÃO, J. J. **A crise financeira de 2008 e a arrecadação tributária: lições para o desenho de transferências e federalismo fiscal**. Tesouro Nacional TD nº 008. 2012. Disponível em < <http://www.tesouro.fazenda.gov.br.pdf>> Acesso em: 25 set. 2014.

AZEVEDO, A; PAXSON, D. Developing real option game model. **European Journal of Operation Research**, vol. 237, pp. 909-920, 2014.

BARROS, D. C; PEDRO, L. S. **As mudanças estruturais do setor automotivo, os impactos da crise e as perspectivas para o Brasil**. BNDES Setorial 34. 09/2011. Disponível em <<http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES.html>>. Acesso em: 21 fev. 2015.

BERTRAN, J.W.M; FRANSOO, J.C. Modelling and simulation: operations management research methodologies using quantitative modelling. **International Journal & Production Management**, vol. 22, nº 2, pp. 241-264, 2002.

BRANDÃO, M. C., **Análise dos parâmetros que influenciam a obtenção do valor da flexibilidade por opções reais no setor elétrico**. Dissertação, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2010.

BRASIL, **BNDES Setorial 36**. Data: 09/2012. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Publicacoes/Consulta_Expressa/Tipo/BNDES_Setorial/201209_01.html>. Acesso em: 20 jun. 2014.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1998**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em: 20 jun. 2014.

BRASIL. **Decreto nº. 7.819 de 3 de Outubro de 2012**. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2012/Decreto/D7819.htm>. Acesso em: 20 jun. 2014.

BRASIL. **Lei nº. 12.715 de 17 de setembro de 2012**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12715.htm>. Acesso em: 20 jun. 2014.

BRASIL. **Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior - MDIC**. Plano Brasil Maior. Disponível em: <http://www.brasilmaior.mdic.gov.br/conteudo/128>. Acesso em: 20 fev. 2015.

BRASIL, H.G. **Avaliação Moderna de investimentos**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2004.

COPELAND, T; ANTIRAKOV, V. **Opções reais um novo paradigma para reinventar as avaliações de investimentos**. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

COSTA, F. N. **Indústria Automobilística: bons resultados do regime automotivo na política industrial. Cidadania & Cultura**. Disponível em: <<https://fernandonogueiracosta.wordpress.com>>. Acesso em: 19 jan. 2015.

DAMARAJU, N.L; BARNEY, J.B; MAKHIJA, A.K. Real options in divestment alternatives. **Strategic Management Journal**, v.36, pp.728-744, 2015.

FABRINI, K. L. **Teoria das Opções Reais: uma abordagem para análise de investimentos em expansão do sistema elétrico**. Dissertação. 129f. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica. Universidade Federal de Minas Gerais. UFMG. Belo Horizonte, 2011.

FERREIRA, A. B. H. **Mini Dicionário Aurélio**. Curitiba: Positivo, 2010.

FIESP. **DECOMTEC – Departamento de Competitividade e Tecnologia**. Os incentivos fiscais à inovação tecnológica no Brasil. Dezembro de 2012. Disponível em: <<file:///C:/Users/viviane/Downloads/Decomtec.pdf>> Acesso em: 19 jan. 2015.

FILHO, P. L. R. D; LIMA, L; PINTO, A. C. R; KLOTZLE, M. C; MAIA, V. M. **Apreçamento de Opções através do Modelo de árvore Trinomial Implícita: aplicação no Mercado Acionário Brasileiro**. XI Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 22 a 24 de Outubro. Resende, RJ.

FISHMAN, G. S. Monte Carlo - Concepts, Algorithms and Applications. Springer Series in Operations Research. Springer - Verlag. New York. 1996.

FISCOSoft. IRPJ, CSLL, IRRF e IPI. **Incentivos à Inovação Tecnológica - Roteiro de Procedimentos. Roteiro - Federal - 2014/3856.** Disponível em: <<http://www.fiscosoft.com.br>>. Acesso em: 16 out. 2014.

GARCIA, A. **R&D incentives : adding value across ASPAC 2012/13 edition.** Disponível em: <http://www.kpmg.com.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2015.

GRULLON, G; LYANDRES, E; ZHDANOV, A. Real Options, Volatility, and Stock Returns. **The Journal of Finance**, v. 67, n.4, pp.1499-1537, 2012.

GUIMÓN, José. **Government Strategies to Attract R&D – Intensive FDI.** Session 2.1.: International Investment and Innovation. Disponível em: <<http://www.oecd.org/investment/globalforum/40310856.pdf>>. Acesso em: 07 jan. 2016.

GUTHRIE, G. Regulated prices na real options. **Telecommunications Policy**, vol. 36, pp.650-663, 2012.

HORN, G; KJÆRLAND, F; MOLNÁR, P; STEEN, B.W. The use of real option theory in Scandinavia's largest companies. **International Review of Financial Analysis**, vol. 41, pp.74-81, 2015.

KUTNEY, P. **Indústria automotiva vive de incentivos.** Disponível em: <http://www.automotivebusiness.com.br/noticia_det.aspx?id_noticia=20279>. Acesso em: 07 jan. 2016.

LATINI, S.A. **A implantação da indústria automobilística no Brasil.** Da substituição de importações ativa a globalização passiva. São Paulo: Alaúde Editorial, 2007.

LEÃO, C; GOULART, L. **O Inovar-Auto e os investimentos em P&D no setor automotivo.** INVENTTA, 2014. Disponível em: <www.inventta.net>. Acesso em: 16 out. 2014.

MARIANI, S.A. Escalada dos automóveis. **In: Brasil competitivo: desafios e estratégias para a indústria da transformação.** Deloitte, 2012.

MELLO, C. H. P., SILVA, C. E. S., NORONHA, J. C. C., Opções reais aplicadas à gestão do processo de desenvolvimento de produtos em uma indústria de autopeças. **Gestão & Produção**, vol. 21, nº. 1, pp. 77-94, São Carlos, 2014.

NORONHA, J. C. N. **Investimento em distribuição de energia elétrica sob incerteza regulatória utilizando opções reais.** Tese, Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2012.

OLIVEIRA, Ualison Rebula; ROCHA, Henrique Martins. Gerenciamento de riscos operacionais em montadoras de veículos. **Pretexto.** Belo Horizonte. v.15. n.4. p.27-45. ou./dez., 2014.

PACHECO, F. **An empirical evaluation of sampling methods in risk analysis simulation: Quasi-Monte Carlo, descriptive sampling, and latin Hypercube sampling.** Proceedings of the 2002 Winter simulation Conference. IEEE.

PINTO, J. C. N., MELLO, C. H. P., SILVA, C. E. S., NORONHA, J. C. C., Opções reais aplicadas à gestão do processo de desenvolvimento de produtos em uma indústria de autopeças. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 21, nº. 1, pp. 77-94, 2009.

RIBEIRO, M.C. **A construção de um novo futuro. In: Brasil competitivo: desafios e estratégias para a indústria da transformação.** Delloite, 2012.

ROCHA, M.C. **A eficiência dos incentivos fiscais à inovação tecnológica.** INVENTTA, 2011. Disponível em: <www.inventta.net>. Acesso em 12 dez. 2014.

ROSA JUNIOR, L.E. F. **Manual de Direito Tributário.** Rio de Janeiro: Renovar, 2009.

ROSS, S; WESTERFIELD, R. W; JAFE, J. F. **Administração Financeira.** 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SABBAG, E. **Manual de Direito Tributário.** 3.ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

SALIBY, E. **Repensando a simulação.** A amostragem descritiva. São Paulo: Editora Atlas e Editora da UFRJ, 1989.

SANTOS, A. M. M., BURITY, P. **O complexo automotivo.** Biblioteca Digital. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2015.

SANTOS, L; SOARES, I. MENDES, C; FERREIRA, P. Real Options versus Traditional Methods to assess Renewable Energy Projects. **Renewable Energy**, v. 68, pp.588-594, 2014.

SHIBATA, T; NISHIHARA, M. Investment timing, debt structure, and financing constraints. **European Journal of operation Research**, v. 241, pp. 513-526, 2015.

SILVA, M. F. O. E; COSTA, L. M; PEREIRA, F. S. Incentivos para a implantação de centros de P&D internacionais no Brasil. **BNDES Setorial** 36, p. 7-44. Data: 09/2012. Disponível em: <<http://www.bndes.gov.br/.html>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

TSERLUKEVICH, Y. Can real options explain financing behavior? **Journal of Financial Economics**, v.89, pp.232-252, 2008.

UNCTAD. **World Investment Report 2015: Reforming International Investment Governance** (UNCTAD). Disponível em: <http://unctad.org/en/PublicationsLibrary/wir2015_en.pdf>. Acesso em: 07 jan. 2016.

ZANATTA, M; QUEIROZ, S. The Role of National Policies on the Attraction and Promotion of MNEs' R&D Activities in Developing Countries, International. **Review of Applied Economics**, 21:3, 419-435, 2007.

ZEE, D. V; SPINLER, S. Real option valuation of public sector R&D investments with a down-and-out barrier option. **Technovation**, v. 34, pp. 477-484, 2014.

ZHU, L. A simulation based real options approach for the investment evaluation of nuclear Power. **Computers& Industrial Engineering**, v. 63, pp. 585 – 593, 2012.

ZHOU, Yixiao. Drivers of Globalization of R&D Investment by U.S. Multinational Enterprises: Evidence from Industry-Level Data. **International Journal of Economics and Finance**; v. 8, no. 2; 2016.

ANEXOS

ANEXO A: Simulação de Monte Carlo

1. Considerações iniciais

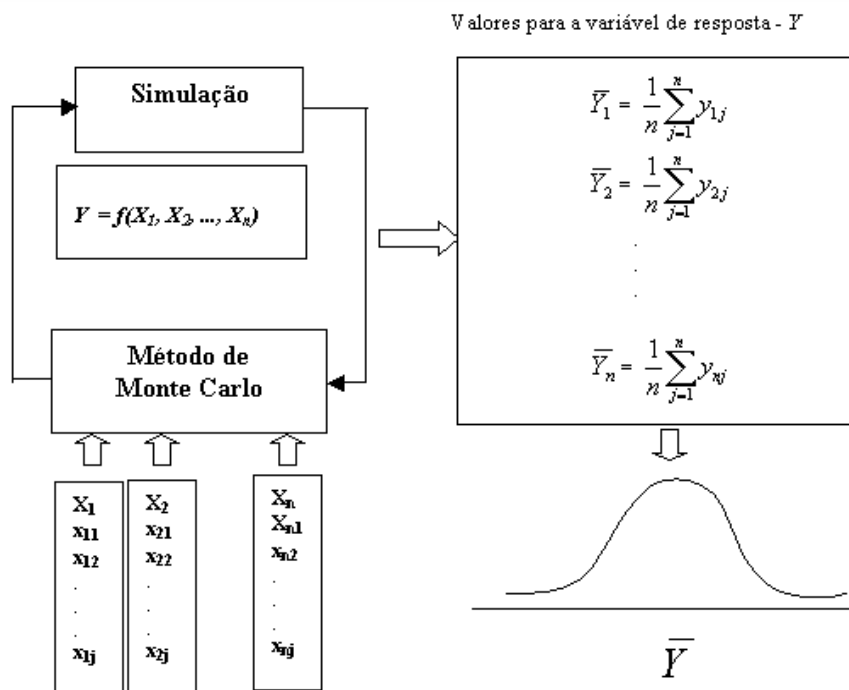
Embora existam alguns registros isolados de sua utilização em datas anteriores a 1944, o desenvolvimento sistemático do método ocorreu durante a Segunda Guerra Mundial, sendo usado como ferramenta de pesquisa no Projeto Manhattan para a construção da bomba atômica. Tinha como propósito chegar a soluções aproximadas de problemas referentes à difusão aleatória de nêutrons no material nuclear, através de simulações. O nome Monte Carlo foi dado por um de seus criadores, o matemático austríaco Stanislaw Ulam. Alguns autores mencionam que o nome Monte Carlo foi dado pela similaridade entre a simulação estatística e a principal atividade da cidade de Monte Carlo (capital do principado de Mônaco), um grande centro de jogos de azar.

Os primeiros estudos envolvendo Simulação de Monte Carlo e avaliação de investimentos de capital foram feitos por David B. Hertz e publicados em um artigo na revista *Harward Bussiness Review* em 1964.

2. Simulando cenários

O processo de simulação consiste em gerar diferentes cenários e para cada um deles calcular o valor da variável dependente Y , sendo que $Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N)$. Nesta fase, já é possível diferenciar o processo de simulação composto por duas fases. A primeira diz respeito à amostragem que, que pode ser: aleatória, pseudo aleatório ou quase aleatórios (baixa discrepância). A partir da amostragem, são selecionados os valores das variáveis independentes para compor o conjunto aleatório X_i . A segunda fase corresponde a na estimativa da variável dependente Y . Deste modo, cada rodada de simulação correspondem à geração de n valores da variável dependente, sendo n o tamanho da amostra (FISHMAN, 1996).

Figura 16 – Esquema da Simulação de Monte Carlo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Pode-se considerar um exemplo de utilização do método de Monte Carlo na avaliação do retorno do portfólio de um investidor que considera investir em uma carteira² com as seguintes ações das empresas: Embratel, Souza Cruz, Acesita, Nestlé, Votorantim, Siemens, Sadia, Itaú, CEMIG, SABESP e Petrobrás. Para realizar a análise do retorno do portfólio, foram coletados os retornos destas ações no período de Agosto de 1994 à Março de 2003.

De acordo com a teoria de Markowitz, os possíveis retornos da carteira, composta por estes onze ativos, são determinados pela equação 41. Sendo $w_i e X_i$, respectivamente, a porcentagem do capital total investido e os possíveis retornos do ativo i . Deste modo, pode-se estabelecer uma relação entre a variável aleatória dependente, retorno da carteira, Y_c , e cada variável aleatória independente, X_i .

² A análise de investimento em ações considera algumas análises, principalmente considerando o retorno da ação e o nível de risco envolvido, determinado pelo modelo de CAPM. Como este exemplo é apenas ilustrativo, não houve a preocupação em questionar o porquê de escolher estas onze ações para investir.

$$Y_c = f(X_1, \dots, X_{11}) = \sum_{i=1}^n w_i X_i \quad i=1,2,3,\dots,11 \quad (41)$$

Contudo, somente o retorno esperado da carteira não é uma informação suficiente para o investidor, é necessário determinar a variância da carteira, que na verdade, corresponde ao risco assumido ao optar pela decisão em investir nesta carteira. Segundo *ROSS et al. (2002)*, a variância da carteira pode ser calculada pela equação 42.

$$\sigma^2_Y = \sum_{i=1}^n w_i \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j \neq 1}^n (w_i w_j \text{COR}(X_i, X_j) \sigma_i \sigma_j) \quad i,j=1,2,3,\dots,11 \quad (42)$$

Pode-se perceber que a variância é composta de duas parcelas: a primeira devido à variância de cada ativo e a segunda correspondente a correlação entre cada ativo. Na verdade, o coeficiente de correlação mede se existe uma relação linear entre os ativos. O coeficiente de correlação é composto de um valor absoluto e uma direção. O valor absoluto indica a intensidade da relação linear entre as variáveis, variando de 0 a 1, e o sinal indica a direção da relação. Deste modo a tabela 1 mostra a correlação das ações a serem incluídas.

Quadro 8 – Correlação entre os retornos dos ativos selecionados.

	CORRELAÇÃO										
EMPRESA	Embratel	Souza Cruz ON	Acesita	Nestle	Votorantim	Siemens	Sadia	Itaú	CEMIG	SABESP	Petrobrás
Embratel	*	0,32	0,52	-0,01	0,27	0,28	0,43	0,17	0,42	0,48	0,48
Souza Cruz ON	0,32	*	0,18	0,03	0,43	-0,04	0,09	0,13	0,14	0,19	0,34
Acesita	0,52	0,18	*	0,12	0,39	0,30	0,16	0,20	0,45	0,38	0,33
Nestle	-0,01	0,03	0,12	*	0,02	0,13	0,15	0,25	0,22	0,26	0,01
Votorantim	0,27	0,43	0,39	0,02	*	0,02	0,23	0,18	0,27	0,21	0,38
Siemens	0,28	-0,04	0,30	0,13	0,02	*	0,09	0,31	0,28	0,43	0,16
Sadia	0,43	0,09	0,16	0,15	0,23	0,09	*	0,19	0,21	0,50	0,18
Itaú	0,17	0,13	0,20	0,25	0,18	0,31	0,19	*	0,30	0,42	0,12
CEMIG	0,42	0,14	0,45	0,22	0,27	0,28	0,21	0,30	*	0,62	0,37
SABESP	0,48	0,19	0,38	0,26	0,21	0,43	0,50	0,42	0,62	*	0,50
Petrobrás	0,48	0,34	0,33	0,01	0,38	0,16	0,18	0,12	0,37	0,50	*

Fonte: Elaborado pelo autor.

Além disso, é importante ressaltar que o coeficiente de correlação não indica uma relação de causalidade, assim, para um aumento nos retornos da SABESP não implica em um aumento nos retornos da CEMIG. Embora, estas empresas apresentem um coeficiente de correlação de 0,62, pode acontecer que exista um terceiro fator que possibilite influencie os retornos das duas empresas. Em verdade, estas empresas pertencem ao setor elétrico e os retornos estão assim correlacionados devidos às alterações e crises no setor, que levou ao racionamento, popularmente “apagão” em 2002.

Ainda com base na Equação 5, pode-se reduzir a variância na carteira reduzindo-se a segunda parcela, ou seja, adicionando ativos na carteira com coeficientes de correlação próximos de zero. O caso ideal seria a utilização de ativos com coeficiente de correlação igual a -1 . Deste modo escolheu-se as ações que possuem os menores coeficientes de correlação entre si, as quais são: Petrobrás, Siemens, Nestlé e Itaú.

Como no método de Monte Carlo, as variáveis de entrada devem ser expressas em função da distribuição de probabilidade, a próxima etapa consiste em atribuir uma distribuição teórica aos dados de entrada. *Esta tarefa foi feita utilizando o software Minitab®.* A caracterização da distribuição teórica dos retornos de cada ativo também foi determinada. O Quadro 9 resume a discussão deste parágrafo.

Quadro 9 – Distribuição das variáveis aleatórias de entrada.

Empresa	Tipo de distribuição	Média - %	Desvio - %
Petrobrás	Normal	41,29	27,97
Siemens	Normal	-0,593	9,48
Nestlé	Normal	-0,538	4,82
Itaú	Normal	1,79	9,19

Fonte: Elaborado pelo autor.

Após definidos quais os ativos fazem parte da carteira, pode-se perceber que o número de variáveis a serem manipuladas na simulação diminuiu de 11 para 4. Além disso, é reafirmada a proposição de se investir 25% do capital em cada ativo.

Para efeito de comparação dos resultados a simulação foi planejada para amostra de 5 retornos e amostra de 100 retornos. O quadro 10 mostra o projeto de simulação. Na segunda,

quarta e sexta colunas são gerados os números aleatórios, através da função aleatório do *Microsoft Excel*, estes números aleatórios estão compreendidos entre 0 e 1. Na verdade, estes números representam a distribuição acumulada, para o qual se deseja determinar os valores dos retornos para cada ativo. Assim, para o número aleatório 0,788 é determinado o valor do retorno das ações da Petrobrás, através da questão: “Qual é o valor para a variável aleatória *Retorno-Petrobrás* para o qual se tem 78,8% dos valores abaixo dele, sabendo-se que a distribuição teórica dos dados é uma normal $N(41,29;27,97)$?”. Esta questão é resolvida através da função INV.NORM do *Microsoft Excel*, preenchendo os parâmetros, de acordo com o Quadro 10.

Quadro 10 – Simulação para uma amostra de tamanho $n = 5$.

	Petrobrás		Siemens		Nestlé		Itaú		
n-tamanho amostra	Nº aleatório	Retorno %	Nº aleatório	Retorno %	Nº aleatório	Retorno %	Nº aleatório	Retorno %	Retorno %
1	0,788	63,662	0,114	-12,011	0,356	-2,321	0,443	0,462	1,246
2	0,520	42,674	0,408	-2,811	0,220	-4,255	0,423	-0,002	5,670
3	0,391	33,577	0,786	6,917	0,618	0,910	0,516	2,158	20,606
4	0,417	35,402	0,633	2,636	0,717	2,226	0,279	-3,607	13,231
5	0,056	-3,049	0,677	3,769	0,481	-0,764	0,164	-7,210	6,200
									Média
									9,391
									DP
									6,795

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17 – Utilização da função INV.NORM para gerar valores dos retornos.

Microsoft Excel - Acoes para artigo.xls

Arquivo
Editar
Exibir
Inserir
Formatar
Ferramentas
Dados
Janela
Ajuda

Fonte: Elaborado pelo autor.

Finalmente, os retornos para cada cenário são determinados na última coluna da tabela. Foram também determinados a média e o desvio padrão para a amostra.

Para verificar o impacto do tamanho da amostra pode-se repetir o processo realizado anteriormente, e obtém-se a tabela que está no anexo B, para uma amostra de 100 elementos como projeto de simulação.

As tabelas anteriormente descritas foram elaboradas para uma rodada de simulação, a cada rodada uma amostra das variáveis aleatórias de entrada são extraídas, aleatoriamente, e um novo cenário é composto. Deste modo, foram realizadas dez rodadas de simulação para o projeto com 5 e 10 amostras. Este procedimento é facilmente realizado, utilizando-se a tecla F9, quando se utiliza o *Microsoft Excel* para realizar a Simulação de Monte Carlo. Para cada rodada, calculou-se a média e o desvio padrão da amostra. O Quadro 11 apresenta os resultados encontrados para dez rodadas de simulação.

Quadro 11 – Comparação entre os resultados obtidos para 10 rodadas de simulação.

Rodadas	Retorno médio – <i>R</i> %		Desvio padrão - DP	
	n = 5	n=100	n = 5	n=100
1	7,52	8,96	7,55	7,38
2	8,11	9,98	4,43	6,97
3	14,62	8,93	4,73	7,6
4	3,19	9,44	2,31	6,51
5	8,3	9,67	6,25	7,3
6	6,15	9,81	6,11	7,55
7	9,19	9,77	3,91	7,36
8	8,96	9,67	8,82	7,026
9	11,46	9,5	5,89	7,38
10	15,16	8,84	9,00	7,72
Média	9,266	9,457	5,900	7,280
Variância	13,363	0,407	4,600	0,128

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pela análise do Quadro 11 pode-se perceber que a média das amostras, para as amostras de 5 e 100 elementos, apresentam valores bem próximos, em torno de 9,362 % e o desvio padrão médio foi maior para a amostra de 100 em relação a amostra de 5 elementos. No entanto, o que realmente sofreu um decréscimo notável foi a variância, que para a amostra de 5 elementos foi de 13,363% e para amostra 100, apresentou um valor de 0,407%. De fato, Saliby e Pacheco (2002) já afirmam que a variância, que serve como medida de precisão, decresce com o aumento da amostra, em cada corrida de simulação. Este é um ponto importante, principalmente ao se utilizar a medida de desvio padrão (obtido simplesmente extraíndo-se a raiz quadrada da variância) para quantificação do risco. Caso se utilize um pequeno número de amostras este risco pode ser majorado, ou seja, em duas opções de investimento com retornos esperados bem próximos, mas com níveis de risco diferentes, devido a estimativa realizada com base em uma simulação com uma amostra de tamanho n insuficiente, pode-se tomar decisão errônea devido a esta superestimativa do risco do projeto.

Para Fishiman (1996) a questão do tamanho da amostra é um ponto relevante, pois ela é determinada com base na acuracidade estatística que se deseja e, principalmente, na relação custo/benefício associado a informação obtida ao final do processo de simulação. Deste modo, para aumentar a eficiência da simulação foram desenvolvidas algumas técnicas para evitar a utilização de elevados números de rodadas de simulação e elementos de amostra. Dentre os métodos existentes pode-se citar: amostragem por importância, variáveis de controle, amostragem estratificada e Monte Carlo condicional. Segundo este mesmo autor, o método de amostragem estratificada tem sido largamente utilizado, sendo sua aplicação mais

típica o método hipercubo latino (LHS), que é utilizado em alguns softwares de análise de risco, tais como o *@risk* e o *Crystall Ball*.