

## 2. Avaliação de projetos em ambiente de incerteza

A abordagem tradicional de análise de projetos de investimento trata estes projetos como oportunidades isoladas a serem aceitas ou rejeitadas. Segundo Moutinho e Mouta (2008), a tomada de decisão sobre a execução ou não de um projeto é realizada no momento inicial e depende da expectativa do valor gerado ser superior ao investimento necessário. Ou seja, a decisão de investir depende do valor que o projeto pode agregar à empresa, sendo esse valor calculado por meio da utilização de indicadores financeiros dentre os quais podemos destacar os que utilizam o FCD como o Valor Presente Líquido (VPL) e a Taxa Interna de Retorno (TIR). Este destaque é reforçado por Wang (2010) que afirma ser o VPL uma metodologia há muito tempo utilizada pelas empresas para a avaliação de projetos de investimento.

Segundo Minardi (2000) e Dixit e Pindyck (1994), é cada vez maior a importância de um gerenciamento empresarial flexível, com revisões constantes das estratégias e dos planos já concebidos, visto o ambiente empresarial ser altamente incerto e competitivo. Portanto, as capacidades de antecipar mudanças e de se adaptar a elas são vitais para a sobrevivência de uma empresa. Além disso, o papel fundamental que as incertezas exercem nas organizações já foi a muito reconhecido, e neste contexto os métodos tradicionais de FCD possuem uma grande desvantagem (Cyert e March, 1992; Thompson, 2007).

O método do VPL estima os fluxos de caixa futuros baseando-se em informações e premissas disponíveis no momento da decisão de investimento e os desconta a uma taxa apropriada considerando o risco dos fluxos divergirem do estimado. Ou seja, as incertezas de mercado e as flexibilidades gerenciais existentes no projeto são desconsideradas, impedindo assim, a capitalização de futuras oportunidades ou a redução de prejuízos, o que por muitas vezes resulta em uma subavaliação do valor do empreendimento (Minardi, 2000).

A teoria de opções reais busca, então, suprimir a limitação da visão tradicional que acredita que as ações gerenciais são limitadas quando enfrentam

incertezas e que a inércia da organização domina. Esta teoria propõe que as organizações combatam as incertezas por meio do investimento em opções que respondam aos cenários futuros incertos e de um gerenciamento ativo que adote as medidas cabíveis conforme as incertezas forem resolvidas (Kogut, 1991; Dixit e Pindyck, 1994; Kogut e Kulatilaka, 2001).

Estudos nas áreas de estratégia e finanças sugerem que esta teoria potencialmente oferece uma ferramenta de avaliação de projetos poderosa em ambientes de incerteza e que seu uso bem sucedido pode trazer benefícios como redução de risco e aumento do valor gerado pelo projeto (Bowman e Hurry, 1993; Kogut e Kulatilaka, 1994; Trigeorgis, 1996; Mcgrath, 1997; Amram e Kulatilaka, 1999).

## **2.1. Teoria de Opções Reais**

No início da década de 70, Black e Scholes (1973) e Merton (1973) publicaram uma metodologia para valoração de opções financeiras que abriu novos caminhos para pesquisas em precificação de ativos financeiros e contribuiu de forma significativa para o surgimento da teoria de opções reais, uma vez que esta teve seu início na realização de uma analogia entre as opções reais e as financeiras (Tong e Reuer, 2007).

Uma opção financeira é um contrato cujo valor é derivado do valor e das características de outro ativo e dá ao seu portador o direito, e não a obrigação, de comprar ou vender o ativo-objeto, a um valor pré-determinado e em um dia específico, ou antes dele. Já o conceito de uma opção real foi desenvolvido a partir da idéia de Myers (1977) de que a possibilidade de uma empresa executar uma oportunidade de investimento poderia ser considerada como uma opção de compra de ativos reais de forma muito similar pela qual uma opção financeira provê direitos de decisão sobre um ativo financeiro.

Neste sentido, pode-se inferir por comparação, que uma opção real possui como ativo-objeto o valor bruto do projeto, sendo seu preço de exercício o investimento requerido para implementá-lo e o tempo até o vencimento o período de tempo que a decisão de investir pode ser postergada antes que a oportunidade expire. Ou seja, as opções reais são investimentos em ativos reais que conferem a

empresa o direito, mas não a obrigação, de adotar certas ações no futuro (Myers, 1977; Trigeorgis, 1996; Copeland e Keenan, 1998; Amram e Kulatilaka, 1999). Na **tabela 01** encontram-se listadas as principais características de uma opção financeira e as características correspondentes em opções reais.

**Tabela 1 – Comparação Opção Financeira x Opção Real**

<b>Opção Financeira</b>	<b>Opção Real</b>
Preço da ação ou ativo-objeto sujeito a risco	Valor presente de uma oportunidade de investimento
Preço de exercício - opção de compra	Valor presente dos dispêndios no momento do exercício para concretizar a oportunidade de investimento
Tempo até o vencimento	Período de tempo que a decisão de investir pode ser postergada antes que a oportunidade expire
Volatilidade	Medida de variabilidade dos fluxos de caixa
Taxa livre de riscos	Rendimento de uma aplicação financeira isenta de riscos com o mesmo vencimento da opção real
Dividendos	Valor perdido durante o período em que a oportunidade de investimento foi postergada

Fonte: Elaborado pelo autor desta dissertação.

A teoria de opções reais pode ser utilizada em diversas áreas como recursos naturais, avaliação de terrenos e estratégia internacional (Minardi, 2000). Alguns dos primeiros estudos, datados das décadas de 80 e 90, referiam-se a aplicação desta metodologia na avaliação do melhor momento para investir em desenvolvimento urbano (Titman, 1985), no estudo da relação entre opções de alteração de escala (redução ou expansão) de produção e o valor da empresa (McDonald e Siegel, 1986; Majd e Pindyck, 1987; Pindyck, 1988) e na avaliação de investimentos em recursos naturais e manufatura flexível (Brennan e Schwartz, 1985; Triantis e Hodder, 1990).

Recentemente ocorreram novos desenvolvimentos na área de estratégia, recebendo destaque os estudos que observaram com maior atenção o ambiente competitivo em as empresas se situam, percebendo os impactos que as opções reais podem ter na competitividade estratégica (Kulatilaka e Perotti, 1998; Smit e Trigeorgis, 2004). Além disso, a teoria de opções reais também está sendo utilizada na análise de investimentos de ativos estratégicos como o de pesquisa e desenvolvimento (Childs e Triantis, 1999; Matsusaka, 2001; Bernardo e Chowdhry, 2002; Pacheco-De-Almeida e Zemsky, 2003).

No Brasil, a teoria de opções reais também tem sido aplicada em diversos setores, dentre os quais podemos citar: o de exploração e produção de petróleo (Saito et al., 2000; Dias, 2004; 2005; 2011; Dias e Rocha, 1999), o de mineração (Lima e Suslick, 2001; Vidal, 2008), o de combustíveis (Brandão Filho, 2005; Bastian-Pinto et al., 2010; Bastian-Pinto et al., 2009; Brandão et al., 2009) e; o de energia elétrica (Batista, 2007; Caporal e Brandão, 2008; Gomes e Luiz, 2009).

## 2.2. Tipos de Opções Reais

Trigeorgis (1993) afirma que as extensas pesquisas em torno da teoria de opções reais resultaram em uma lista de opções usualmente existentes em projetos de investimento como as de postergação, abandono, redução, expansão e de troca. A compilação feita por Minardi (2000) das opções reais inerentes a projetos ou construídas mediante um custo maior de investimento, encontra-se exposta na **tabela 02**.

**Tabela 2 – Tipos de Opções Reais**

<b>Opção Real</b>	<b>Detalhamento</b>
Postergar um projeto	Possibilidade de postergar o investimento em um projeto para se obterem melhores informações sobre o mercado, resolvendo algumas incertezas.
Expandir ou contrair a escala de produção	Possibilidade de ampliar ou diminuir a escala de um projeto de acordo com condições de mercado mais favoráveis ou adversas respectivamente.
Abandonar temporária ou definitivamente um projeto	Possibilidade de abandonar temporária ou definitivamente um projeto em caso de condições de mercado muito desfavoráveis.
Abandonar o projeto ainda em fase de construção	Possibilidade de abandonar um projeto ainda em fase de construção caso os desembolsos não sejam todos realizados de uma vez só.
Alterar matérias-primas ou os produtos finais de um projeto	Possibilidade de alterar matérias-primas ou produtos finais de acordo com as condições de compra e venda respectivamente.
Realizar outros investimentos dependentes de um projeto inicial (opções de crescimento)	Existe quando um projeto é pré-requisito para investimentos subseqüentes, ou seja, se não ocorrer investimento no primeiro projeto, os demais não poderão ocorrer.

Fonte: Elaborado pelo autor desta dissertação e adaptado de Minardi (2000)

Normalmente um projeto possui algumas das opções listadas acima, cujo valor combinado muitas vezes difere da simples soma do valor de cada opção, ou

seja, assim como um investidor pode possuir um portfólio de opções financeiras simultâneas, uma empresa com múltiplos projetos de investimento pode possuir um portfólio de opções reais passíveis de interação entre si. Desta forma, um projeto pode afetar o valor de outras opções em posse da empresa e conseqüentemente o valor do portfólio de opções como um todo (Triantis e Hodder, 1990; Smit e Trigeorgis, 2004).

Os estudos nesse tema começam, então, identificando os diferentes tipos de opções reais inerentes ao projeto de investimento em análise e depois examinam como a presença ou ausência destas opções pode afetar o valor deste projeto face às incertezas existentes. Nestes casos, o valor real do projeto seria obtido ajustando o VPL por meio da adição dos valores de todas as opções existentes, o que torna o cálculo mais complexo, porém mais preciso (Myers, 1984; Brennan e Schwartz, 1985; Pindyck, 1991).

### **2.3.**

#### **Modelagem de incertezas por meio de processos estocásticos**

Segundo Dixit e Pindyck (1994), são três os requisitos básicos que possibilitam a avaliação de um projeto pela teoria de opções reais: a existência de incerteza quanto ao seu valor futuro; a irreversibilidade parcial ou total do investimento após sua realização; e; a existência de pelo menos uma flexibilidade que, por meio de um gerenciamento ativo, possa alterar o valor futuro do projeto uma vez que as incertezas forem resolvidas.

Percebe-se, com isso, que tais incertezas possuem impacto direto no valor do projeto e sua origem reside em variáveis que possuem valor futuro pelo menos parcialmente aleatório e que, em geral, podem ser modeladas por um processo estocástico (Bastian-Pinto, 2009).

A forma de modelagem mais conhecida e adotada é o Movimento Geométrico Browniano (MGB), sendo muito utilizada na avaliação de ativos financeiros. Suas características fundamentais são a independência das mudanças nos preços e o fato de possuírem uma média e volatilidade constantes. Sua principal vantagem é a simplicidade de uso, pois só se necessita da volatilidade e do preço corrente do ativo em análise quando o objetivo for simular os preços futuros. Esta simplicidade também é uma de suas maiores limitações, pois quando

utilizada na análise de determinadas variáveis incertas mais complexas, pode levar a erros de superestimação do valor da opção, gerando um valor que não condiz com a realidade (Bastian-Pinto, 2009).

Entretanto, há muitos casos onde a modelagem pelo MGB não pode ser aplicada e faz-se necessária a utilização de modelos mais complexos. Isto usualmente ocorre, por exemplo, nos casos onde o valor da variável depende de um valor de equilíbrio de longo prazo (Brennan e Schwartz, 1985; Pindyck, 2001). O modelo considerado mais adequado para utilização nesses casos é o Movimento de Reversão à Média (MRM), que é muito aplicado na avaliação de *commodities* não financeiras.

Vale ressaltar que tanto o MGB como o MRM possuem diversos pontos fortes e limitações, e que não há uma regra geral que determine quando um ou outro deve ser utilizado. Para que a modelagem seja mais aderente a realidade, muitas vezes faz-se necessária a combinação dos dois modelos, ou até a adição de outros processos como o de difusão por saltos. A **tabela 3** lista os processos mais recorrentes na literatura.

**Tabela 3 – Processos estocásticos mais usuais**

Tipo de Modelo Estocástico	Nome do Modelo	Referências
Modelo Imprevisível	Movimento Geométrico Browniano (MGB)	Paddock, Siegel e Smith (1988)
Modelo Previsível	Reversão a Média Pura (MRM)	Dixit e Pindyck (1994) Schwartz (1997, modelo 1)
Modelos mais Realistas	Modelo de dois ou três fatores, e de reversão para nível incerto de longo prazo	Gibson e Schwartz (1990) Schwartz (1997, modelos 2 & 3) Baker, Mayfield e Parsons (1998) Schwartz e Smith (2000)
	Reversão a média com saltos	Dias e Rocha (1998, 1999) Aiube, Baida e Tito (2006)

Fonte: Dias (2004)

No caso da modelagem de incertezas nos preços de energia elétrica, os modelos estocásticos de reversão à média como os citados na **tabela 3**, capturam melhor o comportamento do preço ativo, pois ele gravita em torno de um preço de equilíbrio que é usualmente determinado pelo custo da produção e pelo nível da demanda. Estes modelos podem ser divididos entre os “de fator único” e os “de dois ou mais fatores”, aumentando o grau de complexidade conforme agregamos

mais fatores ao modelo. Um problema inerente a este aumento na complexidade, principalmente no caso dos modelos geométricos, é a dificuldade na estimação dos parâmetros que se torna muito mais complicada do que no caso de um MGB.