

# **TEORIA DAS OPÇÕES REAIS: UMA INVESTIGAÇÃO SOBRE A RELEVÂNCIA DA TOR NA AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTO SOB CONDIÇÕES DE INCERTEZAS E FLEXIBILIDADES GERENCIAIS**

## **Resumo:**

A presente investigação tem como objetivo precípua analisar a relevância do uso do método das Opções Reais na avaliação dos investimentos, por partes das empresas, em um ambiente de risco e incerteza, visto que outros métodos já difundidos como o Valor Presente Líquido, não são tão consistentes em um ambiente dessa natureza. Oriundo de técnicas aplicadas no mercado financeiro para análise de investimentos acionários, o método das Opções Reais é uma abordagem amplificada do VPL na avaliação de ativos reais, pois considera que na opção de investir deve-se levar em consideração que o investimento pode ser um custo (parcial ou totalmente) irreversível. O proceder metodológico utilizado na pesquisa é o dedutivo, utilizando-se de técnicas de documentação indireta, consubstanciada a uma ampla pesquisa bibliográfica na literatura consoante ao tema. O estudo conclui que o método das Opções Reais é um ferramental relevante na avaliação de investimentos, sobretudo em um ambiente de riscos e incertezas, pois sua interatividade informacional proporciona que ao gestor da empresa um nível de informação tal, que pode auxiliar a flexibilização de possíveis falhas gerenciais e, com isso, aumentar a probabilidade da opção por um investimento que venha trazer benefícios para a empresa.

Palavras-chave: Teoria das Opções Reais, Avaliação de Investimentos e Flexibilidade Gerencial.

## **1. Aspectos Introdutórios**

As empresas, assim como as pessoas, quanto mais evoluem, mais freqüentes são as situações em que é necessário tomar algum tipo de decisão, desde a mais simples a mais complexa. O posicionamento do gestor diante de um problema, ou de uma oportunidade de negócios, poderá ser de grande repercussão no sucesso ou fracasso futuro da organização.

Na avaliação de empreendimentos inúmeros métodos podem ser utilizados, desde os mais simples até alguns mais sofisticados. Entretanto, esses métodos convergem em seu objetivo: auxiliar o gestor na tomada de decisão de investir ou não em determinado projeto. Alguns métodos são amplamente difundidos e aplicados nas empresas, como o método do Valor Presente Líquido – VPL; outros vêm ganhando recente notoriedade.

Oriundo de técnicas aplicadas no mercado financeiro para análise de investimentos acionários, o método das Opções Reais é uma abordagem amplificada do VPL na avaliação de ativos reais, pois considera que na opção de investir deve-se levar em consideração que o investimento pode ser um custo (parcial ou totalmente) irreversível.

A presente investigação tem como objetivo precípua analisar a relevância do método das Opções Reais na avaliação dos investimentos por parte das empresas em um ambiente de risco e incerteza, onde o tomador da decisão não possui todas as informações necessárias para sacramentar sua opção.

O proceder metodológico utilizado na pesquisa é o dedutivo, com o uso de técnicas de documentação indireta, consubstanciada a uma ampla pesquisa bibliográfica na literatura consoante ao tema. A pesquisa torna-se relevante, pois amplia a discussão sobre o método das

Opções Reais na análise de investimentos, de forma a contribuir para dirimir incertezas no momento de tomada de decisão, por parte dos gestores.

## **2. Ambientes de tomada de decisão**

As consequências para o tomador de decisão, das suas ações e das escolhas feitas, serão os lucros e as perdas, em que tais consequências serão, na verdade, as distribuições de probabilidade sobre os retornos (SOUZA, 2002).

Segundo Corrar e Theóphilo et al (2004, p.292): “as alternativas de decisão dependem do conhecimento de quem decidirá e das informações que se detém acerca do problema e da situação”. Os referidos autores identificam na Teoria da Decisão três ambientes possíveis de ocorrerem o processo decisório: (a) certeza, (b) incerteza e (c) risco.

Em um ambiente de certeza, o tomador da decisão possui todas as informações necessárias para balizar a sua escolha, sabendo previamente os efeitos dela decorrentes. Já em relação ao risco e à incerteza, não se pode dizer o mesmo. Em geral, é feita uma distinção quase que semântica entre os termos risco e incerteza, quanto à conceituação do grau de imprecisão associado às estimativas. Quando todas as ocorrências possíveis de certa variável são conhecidas e encontram-se sujeitas a uma distribuição de probabilidade também conhecida, ou quando podem ser calculadas com algum grau de precisão, diz-se que existe risco. Quando essa distribuição de probabilidade não pode ser avaliada, diz-se que há incerteza. A incerteza, de modo geral, envolve situações de ocorrência não repetitivas ou pouco comuns na prática, cujas probabilidades não podem ser determinadas. (KASSAI et al, 1999).

Portanto, em um ambiente de risco, o tomador da decisão é capaz, geralmente baseado em dados históricos, de atribuir probabilidades de ocorrência de determinados estados futuros (cenários), enquanto que, em um ambiente de incertezas, o tomador de decisão não possui condições de atribuir probabilidades de ocorrências aos vários resultados das alternativas identificadas, embora possa identificar os futuros cenários pertinentes às opções de decisão (CORRAR e THEÓPHILO, 2004). Em um novo projeto, por exemplo, dentro de um ambiente de incerteza, cujo tomador de decisão precisa realizar estimativas aceitáveis, pode-se, de acordo com Gitman (2001), atribuir subjetivamente probabilidades a vários resultados, através de pesquisa e consulta com outros.

## **3. A flexibilidade gerencial**

A opção empresarial de investir em um novo projeto, por exemplo, normalmente está associada à possibilidade de gerenciar determinadas alternativas de percurso ao longo do desenvolvimento desse empreendimento. Toms (2006) aborda a tipologia do empreendedorismo, fazendo uma análise comparativa com exemplos históricos da Revolução Industrial Britânica, como um importante determinante de sucesso ou fracasso econômico da firma. Nesse sentido, o referido autor apresenta os seguintes comportamentos empresariais: estratégia de negócio, comportamento oportunista, característica de trabalho em rede e estratégia política.

A flexibilidade gerencial analisada neste estudo procura focar a estratégia de negócio, que dependerá do nível de conhecimento interno e externo que o gestor possui sobre o empreendimento a ser executado. A decisão de investir em um determinado negócio faz parte de um conjunto de decisões estruturais, sequenciais e flexíveis, que devem prever as possibilidades de manter, abandonar, aumentar ou modificar o projeto de investimento escolhido.

A tabela abaixo mostra, na visão de Trigeorgis (1997), as diversas opções que o gerenciamento possui ao longo da vida de um projeto:

Quadro 01 – Tipos de Opção

CATEGORIA	DESCRIÇÃO
As diversas opções que o gerenciamento possui ao longo da vida de um projeto	Gerenciamento detém uma licença (ou opção de compra) sobre uma área ou recurso valioso. Pode esperar certo número de anos para checar se o preço compensa a construção de um prédio, uma planta ou mesmo o desenvolvimento da jazida.
Opção de investimento em fases	Fazer o investimento em parcelas cria a opção de abandonar a empreitada no meio do caminho caso surja uma informação desfavorável. Cada parcela do investimento pode ser visto como uma opção sobre os estágios subsequentes e valorada como uma opção combinada
Opção de alterar a escala de operação (expandir, contração, fechar e recomeçar)	Se as condições de mercado forem mais favoráveis que o esperado, a companhia pode expandir a escala de produção ou acelerar a utilização do recurso. De forma contrária, se as condições forem menos favoráveis do que o esperado, a escala de operações pode ser reduzida. Em casos extremos a produção pode ser fechada e recomeçada.
Opção de abandonar	Se as condições de mercado declinarem severamente, o gerenciamento pode abandonar operações permanentemente e receber o valor de revenda do capital investido no mercado de segunda mão.
Opção de mudar (produção ou matéria prima)	Se os preços ou a demanda mudarem, o gerenciamento pode mudar o “mix” de produção da planta. Alternativamente, a mesma produção pode ser produzida usando diferentes tipos de matéria prima.
Opções de Crescimento	Um investimento anterior é um pré-requisito ou um elo numa cadeia de projetos inter-relacionados, abrindo assim oportunidades futuras de crescimento.
Opções múltiplas	Na prática, projetos normalmente envolvem uma coleção de opções. Opções de expansão do potencial positivo e opções de proteção para queda são apresentadas em combinação. O valor destas combinações pode diferir da soma dos seus valores separadamente.

Fonte: Adaptado de Trigeorgis (1997)

Note-se que a flexibilidade de decisão que o gestor possui sobre a possibilidade de implantação, ampliação ou o uso dos ativos, após a resolução da incerteza sobre o valor deste ativo no futuro, confere valor econômico para o detentor do direito da opção (SECURATO et al, 2006). Segundo Dixit e Pindick (1994) o valor da flexibilidade está associado a três características principais dos investimentos: irreversibilidade, incerteza dos resultados futuros e a possibilidade de adiamento de uma decisão (investimento).

#### 4. A Teoria das Opções Reais – TOR

Castro (2000) define a Teoria das Opções Reais como um método para avaliar os ativos reais como, por exemplo, projetos de investimento, que leva em conta as flexibilidades operacionais e gerenciais ao longo da vida útil do projeto. Acrescenta, ainda, que a sua característica flexível, diferentemente de técnicas tradicionais como Valor Presente Líquido (VPL), conduzem a resultados mais consoantes com a realidade. A Análise de Reais Opções

(ROA) considera todas as oportunidades de investimento futuro na cadeia de valor, permitindo uma avaliação mais flexível de projetos estratégicos (MILLER e PARK, 2002).

A metodologia de Opções Reais pode levar aos melhores critérios de análise de Fluxo de Caixa Descontado - FCD e árvore de decisão sem as suas falhas. O método de Opções Reais pode fazer uma diferença significativa na avaliação; porém, uma simples adição linear para a avaliação de uma análise de fluxo de caixa descontado tradicional não pode corrigir o impacto das Opções Reais. Opções Reais ampliam a noção da flexibilidade gerencial e interação estratégica inclinando os resultados da análise de FCD tradicional, o qual como as opções financeiras, permite ganhos superiores e minimiza o potencial de queda, mudando assim a avaliação (ALLEMAN e RAPPOPORT, 2002).

## **5. Comparação entre a TOR e as abordagens tradicionais de análise de investimento**

Um projeto de investimento pode ser avaliado através de diversas técnicas. Martins et al (2001) abordando modelos usuais de avaliação de empresa (que não deixam de ser técnicas de avaliação de projetos; por exemplo, a compra, fusão ou incorporação de empresas é um projeto de investimento), afirmam que a escolha do método deve considerar o propósito da avaliação e as características próprias do empreendimento, classificando-os da seguinte forma: técnicas comparativas de mercado, técnicas baseadas em ativos e passivos contábeis ajustados e técnicas baseadas no desconto de fluxos futuros de benefícios (geralmente, de caixa).

O método das técnicas comparativas de mercado é indicado quando se tem um bom referencial de mercado sobre o ativo avaliado. Porém, esse método pode tornar-se mais difícil de ser aplicado quando existem poucas empresas atuando em um determinado setor, ou quando o empreendimento é novo e não possui similar no mercado.

Das técnicas que utilizam a análise de fluxos de caixa, pode-se destacar o Payback, o qual calcula o número de períodos necessários para se recuperar o investimento inicial de um projeto pelo uso de um parâmetro, ou meta, os quais refletem o nível de risco considerado. Porém, são apontados dois problemas com essa técnica: (a) ignora o valor do dinheiro no tempo e (b) ignora as saídas de caixa que ocorrem depois do investimento inicial e as entradas de caixa após o período de payback (ATKINSON et al., 2000).

Segundo Garrison e Noreen (2001), o FCD apresenta dois métodos para avaliação de investimento: o método do Valor Presente Líquido – VPL e da Taxa Interna de Retorno – TIR. No VPL é feita a confrontação entre todos os valores presentes das entradas e saídas (desembolsos) de um projeto de investimento. Caso o resultado seja positivo, ou nulo, o projeto é considerado economicamente viável.

Por sua vez, a TIR é calculada determinando-se a taxa de desconto que iguala o valor presente dos fluxos de entrada e saídas de caixa de um projeto. Ou seja, é a taxa de desconto que anula o valor presente líquido de um projeto. De acordo com esses mesmos autores, o método do valor presente líquido apresenta vantagens importantes sobre o método da taxa interna de retorno. Em primeiro lugar, o VPL é de uso mais fácil, uma vez que a TIR exige a procura de uma taxa de desconto que produza um valor presente líquido nulo. Em segundo lugar, o VPL é o que formula a hipótese mais realista sobre a taxa de retorno que pode ser obtida do fluxo de caixa do projeto.

O fluxo de caixa descontado é considerado como aquele que melhor revela a efetiva capacidade de geração de riqueza de determinado empreendimento (Martins et al, 2001). Comprovadamente, o método mais adequado entre os tradicionalmente conhecidos é o valor presente líquido (MINARD, 2004).

Segundo Minard (2004) quando o método do VPL é aplicado a projetos com riscos e incertezas, verifica-se a vulnerabilidade desse método, uma vez que os fluxos incertos são substituídos pelo seu valor esperado definido no início do projeto, considerando-se uma gerência passiva e que não irá rever suas decisões. Portanto, ao ignorar as flexibilidades gerenciais, o método do VPL, muitas vezes, subavalia projetos. Porém, o VPL não deve ser considerado obsoleto. Ele pode e deve ser empregado onde a incerteza é pequena e existe uma quase linearidade dos eventos (poucas flexibilidades gerenciais).

Das técnicas tradicionais usadas para lidar com a incerteza, dentro de um quadro de flexibilidade gerencial, destaca-se a análise de sensibilidade e a simulação de Monte Carlo.

A Análise de Sensibilidade permite ao tomador da decisão saber como o valor do projeto se altera, mediante a variação da projeção de uma das componentes do fluxo de caixa. Esse tipo de análise procura decompor os fluxos de caixa do projeto em variáveis que possam explicar o valor presente líquido. Para cada variável se estimam as piores, prováveis e melhores situações esperadas. A análise consiste em se alterar determinada variável, mantendo as demais constantes, para observar, usando esse processo repetidas vezes, quais delas apresentam os resultados mais críticos, permitindo, neste caso, enxergar as medidas que devem ser tomadas para reduzir os riscos do projeto. Um dos problemas da análise de sensibilidade é a definição do que é péssimo e do que é ótimo, além da grande probabilidade de as variáveis envolvidas estarem relacionadas (MINARD, 2004).

A simulação de Monte Carlo é um método de amostragem artificial utilizado na solução de experimentos aleatórios onde se tem conhecimento das distribuições de probabilidade das variáveis envolvidas. Tem sido utilizado para determinar a confiabilidade de sistemas estruturais (Pulido et al., 1992). Porém, a dificuldade permanece em se estimar com exatidão a interdependência entre as variáveis e a distribuição a distribuição de probabilidades subjacentes. Minard (2004, p. 19) explica assim o processo:

1. Modelagem do projeto através de um conjunto de equações matemáticas e identidades para todas as variáveis mais importantes, incluindo a descrição de interdependência entre as diferentes variáveis e os diferentes períodos de tempos;
2. Especificação das distribuições de probabilidades para cada uma das variáveis críticas;
3. São retiradas então amostras aleatórias, geralmente com o auxílio de um gerador de números aleatórios, e através da distribuição de probabilidades e inter-relação das variáveis são simulados os fluxos de caixa de cada período;
4. O processo é repetido inúmeras vezes, obtendo para cada vez uma estimativa de VPL. Por Último, obtém-se uma distribuição de VPLs , podendo-se atribuir probabilidades para cenários ruins e estimar o desvio-padrão do projeto.

## **6. Semelhanças entre Opções Reais e Opções Financeiras**

Na última década, devido a grandes avanços tecnológicos e teóricos, foi possível que os profissionais da área de finanças adaptassem técnicas de opções à avaliação de decisão de investimentos (COPELAND, KOLLER e MURRIN et al, 2002). Para se entender Opções Reais, deve-se, primeiramente, fazer uma analogia com opções financeiras. Quem compra uma opção tem um direito. Se a opção for de compra, o direito é de comprar. Se a opção for

de venda, o direito é de vender. O comprador de uma opção de compra (venda), ou titular dessa opção, tem o direito de comprar (vender) uma certa quantidade de ações, a um preço prefixado até uma data determinada. O vendedor de uma opção de compra (o lançador da opção) fica com a obrigação de vendê-la. O titular tem sempre os direitos, e o lançador sempre as obrigações. O mercado de opções negocia esses direitos de compra ou de venda, mas não as ações diretamente. Os direitos são negociados por um preço, o prêmio, que é o valor pago pelo titular e recebido pelo lançador. O valor do prêmio é o resultado das forças de ofertas e procura, e varia de acordo com a variação do preço da ação no mercado à vista. (FORTUNA, 2002)

É importante verificar que a opção é um contrato entre duas partes, que cede ao seu comprador o direito, mas não a obrigação de comercializar uma determinada quantidade de um ativo-objeto (ações, por exemplo), com um preço pré-estabelecido (preço de exercício), até certa data de vencimento. Se o titular efetuar a transação até a data do vencimento, diz-se que ele fez o exercício da opção. Se a opção puder ser exercida a qualquer momento, antes da data de vencimento, denomina-se ela do tipo americana. Caso a opção só puder ser exercida na data de vencimento, denomina-se ela do tipo européia.

Tanto o valor da ação quanto o valor do prêmio (ou da opção) oscilam no mercado (bolsas de valores). Analogamente, uma oportunidade de investimento “real” (por exemplo, numa jazida de petróleo) é também um direito: o gerente não é obrigado a investir, ele pode esperar por melhores condições, já que raramente a oportunidade de investimento é do tipo “agora ou nunca” (DIAS, 1996). Uma opção real, por exemplo, de abrir e fechar uma operação mineradora pode acrescentar de 30% a 40% a seu valor presente com base no fluxo de caixa previsto (COPELAND et al, 2002).

Os seis determinantes do valor de uma opção são os seguintes: O preço corrente do ativo ( $S$ ); o preço de exercício ( $X$ ); o prazo até o vencimento da opção ( $t$ ); a volatilidade do preço do ativo ( $\sigma$ ); a taxa de retorno livre de risco ( $r$ ); e os dividendos esperados ao longo da vida da opção ( $D$ ).

Cobb e Charnes (2004) fazem a seguinte analogia entre esses determinantes, considerando as opções financeiras, comparados com as Opções Reais:

Quadro 02 - Parâmetros Análogos em Modelos de Opção Financeiras e Reais

Precificação de Opções Financeiras - Parâmetros do modelo	Opções Reais - Analogia	Fonte de Incerteza
Preço da ação	Valor Presente da expectativa de fluxo de caixa do investimento	Demanda do mercado por produtos e serviços, oferta de mão-de-obra e custos, fornecedores de material e custos.
Preço de Exercício	Valor Presente atual exigido do investimento em ativo real	Disponibilidade, tempo, e preço de ativos reais para ser comprado.
Volatilidade (do preço das ações)	Volatilidade (do fluxo de caixa)	Volatilidade em exigida pelo mercado, oferta de mão-de-obra e custos, e oferta de materiais e custos, correlação do modelo de suposições.
Tempo para vencimento da opção	Período para qual a oportunidade de investimento está disponível.	Ciclo de vida do produto, vantagens competitivas.
Dividendos	Fluxos de caixa perdem competitividade	Ciclo de vida do produto, vantagens competitivas.

Taxa de retorno livre de Risco	Taxa de retorno livre de Risco	Inflação, mercado, taxas de juros.
--------------------------------	--------------------------------	------------------------------------

Fonte: Adaptado de Cobb e Charnes (2004)

Ressalte-se, porém, que quando da aplicação da teoria de precificação de opções na avaliação de projetos de investimento, através de Opções Reais, sob o prisma de Minard (2004) e Damodaran (1997), existe uma série de problemas a serem enfrentados:

- Opções financeiras típicas têm vida curta, enquanto as Opções Reais têm vida longa;
- O ativo subjacente não é negociado em bolsa, dificultando a premissa da possibilidade de criação de uma carteira replicante, na qual se faz a captação e aplicação de recursos sem risco. Além disso, nada garante que o seu valor não venha a ficar negativo;
- Embora opções financeiras possam ser exercidas antecipadamente sem grandes repercussões significativas, em Opções Reais a decisão de exercer antecipadamente uma opção é crítica;
- Opções financeiras, geralmente, envolvem uma única opção, com um preço de exercício determinado e único. Opções Reais geralmente são compostas;
- Opções financeiras são exclusivas do investidor, enquanto o mesmo não ocorre com Opções Reais, em que o grau de exclusividade depende da estrutura de mercado;
- A eficiência do mercado financeiro ajusta os preços rapidamente, refletindo todas as informações correntes. No caso de Opções Reais, os mercados de bens e serviços são geralmente menos que perfeitamente eficientes, permitindo a uma empresa ter ganhos acima do equilíbrio de mercado, enquanto perdurar sua vantagem competitiva; e,
- A premissa de que o exercício é instantâneo, no caso de Opções Reais, é difícil de se justificar, uma vez que a implantação (construção) de certos projetos de investimento podem demandar um tempo considerável.

Observe-se, porém, que tanto para o modelo de Black-Scholes, como para o modelo binomial, existem versões modificadas e mais sofisticadas que procuram sanar, ou dirimir tais deficiências apontadas acima.

## 7. Avaliando investimento sob a ótica da Teoria de Opções Reais

A teoria existente de precificação de opções financeiras favoreceu o surgimento da teoria de precificação de Opções Reais. Segundo Damodaran (1997), conceitualmente opções são valores mobiliários derivativos, ou seja, títulos que derivam o seu valor de um ativo subjacente. Esse mesmo autor apresenta os seguintes resumos para as transações de opções:

Quadro 03 – Resumo das transações numa Opção de Compra

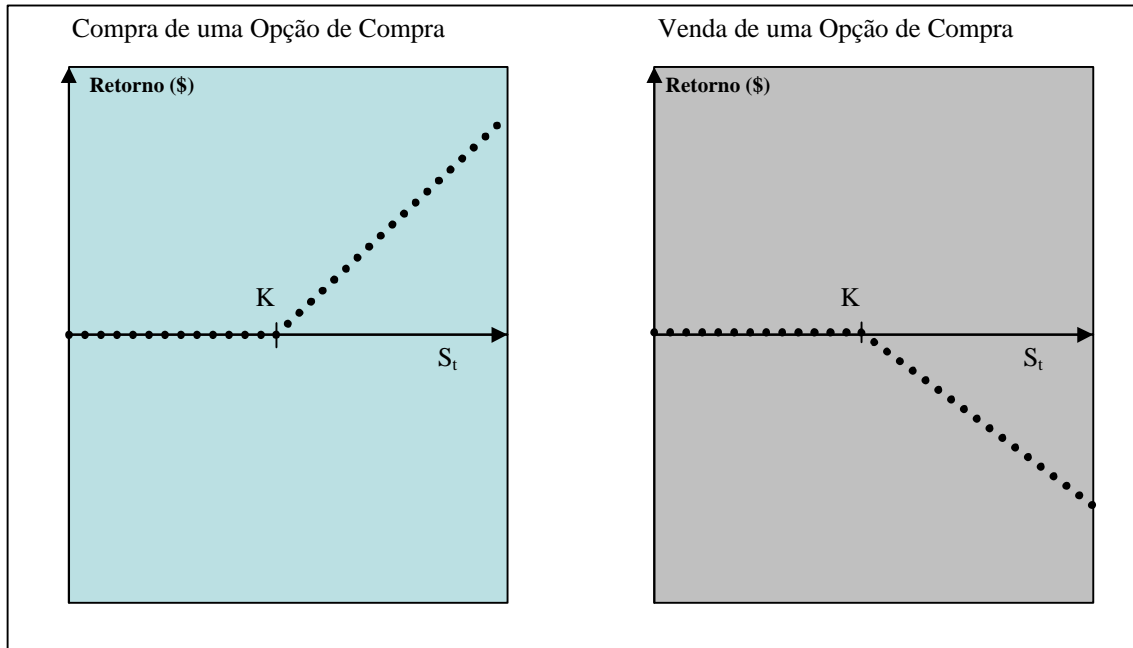
	Agora	No Vencimento
Comprador da opção de compra	Paga o preço da opção de compra e recebe o direito de exercê-la.	Se o valor do ativo (S) > preço de exercício (K), o comprador exerce. Lucro Bruto = $S - K$ Lucro Líquido = $S - K - \text{Prêmio da Opção}$ .
Vendedor da opção de compra	Recebe o prêmio da opção e concorda em entregar o ativo ao preço de exercício se o comprador o exigir a qualquer momento antes do vencimento.	Se $S < K$ , comprador não exerce. Prêmio da opção = Prejuízo do Comprador = Lucro do Vendedor.

Fonte: Adaptado de Damodaran (1997, p. 440)

Desconsiderando-se o custo inicial (prêmio), pode-se verificar as seguintes situações de retorno (payoff) para as opções de compra: Compra de opção de compra:  $\max (S_t - K, 0)$ ; e, Venda de opção de compra:  $\min (K - S_t, 0)$ ;

Graficamente os retornos de uma opção de compra, nas perspectivas do comprador e do vendedor, onde  $S_t$  é o preço da ação no exercício e  $K$  o preço de exercício, podem ser assim visualizados:

Figura 03 – Retornos com opções de compra



Fonte: Adaptado de Castro (2000) e Minard (2004).

Verifica-se conforme gráfico acima que para o comprador da opção de compra a opção só terá valor de retorno se o preço da ação (ativo-objeto) for superior ao preço de exercício ( $K$ ) até o vencimento. Do ponto de vista do vendedor da opção de compra o resultado é simétrico em relação ao eixo  $S_t$ , ou seja, o vendedor dessa opção perderá caso o preço do ativo-objeto venha a se valorizar em relação ao valor de exercício até o vencimento.

Quadro 04 – Resumo das transações numa Opção de Venda

	Agora	No Vencimento
Comprador da opção de venda	Paga o prêmio da opção de venda e recebe o direito de exercê-la.	Se o valor do ativo ( $S$ ) < preço de exercício ( $K$ ), o comprador exerce. Lucro Bruto = $K - S$ Lucro Líquido = $K - S - \text{Prêmio da Opção Venda}$
Vendedor da opção de venda	Recebe o prêmio da opção de venda e concorda em comprar o ativo pelo preço de exercício se o comprador o exigir a qualquer momento antes do vencimento.	Se $S > K$ , comprador não exerce. Prêmio da Opção de Venda = Prejuízo do Comprador = Lucro do Vendedor.

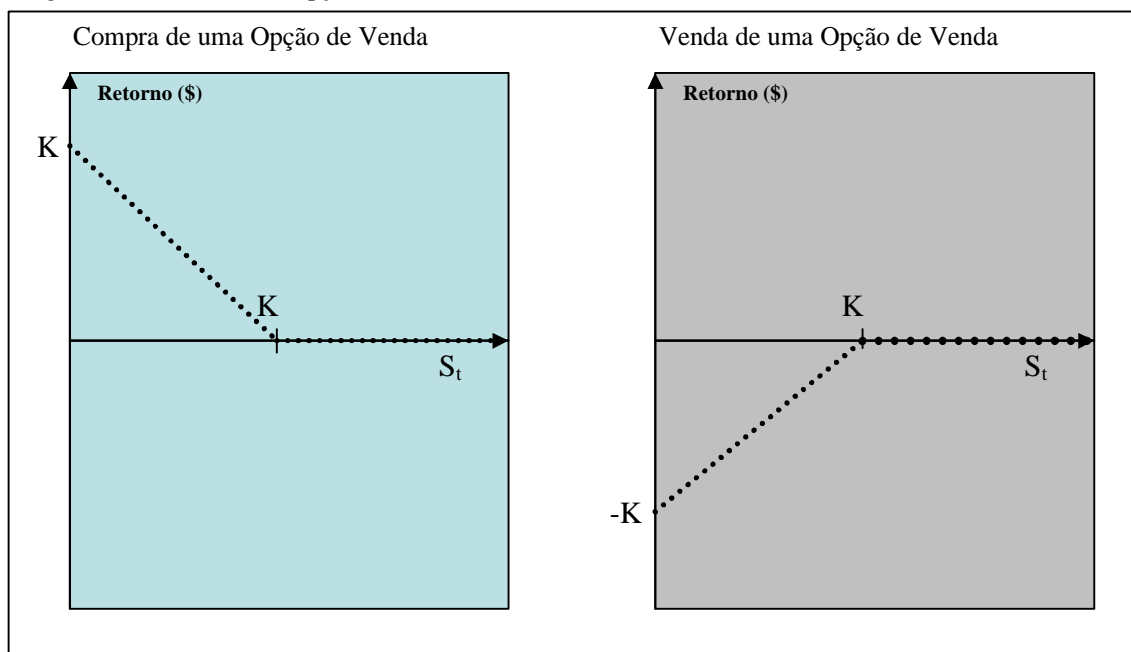
Fonte: Adaptado de Damodaran (1997, p. 441)



Desconsiderando-se o custo inicial (prêmio), pode-se verificar as seguintes situações de retorno (payoff) para as opções de venda: Compra de opção de venda:  $\max(K - S_t, 0)$ ; e Venda de opção de venda:  $\min(S_t - K, 0)$ .

Graficamente os retornos de uma opção de venda, nas perspectivas do comprador e do vendedor, onde  $S_t$  é o preço da ação no exercício e  $K$  o preço de exercício, podem ser assim visualizados:

Figura 04 – Retornos com opções de venda



Fonte: Adaptado de Castro (2000) e Minard (2004)

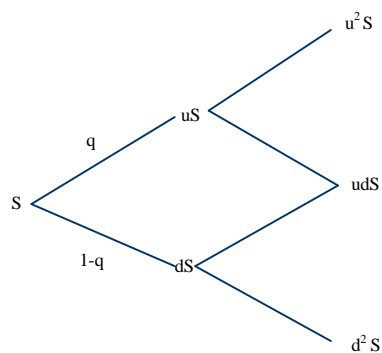
Observa-se, neste caso, conforme gráfico acima, que para o comprador da opção de venda a opção só terá valor de retorno se o preço da ação (ativo-objeto) for inferior ao preço de exercício ( $K$ ) até o vencimento. Do ponto de vista do vendedor da opção de venda o resultado é simétrico em relação ao eixo  $S_t$ , ou seja, o vendedor dessa opção perderá caso o preço do ativo-objeto venha a se desvalorizar em relação ao valor de exercício até o vencimento.

A teoria de precificação de opção tomou grande impulso nas últimas décadas com o surgimento do modelo básico de Black e Scholes, que ao longo do tempo vem sendo modificado para outras variedades de possibilidades, diferentes daquelas para as quais originalmente foi concebido. Por sua vez, o modelo binomial é uma alternativa para precificação de opções que também fornece um bom foco nos fatores determinantes do valor das opções (DAMODARAN, 1997). Tendo em vista a apresentação mais didática do modelo binomial e sua finalidade de ser mais acessível a um público maior para o estudo de opções (MINARD, 2004,34), o modelo binomial foi o escolhido para o presente trabalho para demonstrar a importância da análise de Opções Reais na avaliação de investimentos.

## 8. Exemplo de aplicação da TOR

Copeland, Tim e Murrin (2002) apresentam um exemplo do uso do método de precificação de opções, mostrado a seguir, com algumas adaptações, que podem ser facilmente utilizados com o uso de planilha eletrônica.

Para a construção da árvore de eventos, deve-se considerar a seguinte sequência:



Onde:

$S$  = Preço do projeto

$u$  = Fator de subida

$d$  = Fator de descida

$q$  = Probabilidade de ocorrer  $u$

$1-q$  = Probabilidade de ocorrer  $d$

$r = 1 + \text{Taxa livre de risco}$

$C$  = Valor atual do projeto

$uC$  = Valor da opção no vencimento se o preço do projeto for  $uS$

$dC$  = Valor da opção no vencimento se o preço do projeto for  $dS$

$p$  e  $(1-p)$  = Probabilidades neutras em relação ao risco

$$p = \frac{r - d}{u - d}$$

$$C = \frac{p \cdot uC + (1 - p) \cdot dC}{r}$$

$$u = e^{S\sqrt{T}} = e^{0,15\sqrt{1}} = 1,1618$$

$$d = \frac{1}{u} = \frac{1}{1,1618} = 0,8607$$

Dados:

- Valor do presente do projeto sem flexibilidade = \$100
- Volatilidade de 15% (desvio padrão)
- Taxa de retorno = 12%
- Taxa livre de juros = 8%
- Investimento imediato = \$105
- VPL sem flexibilidade = \$100 - \$105 = -5 milhões
- Horizonte de tempo = 5 anos

Quadro 05 - Árvore de eventos sem flexibilidade

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	Probabilidade
					211,70	0,47337
				182,21		
			156,83		156,83	0,38187
		134,99		134,99		
	116,18		116,18		116,18	0,12322
100,00		100,00		100,00		
	86,07		86,07		86,07	0,01988
		74,08		74,08		
			63,76		63,76	0,00160
				54,88		
					47,24	0,00005

Fonte: Adaptado de Copeland, Tim e Murrin (2002, p. 415)

- Para a opção de Expansão:

Caso o projeto sofra um investimento de \$15 é previsto um incremento nos seus rendimentos em 20%, considerando que essa opção (tipo americana) pode ser exercida a qualquer momento. Transformando a árvore de eventos em árvore de decisão, os cálculos devem se iniciar de trás para frente, ou seja, pelos últimos galhos. Por exemplo, no último galho ascendente, em t=5, tem-se que  $(\$ 211,70 \times 1,20) - 15 = 239,04$ . Sendo esse valor maior que o anterior, deve-se optar por este, pois assim maximizará o valor do projeto. Calculando-se o valor de p (0,728239) e o de q (0,271761), aplica-se a fórmula de C (valor atual do projeto) para se calcular o valor dos galhos inferiores e realizar nova tomada de decisão, conforme quadro abaixo:

Quadro 06 – Opção de Expansão

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	Tomada de Decisão	
					239,04	Max(211,70; 239,04)	Expandir
				204,77			
			175,34		173,20	Max(156,83; 173,20)	Expandir
		150,08		148,09			
	128,40		126,56		124,42	Max(116,18; 124,42)	Expandir
109,83		108,13		106,11			
	92,38		90,57		88,28	Max(86,07; 88,28)	Expandir
		77,37		75,57			
			64,77		63,76	Max(63,76; 61,52)	Não Expandir
				54,88			
					47,24	Max(47,24; 41,68)	Não Expandir

Fonte: Adaptado de Copeland, Tim e Murrin (2002, p. 417)

VPLexpandido = 4,83 milhões (109,83 – 105)

Valor da opção de expandir = 9,83 milhões (4,83 – (-5))

- Para a opção de Contração:

Na opção de contração o projeto pode obter uma economia de \$25 se for reduzido em 25%. Neste caso, por exemplo, o último galho superior da árvore de decisão teria o valor de  $(211,70 * 0,75) + 25 = 183,75$ . Como esse valor é inferior ao valor obtido na opção de não contrair, deve permanecer o valor original. O quadro a seguir demonstra os valores obtidos durante a análise da opção de contração:

Quadro 07 – Opção de Contrair						
t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	Decisão
				182,21	211,70	max(211,70; 183,78) Não Contrair
			156,83		156,83	max(156,83; 142,62) Não Contrair
		135,04		134,99		
	116,48		116,40		116,18	max(116,18; 112,14) Não Contrair
101,08		101,02		100,88		
	89,55		89,55		89,55	max(86,07; 89,55) Contrair
		80,56		80,56		
			72,82		72,82	max(63,76; 72,82) Contrair
				66,16		
					60,43	max(54,88; 60,43) Contrair

Fonte: Adaptado de Copeland, Tim e Murrin (2002, p. 418)

VPLexpandido = -3,92 milhões

Valor da opção de contração = 1,08 milhões

- Opção de Abandono

A opção de abandono é construída levando-se em consideração que o valor residual do projeto é de \$ 100, conforme quadro a seguir:

Quadro 08 – Opção de Abandono						
t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	Decisão
				182,21	211,70	Max(211,70; 100,00) Não Abandona
			156,83		156,83	Max(156,83; 100,00) Não Abandona
		135,21		134,99		
	117,36		117,07		116,18	Max(116,18; 100,00) Não Abandona
104,30		104,10		103,51		
	100,00		100,00		100,00	Max(86,07; 100,00) Abandona
		EI		EI		
			EI		EI	Max(63,76; 100,00) Abandona
				EI		
					EI	Max(54,88; 100,00) Abandona

Fonte: Adaptado de Copeland, Tim e Murrin (2002, p. 419)

EI = Estado Inexistente

VPLexpandido = 4,30 milhões

Valor da opção de abandonar = 9,30 milhões

- Opção combinada de expansão, contração ou abandono

Deve-se fazer a opção pela melhor situação entre as três acima calculadas, conforme quadro abaixo:

Quadro 09 – Opções de expansão, contração ou abandono

t=0	t=1	t=2	t=3	t=4	t=5	Decisão
					239,04	<b>Max(239,04; 211,70; 100 )</b> Expandir
				204,77		
			175,34		173,20	<b>Max(173,20; 156,83; 100,00)</b> Expandir
		150,26		148,09		
	129,25		127,30		124,42	<b>Max(124,42; 116,18; 100,00 )</b> Expandir
112,32		111,00		109,06		
	100,01		100,00		100,00	<b>Max(88,28; 89,55; 100 )</b> Abandonar
		100,00		EI		
			EI		EI	Abandonar
				EI		
					EI	Abandonar

Fonte: Adaptado de Copeland, Tim e Murrin (2002, p. 419)

EI = Estado inexistente

VPLexpandido = 12,32 milhões

Valor da opção combinada = 17,32 milhões

## 9. Conclusão

A metodologia das Opções Reais é uma nova abordagem para análise das incertezas e instabilidades de um cenário cada vez mais volátil, postando-se, portanto, como um ferramental que proporciona um nível de informações diferenciado aos gestores.

A inovação dessa metodologia está na capacidade de analisar e orientar o curso de um projeto de investimento, tanto pela precisão da técnica como pelas informações originárias das fases do processo, gerando um encadeamento entre as informações pré-existentes com as novas informações que esse método pode proporcionar, resultando em uma interatividade informacional que proporcionará ao gestor uma maior segurança no momento da tomada de decisão.

Portanto, diante do exposto na presente investigação, pode-se concluir que o método das Opções Reais é um ferramental relevante na avaliação de investimentos, sobretudo em um ambiente de riscos e incertezas, pois sua interatividade informacional, proporciona que ao gestor da empresa um nível de informação tal, que pode auxiliar a flexibilizar possíveis falhas gerenciais e, por conseguinte, aumentar a probabilidade da opção feita por um investimento ser bem sucedida e trazer benefícios futuros para a empresa.

## 10. Referências

ALLEMAN, J. RAPPOPORT, P. Modelling regulatory distortions with real options. **The Engineering Economist**, 2002, vol. 47, n. 4.

ATKINSON, A. et al. **Contabilidade Gerencial**. São Paulo: Atlas, 2000.

CASTRO, A. L. **Avaliação de Investimento de Capital em Projetos de Geração Termoeletrica no Setor Elétrico Brasileiro Usando a Teoria das Opções Reais**, Dissertação de Mestrado. Depto. de Engenharia Industrial. PUC/Rio, 2000, 106p.

COPELAND, T.; ANTIKAROV, V. **Opções Reais**: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos. Rio de Janeiro: Campus, 2001.

COPELAND, T.; KOLLER, T.; MURRIN, J. **Avaliação de empresas – Valuation**: calculando e gerenciando o valor das empresas. 3ª ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

CORRAR, Luiz J.; THEÓPHILO, Carlos Renato (Coord.) **Pesquisa operacional para decisão em contabilidade e administração**: contabilometria . São Paulo: Atlas, 2004

DAMODARAN, A. **Avaliação de investimentos**: ferramentas e técnicas para a determinação do valor de qualquer ativo. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

\_\_\_\_\_, **Finanças Corporativas - Teoria e Prática**. 2. Ed. São Paulo: Bookman, 2004.

DIAS, M. A. G. **Investimento sob incerteza em exploração & produção de petróleo**. Rio de Janeiro. Dissertação (Mestrado). Pontifícia Universidade Católica RJ, 1996.

\_\_\_\_\_, **Opções Reais Híbridas com Aplicações em Petróleo**. Rio de Janeiro. Tese (Doutorado). Pontifícia Universidade Católica RJ, 2005.

DIXIT, P.; PINDYCK, R. S. **Investment under uncertainty**. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, 1994.

FORTUNA, E. **Mercado financeiro**: produtos e serviços. 15 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

GARRISON, R.H; NOREEN, E.W. **Contabilidade Gerencial**. 9 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2001.

GITMAN, L. J. **Princípios de administração financeira**. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1984.

KASSAI, J.R. et. al. **Retorno de investimento**: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial. São Paulo: Atlas, 1999.

MARTINS, E. et al. **Avaliação de empresas: da mensuração contábil à econômica**. São Paulo: Atlas, 2001.

MILLER, L.T.; PARK, C.S. Decision making under uncertainty-real options to the rescue? **The engineering economist**, 2002, vol. 47, n. 2.

MINARD, A.M.A.F. **Teoria de opções aplicada a projetos de investimento**. São Paulo: Atlas, 2004.

PULIDO, J. E.; JACOBS, T. L.; PRATES DE LIMA, E. C. Strutural rebiability using Monte Carlo simulation with variance reduction techniques on elastic-plastic structures. **Computer and Structures**, 1992.

SANTOS, E. M.; PAMPLONA, E. O. **Teoria das Opções Reais: Aplicação em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)**. 2º Encontro Brasileiro de Finanças, Ibmecc, Rio de Janeiro, RJ, julho de 2002.

SECURATO, J.R. et al. **Avaliação de contratos incompletos de longo prazo sobre ativos específicos – caso: indústria de gás brasileira**. Working Paper nº 02/12, FEA-USP. Disponível em:< [www.ead.fea.usp.br/wpapers](http://www.ead.fea.usp.br/wpapers) >. Acesso em: 03/11/2006.

SOUZA, F.M.C. **Decisões racionais em situações de incerteza**. Recife: Editora Universitária – UFPE, 2002.

TOMS, S. Accounting for entrepreneurship: a knowledge-based view of the firm. **Critical Perspective on Accounting**, 17, 2006, p. 336-357.

TRIGEORGIS, L. **Real Options - Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation**, MIT Press, Cambridge, MA, 1997.

\_\_\_\_\_. **Making use of real options simple**: an overview and applications in flexible/modular decision making. *The Engineering Economist*, 2005, V. 50, p. 25-53.

VANDERLEI, L.O. de O.; CARMONA, C.U. de M. **A teoria das Opções Reais como ferramental para avaliação de projetos de investimentos sob incertezas**. Anais do 3º Encontro Norte Nordeste de Finanças, Porto de Galinhas, PE, Brasil – Setembro de 2006.