

# 1 Introdução

## 1.1. A Decisão de Investimento na Empresa

Devido à sua importância para a criação de valor para o acionista, a decisão de investimento na empresa sempre foi o foco de grande interesse acadêmico e empresarial. O método do Fluxo de Caixa Descontado (FCD), introduzido nas empresas na década de 50, foi inicialmente considerado um método sofisticado de avaliação de projetos devido à necessidade do uso de tabelas de Valor Presente. Apesar das suas óbvias vantagens sobre o obsoleto método do Payback utilizado até então, a sua popularização só se deu após o advento dos computadores e calculadoras portáteis que automatizaram os cálculos de matemática financeira necessários, sendo atualmente o método de uso mais difundido nas empresas.

Mais recentemente, a partir do trabalho pioneiro de Black, Scholes e Merton (1973) para a avaliação de opções financeiras, surgiu a idéia de se incorporar métodos semelhantes ao problema do investimento sob condições de incerteza. Estes métodos visam agregar o valor da flexibilidade gerencial à metodologia de valoração tradicional do FCD, e passaram a ter denominação geral de Teoria das Opções Reais, para indicar o conceito de opções sobre ativos reais, ao invés de sobre ativos financeiros. No entanto, apesar de representar uma importante evolução sobre o método do FCD, devido a sua complexidade teórica e matemática avançada, o seu uso mais difundido na indústria tem sido limitado. Um dos motivos é a complexidade adicional que decorre do uso de opções reais. Opções financeiras têm como ativo básico, ativos financeiros ou commodities que possuem determinadas características que facilitam o seu tratamento, como preço de mercado, series históricas, divisibilidade e razoável conhecimento das suas distribuições probabilísticas, que permitem modelar as suas distribuições futuras com alguma facilidade. Já o mesmo não ocorre com as opções reais, onde o ativo básico geralmente não possui essas características

necessárias. Outro motivo é o alto grau de complexidade matemática exigido para a modelagem em tempo contínuo, geralmente acima das qualificações dos gerentes tradicionais. Mas, da mesma forma com o que ocorreu com o método do FCD, a contínua evolução das ferramentas computacionais disponíveis para automatizar as partes trabalhosas do processo e alguns avanços teóricos tendem a tornar o seu uso cada vez mais difundido.

## **1.2. Programa de Privatização de Rodovias no Brasil**

Em 1995 o governo brasileiro anunciou um plano para transferir rodovias e outras instalações públicas e serviços para concessionários particulares, com o objetivo de reduzir os encargos de investimento e manutenção das redes de estradas federais e estaduais. Desde então, o governo federal e diversos estados brasileiros iniciaram um processo de licitação pública dos contratos de concessão, através do qual diversos grupos nacionais passaram a investir e operar estradas em troca do direito de cobrança de pedágio. Dada a extensão territorial do país e a continuada ausência de capacidade de investimento do Estado existem grandes perspectivas de um crescimento continuado nestas concessões e de um aumento significativo da presença do setor privado na infra-estrutura de transportes do país.

Por outro lado, esses investimentos apresentam um certo grau de risco. Como acontece em muitos países, ocorre na sociedade brasileira um intenso debate a respeito dos custos e benefícios para a população das políticas de desregulamentação e privatização nos setores de serviço e infra-estrutura e sobre qual deve ser o papel do governo nessas áreas. Embora na década de 90 tenhamos visto uma maior desregulamentação e grande crescimento nas privatizações, seguindo uma tendência mundial, a continuidade dessas políticas é incerta, o que cria um fator de risco político aos investimentos nessa área.

Dado que essas concessões são outorgadas a empresa que, atendendo as demais exigências do contrato, ofereçam o menor preço para o pedágio, a correta análise do valor da concessão se torna imprescindível para que a

empresa possa ganhar a concessão ofertando o menor preço possível dentro dos seus objetivos de risco de retorno. Os métodos de opções reais permitem que sejam incluídos na análise os benefícios da flexibilidade gerencial presente nestes projetos e a incorporação adequada da análise de risco político.

### **1.3. Posicionamento da Tese no Contexto Científico e Tecnológico**

Esta tese pertence à linha de pesquisa de Análise de Investimentos em condições de incerteza, considerando a existência de opções reais. O objetivo deste trabalho é a análise da dinâmica de investimento privado no setor de infra-estrutura de transporte rodoviário no Brasil através da Teoria das Opções Reais, considerando-se inicialmente mercados incompletos. Ao contrário de projetos do setor de energia ou de exploração mineral onde o produto do projeto (energia, petróleo, minério, etc.) é comercializado em mercado, uma concessão rodoviária não representa um processo industrial, mas sim uma prestação de serviços, para o qual os mercados são incompletos. Isso faz com que a solução usual de se aplicar os métodos de opções reais considerando que os mercados são completos não possa ser aplicado nesse caso, tornando-se necessário um outro tipo de solução.

A grande maioria dos problemas de decisão de investimento na prática cai nesta categoria. Mesmo quando o produto do projeto é uma commodity negociado em mercado, é comum adotar-se a premissa de que o produto do projeto é perfeitamente correlacionado com os riscos do projeto em todos os estados da natureza, e em todos os períodos futuros, o que nem sempre é verdadeiro, mas tal premissa permite considerar-se que o mercado é completo e a partir daí aplicar-se os métodos de avaliação neutra a risco ao problema em questão.

Outro problema que surge da aplicação de métodos de opções reais é que a modelagem matemática do projeto quando há mais de uma fonte de incerteza torna o problema extremamente complexo e de solução trabalhosa. Por outro lado, neste trabalho mostraremos que a flexibilidade gerencial pode ser mais facilmente modelada através de ferramentas de Análise de

Decisão, como Árvores de Decisão, que são uma forma de Programação Dinâmica. A incerteza e a flexibilidade que possibilitam a adoção de diferentes estratégias à medida que as incertezas vão se resolvendo são características tradicionais dos métodos de Análise de Decisão, que permitem a modelagem dos fluxos de caixa em grande detalhe e a consideração de diversas fontes de incerteza com facilidade.

Até recentemente, os modelos de Árvores de Decisão em tempo discreto não apresentavam a mesma complexidade dinâmica dos modelos de opções reais em tempo contínuo. No entanto, avanços recentes em capacidade computacional têm possibilitado o desenvolvimento de ferramentas de modelagem cada vez mais poderosas, possibilitando a construção de árvores de decisão com centenas de milhares de alternativas. Com a contínua evolução dessas ferramentas computacionais, os métodos de Análise de Decisão começam a se aproximar da complexidade dinâmica dos modelos em tempo contínuo. Este trabalho mostra como podemos incorporar diversas fontes de incerteza ao projeto com facilidade com o uso da Simulação de Monte Carlo, modelando-se o processo estocástico do projeto e suas opções reais através de um modelo binomial e árvore de decisão, através do uso de probabilidades neutras a risco.

#### **1.4. Estrutura da Tese**

Essa tese está organizada da seguinte forma. O capítulo 1 apresenta o problema da avaliação de ativos em condições de incerteza em mercados incompletos e indica os métodos que serão adotados para a sua análise. O capítulo 2 apresenta a revisão da literatura e o estado da arte da Teoria das Opções Reais. O capítulo 3 apresenta as premissas do modelo teórico adotado e sua modelagem matemática. O capítulo 4 apresenta a aplicação desta metodologia para a valoração de um projeto de concessão rodoviária no Brasil e seus resultados. No capítulo 5 mostramos as conclusões e propõe extensões para pesquisa futura. O capítulo 6 apresenta os apêndices técnicos e referências bibliográficas.