

# 1 Introdução

Durante muito tempo, a análise do Valor Presente Líquido (VPL) foi vista pelos acadêmicos e pelo mercado como o método correto para a tomada de decisão de alocação de recursos. O VPL de um projeto de investimento é o valor presente dos seus fluxos de caixa líquido esperados. Geralmente, uma seqüência de fluxos de caixa esperados ao longo de um período determinado (vida útil do projeto) é descontada a uma taxa de juros ajustada ao risco, obtendo-se assim o VPL do projeto. Considerando que os projetos são oportunidades independentes de investimento, a regra básica de decisão consiste em realizar os projetos que apresentem VPL maior ou igual a zero, e rejeitar todos aqueles com VPL negativo. É como se os tomadores de decisão (gerentes de projetos) assumissem no início o compromisso irreversível de uma estratégia operacional da qual eles não podem fugir, mesmo se ocorrerem desvios do cenário esperado de fluxos de caixa.

No mundo real, porém, os fluxos de caixa realizados geralmente são diferentes da expectativa original. À medida que novas informações são reveladas e as incertezas (econômicas ou técnicas) do projeto são reduzidas, o gerente pode perceber que alguns projetos oferecem um certo grau de flexibilidade que o permitirá abandonar a estratégia operacional definida no início do projeto, com base num cenário esperado. Por exemplo, um gerente pode adiar, abandonar, expandir ou reduzir o porte de um projeto ao longo de sua vida útil. Os gerentes podem identificar também certos projetos que, quando bem sucedidos, criam novas oportunidades de investimento.

Como afirma Trigeorgis, tais flexibilidades gerenciais de um projeto podem ser vistas como uma coleção de opções reais que agregam valor ao projeto. A análise através do método convencional do VPL estaria correto se o projeto não apresentasse a possibilidade de rever uma estratégia operacional previamente definida, em decorrência de desvios naturais do cenário esperado de fluxos de caixa. Mas, no mundo real, onde a presença de incertezas e de competição pode levar a desvios entre o fluxo de caixa previsto e o realizado, a possibilidade de adotar uma nova estratégia diferente da original agrega valor ao projeto, seja na tentativa de proteger-se contra um cenário desfavorável como na possibilidade

de se beneficiar de circunstâncias favoráveis inesperadas. Tais aspectos não são levados em consideração no cálculo do VPL estático.

O objetivo mais relevante da teoria de Finanças é o de determinar o preço justo de determinado ativo. Os modelos de apreçamento de ativos, em última análise, buscam descrever a evolução dos preços ao longo do tempo. Se o ativo é negociado em mercados com alguma liquidez, torna-se factível a verificação se determinado modelo está aderente com a realidade. Os modelos de apreçamento de ativos derivativos ganharam destaque devido à sua capacidade de reproduzir os preços praticados nos mercados. Não tardou muito para que tais modelos fossem trasladados para o mundo dos ativos reais. Hoje se pode dizer que existe uma nova disciplina de avaliação econômica de projetos denominada Teoria das Opções Reais. Nesta o projeto é visto como um ativo derivativo de um ativo subjacente que descreve um processo estocástico conhecido.

Assim, a aplicação dos fundamentos de avaliação de opções financeiras à análise de projetos de investimento busca suprir a deficiência dos métodos tradicionais de FCD através da incorporação da flexibilidade gerencial ao longo das interações estratégicas e/ou competitivas, que são de suma importância para os tomadores de decisão.

Geralmente, há dois aspectos que agregam valor aos projetos e que são inadequadamente considerados na análise tradicional do VPL: (1) a flexibilidade operacional de um projeto ou o grupo de opções que permitem ao gerente revisar ou tomar decisões num instante futuro qualquer; e (2) o valor estratégico de um projeto, resultante de suas interdependências com os eventos futuros, de investimentos sequenciais e de interações competitivas.

O método tradicional do VPL é, portanto, insuficiente para capturar diretamente, através dos fluxos de caixa, o valor adicional das flexibilidades gerenciais e de outros aspectos estratégicos que são de suma importância para os gerentes de projetos. Apesar dos avanços significativos em orçamento de capital, ainda há a necessidade de se estabelecer uma estrutura analítica expandida capaz de incorporar estes fatores adicionais e fornecer uma diretriz prática para os executivos de empresas. Segundo Trigeorgis, tal estrutura expandida deve se focar na solução analítica de algumas questões:

- Em quais circunstâncias o uso das técnicas convencionais de orçamento de capital é mais inadequado?

- Quais fatores básicos, além do fluxo de caixa, determinam o valor de uma oportunidade de investimento? Por exemplo, qual o efeito da incerteza? Em quais situações este efeito é benéfico ou maléfico?
- Que capacidade uma firma possui de apropriar-se do valor de uma oportunidade de investimento, e como ele é afetado pela competição e pela estrutura do mercado?
- Que grau de flexibilidade os gerentes precisam para tomar decisões ou alterá-las num tempo futuro, e de que forma isto deve ser levado em consideração quando da tomada de decisões de investimento?

Devido às semelhanças entre oportunidades de investimento em ativos financeiros e reais, muitos estudos são realizados no sentido de adaptar instrumentos financeiros para a avaliação econômica de projetos. Muitas pesquisas sobre opções reais foram desenvolvidas em exploração de recursos naturais, em especial no setor de petróleo. Isso ocorre devido ao porte dos investimentos que são realizados neste setor e as suas características peculiares: o mercado de petróleo é bem desenvolvido (presença de mercado futuro, instrumentos de proteção financeira, derivativos etc); os investimentos ocorrem num ambiente de incertezas econômicas e / ou técnicas; os projetos demandam uma série de flexibilidades gerenciais (prazos alternativos para execução dos investimentos, possibilidade de mudanças na escala do projeto, entre outras). Tais características fazem com que seja necessária uma avaliação mais cautelosa e criteriosa destes ativos reais.

Uma nova ferramenta desenvolvida neste sentido é o método dos mínimos quadrados de Monte Carlo (LSM), que consiste na avaliação de opções americanas através de simulações e de regressões simples. A maior dificuldade encontrada na utilização de métodos numéricos envolvendo simulações para a avaliação de opções americanas está na definição da data de exercício ótimo da opção. Por definição, a simulação é um processo *forward*, enquanto a decisão de exercício da opção é um processo *backward*. A grande contribuição deste método é desenvolver um algoritmo que permite integrar simulações e regressões para definir o exercício ótimo da opção.

O presente trabalho tem como objetivo testar empiricamente a eficiência e a aplicabilidade do método dos mínimos quadrados de Monte Carlo (LSM) na avaliação de projetos envolvendo opções reais. Inicialmente, o método passou por uma série de testes de sensibilidade para validação do mesmo. Em seguida, alguns exemplos de projetos de exploração e produção (E&P) de petróleo com opções reais foram elaborados, e seus valores determinados através do LSM. Estes resultados foram comparados aos resultados obtidos com o modelo binomial que, devido a sua simplicidade e ampla utilização, foi escolhido como *benchmark* para analisar a eficiência do método LSM.

O trabalho apresenta a seguinte estrutura: no capítulo 2, serão apresentados e discutidos os principais tipos de opções reais e suas características. O capítulo 3 compreende conceitos e definições cujo entendimento é a base para a teoria de opções reais. No capítulo 4, serão apresentados dois importantes modelos desenvolvidos para a avaliação de investimentos em exploração de petróleo.

No capítulo 5, o método LSM é introduzido e descrito, bem como é mostrado como o método pode ser adaptado para avaliar opções reais. Nos capítulos restantes, o LSM é testado através de testes de sensibilidade e da avaliação de projetos envolvendo opções reais.