

A teoria das opções reais como ferramental para avaliação de projetos de investimentos sob incertezas

Real Option Theory (ROT) as a tool for project evaluation under uncertainty

Luiz Onélio de Oliveira Vanderlei* e Charles Ulises de Montreuil Carmona**z

Resumo

Este artigo apresenta as principais características da Teoria das Opções Reais (TOR), confrontando-a com os métodos costumeiros de análise de projetos de investimento, principalmente o Valor Presente Líquido (VPL). Através de uma revisão bibliográfica sobre o tema, os construtos: risco e incerteza são delineados e inseridos, juntamente com o paradigma da flexibilidade gerencial no processo decisório, para definição e aplicação da TOR; paralelamente, recorreu-se a uma metáfora “heisemburguiana” e um exemplo hipotético para inferir a proposição de que a TOR e os métodos costumeiros, diferentemente do que apregoam alguns autores, não são mutuamente excludentes e substitutivos, apenas possuem “campos” de validação e aplicação recomendados. Embora este trabalho tenha se restringido a elaboração de uma análise desconstrutiva e reconstrutiva sobre o tema, a abdicação do uso de modelos matemáticos e do rigor formal, tradicionalmente presentes nos artigos de finanças, se fez necessária para acomodar uma abordagem qualitativa menos restrita e canhestra sobre o referencial teórico, abrindo espaço para uma interpretação mais leve e “degustável” sobre um ferramental robusto e que, por estar em “idade” de difusão e estabilização, precisa ser disseminado, discutido e testado no que tange ao objetivo, abrangência e desdobramentos de sua aplicação: tratar problemas complexos sob condições de incerteza.

Palavras-chave: Opções reais. projetos de investimento. incertezas.

Abstract

This paper presents the main characteristics of the Real Options Theory (ROT), collating it with the usual methods of analysis of investment projects, mainly Net Present Value (NPV). Through a bibliographical revision on the subject, the words: risk and uncertainty are delineated and inserted, together with the paradigm of management flexibility in the decision making process, for a definition and application of the ROT; in this way, a “heisemburgian” metaphor was appealed to it “and a hypothetical example to infer the proposal of that the usual ROT and usual methods, differently of what some authors proclaim, are not mutually exculpatory and substitutes, only possess their own “fields” of recommended validation and application. Although this work was restricted to the elaboration of a deconstructive and reconstructive analysis on the subject, the abdication of the use of mathematical models and the formal severity, traditionally gifts in articles of finances, was made necessary to place a less restricted qualitative boarding on the theoretical reference, opening space for a lighter and “appreciable” interpretation of a robust tool rack that, in “age” of diffusion and stabilization, it needs to be spread, to be argued and to be tested in what refers to the objective, amplitude and unfoldings of its application: to deal with complex problems under uncertainty conditions.

Keywords: Real Options. Investment Projects. Uncertainty

“Todos Sabemos ao mesmo tempo demonstrar extrema audácia e nada empreender sem madura reflexão. Nos outros, a intrepidez é efeito da ignorância, enquanto a reflexão engendra a indecisão”.

Péricles, in Tucídides, Guerra do Peloponeso.

* luiz_onelio@yahoo.com.br - Faculdade Pernambucana

** carmona@ufpe.br - Universidade Federal de Pernambuco

Introdução:

Quando e como diversificar? Qual o melhor momento para investir e qual é o custo de uma oportunidade? Deve-se iniciar um projeto de investimento com baixo VPL ou esperar por melhores condições de mercado? Até quando? Dentre vários cenários, qual é a melhor alternativa? Qual é o momento correto para abandonar ou apenas interromper um negócio? Em que situação apenas a interrupção é válida? Qual é o valor para expandir ou contrair um negócio e quando agir nestas direções? Perguntas como estas podem estar nas pautas de muitas reuniões que estão acontecendo pelo mundo afora e sucintamente ilustram a complexidade e abrangência dos problemas vividos pelos administradores nos tempos atuais.

O mundo contemporâneo caracteriza-se pela complexidade multidimensional e pela fragmentação de antigos pilares institucionais. As mudanças que estão se processando na natureza da competição e a pressão crescente dos mercados globalizados conferem uma importância preponderante à análise de projetos de investimentos (PI) como um procedimento de consolidação de vantagens competitivas. Tais mudanças e suas inerentes complexidades exigem visão múltipla sobre especificidades, pluralidades e situações que compõem os novos cenários efêmeros e instáveis da sociedade e de suas formas de organização. Segundo o Dicionário Houaiss (2001), um ferramental pode ser definido como “um instrumento; um conjunto de meios pelos quais se pode realizar, perfazer ou alcançar algo”. Alinhado à esta definição, a Teoria das Opções Reais (TOR) é abordada neste artigo como um ferramental que auxilia o tomador de decisões a avaliar projetos de investimento considerando as alternativas existentes tanto no negócio como no ambiente econômico futuros através do entendimento de que o projeto pode ser analisado como uma coletânea de opções e que de uma maior flexibilidade advinda deste plurifacetamento derivam opções gerenciais mais adequadas na busca de vantagens competitivas.

O ambiente competitivo tem feito com que as empresas busquem rápida adaptação às mudanças, procurando investir em projetos que venham a criar um *plus*. Neste contexto, o uso estático das técnicas tradicionais de avaliação de investimentos tem sofrido duras críticas, uma vez que não têm sido capazes de captar o valor da “flexibilidade administrativa” no processo decisório. Tal fato tem levado muitos práticos e acadêmicos a buscarem métodos mais sofisticados de avaliação de investimentos que sejam capazes de lidar com a incerteza, a irreversibilidade e com a aprendizagem. A habilidade da teoria de precificação de opções em quantificar a flexibilidade de investimentos em projetos estratégicos a torna uma atrativa escolha se comparada à análise feita com métodos mais estáticos como o fluxo de caixa descontado (FCD), por exemplo.

A incorporação desta flexibilidade pode aumentar o valor total de um projeto e sua possibilidade de aceitação, um incentivo para que os práticos utilizem a TOR. O valor da flexibilidade de um PI é basicamente uma coleção de opções reais que podem ser precificadas com as técnicas conhecidas das opções financeiras. Desta forma, a Teoria das Opções Reais (TOR), embora em estado de desenvolvimento e consolidação, surge como uma “opção” promissora para lidar com tais fatores, podendo ser utilizada em várias áreas do conhecimento científico a exemplo dos trabalhos de Medeiros (2001), Santos (2001), Castro (2001) e Celoto (2004) entre outros.

Recentemente muitos pesquisadores têm explorado o conceito básico de que o pensamento de investimento como opções muda substancialmente a teoria e prática acerca do processo de tomada de decisão em investimentos. Nesta abordagem o investimento para construção de uma termoeletrica, por exemplo, é tratado como uma opção que pode ser concretizada ou não, segundo as condições do mercado de energia elétrica. Na maioria dos casos, os projetos possuem oportunidades embutidas que são dificilmente captadas pelos métodos tradicionais e quando o são, tais oportunidades tendem a ser subavaliadas (BRASIL, 2002)

Tradicionalmente as Faculdades de Administração e Economia têm ensinado os administradores a operarem sob a premissa de que as decisões do investimento podem ser reversíveis se as condições mudarem ou irreversíveis, à medida que forem um investimento do tipo “agora ou nunca”. Mas, tão logo surgiu o pensamento de oportunidades de investimento como opções, esta premissa vem se modificando. Irreversibilidade, incerteza e a possibilidade de se postergar o investimento (timing), entretanto alteram a decisão de investimento de maneira crítica (DIXTI & PYNDICK, 1995). “A estratégia assim como o conhecimento, continua sendo a navegação em um oceano de incertezas, entre arquipélagos de certezas” (MORIN, 2000. p.88)

A TOR, quando aplicada a projetos de investimento, integra estratégia de negócios e finanças, pois considera, analiticamente, as flexibilidades gerenciais e as opções de crescimento que são o cerne da estratégia empresarial. O princípio desta metodologia acolhe a idéia de que um projeto pode ser estruturado como uma seqüência de decisões administrativas ou opções reais ao longo do tempo (AMRAM & KULATILAKA, 1999; SAMANEZ, 1994).

Os objetivos deste artigo são: contextualizar e confrontar a TOR nas searas práticas e acadêmicas com os métodos tradicionais de análise de projetos de investimento, discorrer sobre a abrangência das suas aplicações, apresentar o “estado da arte” em que se encontra a teoria (difusão e estabilização) e esclarecer suas limitações – em síntese: examinar a sua usabilidade e suas limitações através dos aspectos teóricos relacionados com essa nova abordagem.

Num ambiente macroeconômico como o brasileiro, onde as incertezas se fazem presentes na ausência ou alterações de marcos regulatórios, nas variações cambiais e nas demais oscilações de preços de mercado, a análise de projetos de

investimento por opções reais revela-se num ferramental útil exatamente pela capacidade de abordagem das incertezas do negócio. Apesar de conceitualmente simples, a TOR envolve uma modelagem matemática mais complexa quando comparada aos métodos tradicionais incluindo análise probabilística das opções consideradas - aspectos que fogem do escopo deste artigo.

1 Diferenças entre Risco e Incerteza

Quando fazemos uma aposta lotérica, a probabilidade de ser o ganhador (eleger a melhor opção) é calculável porque o range de opções é previamente determinado; a probabilidade de acerto pode ser muito pequena, contudo, é calculável. Imaginemos um bilhete hipotético com infinitas combinações de números, ou seja, as opções de aposta são completamente aleatórias, o limite da probabilidade de acerto tende a zero e risco de erro vai ao infinito, isto é, a incerteza e a aleatoriedade são predominantes nesta hipótese. No primeiro exemplo o risco (de erro ou acerto) era calculável – os futuros eram esperados, já no segundo, o risco era indeterminado e os futuros eram incertos. Assim, uma das características da incerteza é ser uma tendência randômica. No mundo dos negócios, adaptar, revisar e alterar as decisões de um projeto de investimento são ações normalmente tracionadas por contingências ambientais, notadamente, acontecimentos imprevistos (incertos).

Segundo Amram e Kulatilaka (1999), da incerteza derivam oportunidades. Neste sentido, o autor argumenta que os administradores deveriam agradecer sua existência ao invés de temê-la, procurando enxergar em seus mercados, a origem, a tendência e a evolução da incerteza. A incerteza é imprevisível mas, a tendência de mudança é observável. Ainda segundo o autor, apesar da associação corriqueira dos dois conceitos, as diferenças conceituais entre risco e incerteza são relevantes na compreensão das opções reais

Kensinger (1987), apud Félix (2001), abordam que no processo decisório de investimentos os projetos não devem ser vistos na forma hermética com fluxos financeiros previamente calculados. Novas informações podem resultar em alterações significativas nos cenários pré-concebidos. Neste aspecto, os gestores exercem um papel ativo para alinhar e orientar a execução dos projetos ao longo da sua vida de acordo com os sinais de mudança captados do ambiente. Completa Giovanni (2003, p.14): “O ambiente econômico no qual a maioria das companhias estão operando atualmente é muito mais volátil e imprevisível do que a tempos passados. Em parte, motivado pela abertura de mercado, pelo aumento da flutuação das taxas de câmbio e pela prática de novas tecnologias. Com isso, os investimentos passaram a ser analisados de maneira a compor a estratégia competitiva das empresas.

“No mundo atual as empresas precisam estar atentas, diga-se até vigilantes, para identificar novos caminhos/ oportunidades, em ambientes onde a quebra de paradigmas é apenas mais um componente das incertezas deste ambiente” (LEMOS & CUNHA (2003, p.1). Segundo Souza e Clemente (1999) a incerteza, no campo de análise de projetos de investimento surge como consequência da falta de controle sobre a ocorrência de eventos futuros.

Reportando-nos à teoria dos conjuntos é possível asseverar que a componente risco está contida no ambiente de incerteza, sendo a componente tangível, racional, previsível e quantificável daquela como ilustra a *figura 01*.

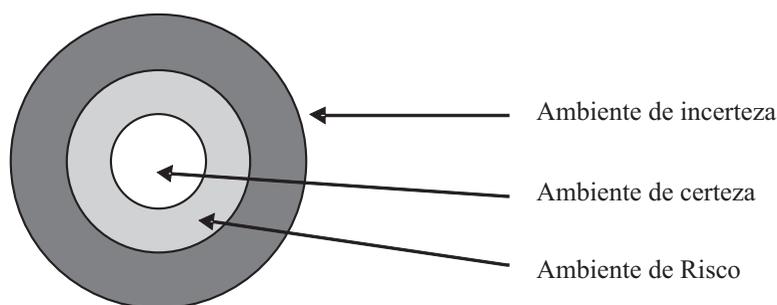


Figura 1: Representação da Incerteza e do Risco sob a forma de conjuntos.

Fonte: Elaboração própria.

A partir da *figura 01* é possível observarmos que, a diminuição do grau de aleatoriedade dos eventos é diretamente proporcional ao o raio de demarcação dos ambientes a tal ponto que: eliminadas as incertezas, a probabilidade de ocorrência futura dos eventos circunscreve-se na área de risco e na ausência total de risco a certeza de sucesso é absoluta correspondendo à área branca.

Existe um princípio oriental que defende a existência universal dos antagônicos complementares, ou seja, o que chamam de *ying* e *yang*. Se o princípio for verdadeiro deveremos encarar como o antagônico complementar da incerteza: a certeza, isto é, em toda certeza existe um grau de incerteza e vice-versa.

Vários autores da área de finanças e afins procuram qualificar e classificar os riscos e incertezas de diversas formas com o objetivo de facilitar o tomador de decisão a elaborar uma boa análise. O quadro 01 apresenta de forma esquemática as diferenças entre risco e incerteza necessárias para o desenvolvimento do presente artigo.

Autor	Forma de abordagem do risco:			
Casarotto Filho e Kopittke (2000)	Quando se conhece a distribuição dos dados de entrada, é possível uma análise sob condições de risco, valendo-se de métodos probabilísticos.			
Damodaran (2000)	O Risco evidencia-se nas diferenças entre os fluxos de caixa e os valores esperados. A análise de um projeto de investimento deriva do entendimento das componentes de risco: <ul style="list-style-type: none"> • Risco específico do projeto; • Risco competitivo; • Risco específico da indústria; • Risco tecnológico <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <tr> <td>• Risco legal</td> </tr> <tr> <td>• Risco de <i>commodities</i></td> </tr> <tr> <td>• Risco de mercado</td> </tr> </table>	• Risco legal	• Risco de <i>commodities</i>	• Risco de mercado
• Risco legal				
• Risco de <i>commodities</i>				
• Risco de mercado				
Duarte Júnior (2003)	Risco é um conceito multidimensional abordando 4 grupos: <ul style="list-style-type: none"> • Risco de mercado; • Risco operacional; • Risco de Crédito; • Risco Legal; 			
Gaslene, Fensterseifer e Lamb (1999, p. 136)	O Risco corresponde às situações para as quais uma distribuição de probabilidade, seja qual for a natureza, possa ser associada aos resultados.			
Martins (2001)	O Risco é lugar comum na sociedade moderna, agitada e multifacetada. Apesar de indesejável o risco é aceito sob a condição de um prêmio associado.			
Markowitz et al.(2004)	O risco de um projeto de investimento está diretamente relacionado com os objetivos que se pretende alcançar.			
Van Horne (1984)	O risco envolve situações em que as probabilidades de ocorrência de um determinado evento são conhecidas.			
Autor	Forma de abordagem da incerteza:			
Kassai et al (1999, p.100)	“Em geral, é feita uma distinção quase semântica entre risco e incerteza, cuja conceituação depende do grau de imprecisão associado às estimativas. Quando todas as ocorrências possíveis, ou estados futuros, de certa variável são conhecidos e encontram-se sujeitas a uma distribuição de probabilidade calculável com algum grau de precisão diz-se que existe risco, do contrário, diz-se que há incerteza”.			
Amram & Kulatilaka (1999)	A incerteza está relacionada ao efeito aleatório da exposição de uma empresa ao ambiente externo em que ela opera			
Martins (2001)	A incerteza coexiste e correlaciona-se com a ausência ou diminuto conhecimento de dados históricos envolvendo o projeto de investimento.			
Souza e Clemente (1999)	A incerteza é o desconhecimento total sobre o futuro do evento			

Quadro1. Diferenças entre risco e incerteza. Fonte: Elaboração Própria

Segundo (Trigeorgis, 1996) existem dois tipos de incertezas que influenciam a decisão sobre o projeto de investimento: incerteza técnica e incerteza econômica, Amram e Kulatilaka (1999) classificam tais incertezas como risco privado e risco de preço de mercado respectivamente argumentando que boa parte dos investimentos apresenta uma interação entre os dois tipos de incertezas. O Quadro 02 salienta e exemplifica as diferenças supracitadas:

INCERTEZA TÉCNICA / RISCO PRIVADO	INCERTEZA ECONÔMICA / RISCO DE PREÇO DE MERCADO
Natureza endógena ao processo decisório	Natureza exógena ao processo decisório
Não sofre influência pela decisão de adiamento	Correlaciona-se com os movimentos da economia (preços e custos relativos)
Orienta o investimento para uma implantação escalonada com ajustes inter-escalas	Tem influência direta na propensão para investir em determinado projeto.
Exemplos: inovação e difusão tecnológica, volume de petróleo em um poço, desempenho técnico e produtivo, quebras de safras agrícolas.	Exemplos: Marcos regulatórios, encargos setoriais, variações de preços, taxas de câmbio, juros, etc.

Quadro 2. Diferenças entre incerteza técnica e econômica. Fonte: Elaboração Própria

Segundo Copeland (2002), ao contextualizarmos uma análise de projetos de investimento num cenário rico em incertezas, o emprego de um ferramental de análise suficientemente robusto torna-se compulsório primeiramente para conferir solidez ao processo decisório (que algumas vezes é heurístico e intuitivo na incapacidade ou ausência de análises mais refinadas) e num segundo plano para garantir o sucesso do empreendimento em caso de adoção – como mostra a figura 02:

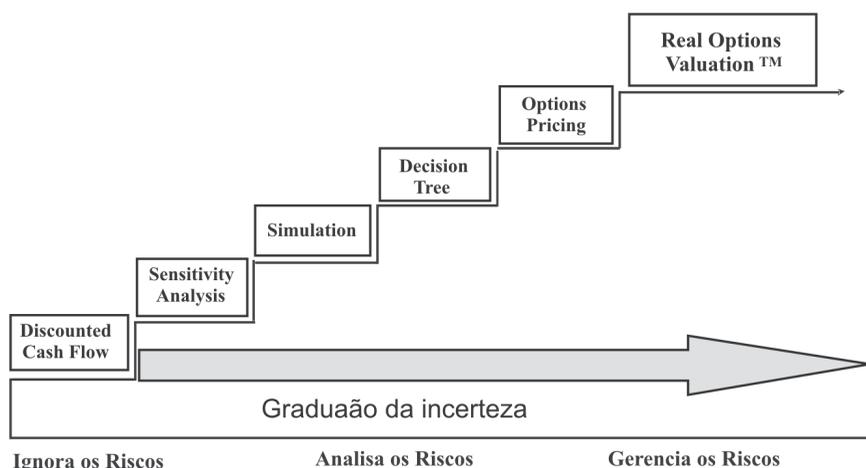


Figura 2: Graduação das ferramentas de análise pelo grau de tratamento aos riscos do projeto. Fonte: Adaptado de Dias (2005).

2 Dos métodos tradicionais de análise de investimento à TOR:

A seleção e análise de investimentos é uma das questões centrais da teoria econômica aplicada. Por outro lado, a análise econômica de projetos sempre utilizou ferramentas desenvolvidas para a análise de ativos financeiros. Segundo Dias (2005) a abordagem padrão tem início com uma visão geral do problema e a introdução de conceitos básicos de valor do dinheiro no tempo, custo de oportunidade, mercados financeiros e taxas de juros. Numa etapa posterior este conjunto de conceitos somados a outros princípios básicos de matemática financeira são utilizados para a definição do Valor Presente Líquido (VPL) que é calculado pela soma de todos os $VPL(i)$ proporcionados pelo investimento em determinado projeto, trazidos a valor presente a uma taxa de desconto pré-determinada. Esta metodologia também batizou o processo de Fluxo de Caixa Descontado (FCD).

O fato é que o VPL estático foi criado para títulos com fluxos de caixa determinísticos e por isso tem uma abrangência obtusa em relação ao futuro quando existem muitas incertezas relacionadas. O método, ao trazer para o valor presente as previsões de despesas e receitas, estabelece uma linearidade temporal dos eventos onde a passividade conecta o presente e o futuro projetado; uma maneira de se contornar esta limitação é a aplicação de análises de sensibilidade para se ter uma idéia do impacto da variação de um parâmetro. Contudo, o VPL é de longe, a ferramenta mais utilizada pelas empresas na avaliação de projetos de investimento e por este motivo, mencionada como costumeira e tradicional (COPELAND & ANTIKAROV, 2001).

Segundo Dias (2005) Pode-se atribuir à teoria do *portfolio* de Markowitz e às proposições de Modigliano & Miller sobre estrutura de capital, ambas da década de 50, as bases nas quais se desenvolveu a TOR e o conjunto de teorias de

finanças corporativas. Nos anos 60 o modelo de Fisher é modificado, incorporando “parcela de risco” na taxa de desconto CAPM, que estende a teoria da média-variância e o princípio da diversificação (teoria de carteiras, anos 50). O Termo “*real options*” foi elaborado pelo professor Stewart C. Myers do MIT em 1977 que, após a publicação em 1973 de artigos sobre valoração financeira de Black & Scholes e Mertron, caracterizou as oportunidades de investimentos das firmas em ativos reais (projetos de investimento, por exemplo) como similares às opções de compra sobre esses ativos reais. Dias (2005) elaborou uma interessante cronologia mostrada na *figura 03*, a partir dos estudos da PricewaterhouseCoopers, que através da sua subsidiária Applied Decision Analysis, detém a marca ROVTM (Real Option Valuation).

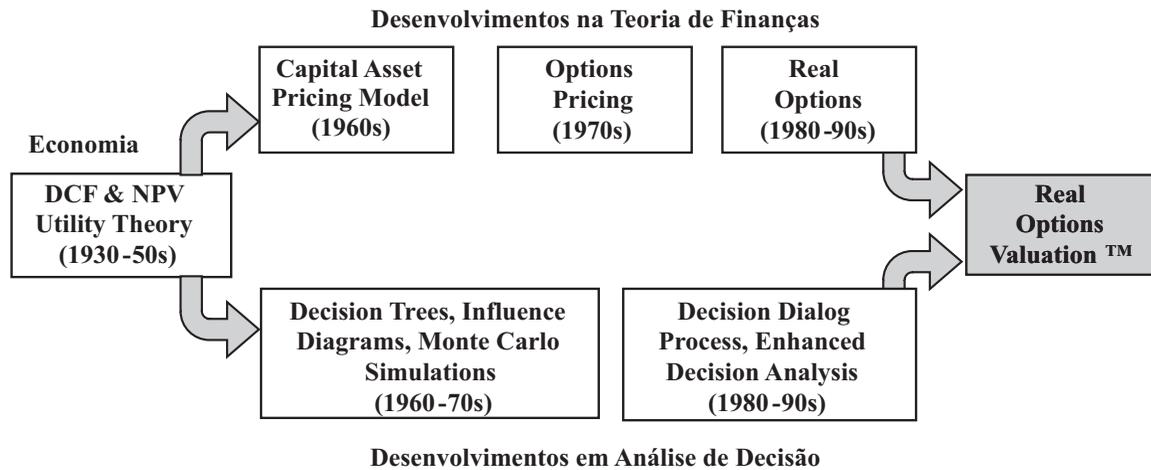


Figura 3: Cronologia: Teoria de Finanças X Análise de Decisão:
Fonte: Adaptado de Dias (2005).

3 Projetos (oportunidades) de investimento e suas opções

Ao constatarmos uma “janela” de oportunidade de investimento, surge a necessidade de analisar e formatar a proposta sob a forma de um projeto, que deverá conter as diretrizes e informações daquilo que se pretende concretizar.

Para Galesne, Fensterseifer e Lamb (1999), um investimento corresponde ao comprometimento do capital com a finalidade de se implementar uma melhoria na situação econômica da empresa, visando a benefícios futuros.

O investimento, como consequência da ação decisória, está geralmente embasado em uma avaliação de viabilidade econômica do projeto, fundamentado nas técnicas tradicionais de análise e orçamento de capital. O fato é que tais metodologias desconsideram pelo menos duas decisões que acontecem na prática gerencial: o *timing*, que é a possibilidade de postergamento da decisão de investir versus a intempestividade da oportunidade (agora ou nunca) e a irreversibilidade (irrecuperabilidade do capital investido), parcial ou total, em caso de abandono. Essas características, juntamente com a incerteza, delineiam a similaridade entre opções financeiras e opções reais. Em ambas, existe o direito, mas não a obrigação de comprar ou vender determinada quantidade do ativo objeto a um preço pré-fixado, em uma oportunidade no presente ou no futuro (COPELAND, 2000)

Isto posto, uma opção pode ser definida como o direito que alguém tem de fazer uma operação em certas condições pré definidas, sem que tenha qualquer obrigação. Como este direito pode trazer vantagens econômicas ao possuidor da opção, existe um custo de aquisição para tal opção. O titular (investidor) é o comprador da opção; paga pelo direito de decidir se ela será exercida ou não no seu vencimento. O termo Opções Reais foi utilizado por Myers (1977), destacando que as oportunidades de expansão de uma empresa (novos investimentos) podem ser vistas como sendo análogas às opções de compra. Inicia-se, assim, uma nova abordagem para a análise de investimentos, fazendo uma analogia entre uma opção e um projeto de investimento. Rygolon (1999), propôs uma analogia que justifica a utilização de Opções Reais para avaliação de investimentos (ver *Quadro 03*): “uma empresa que possui uma oportunidade de investimento irreversível tem a opção de adiar o investimento (opção de postergar). Ela possui o direito, mas não a obrigação, de comprar um ativo (o projeto) no futuro, a um preço de exercício (investimento inicial). Quando a empresa investe, ela exerce a opção e paga um custo de oportunidade igual ao valor investido. O exercício da opção (investimento) é irreversível, mas a empresa tem sempre a possibilidade de postergar o investimento, até que as condições do mercado tornem-se mais favoráveis e para que se possa obter mais informações a respeito do projeto e dos fatores que o influenciam, diminuindo, assim, algumas incertezas”.

<i>Itens</i>	<i>Opção Financeira</i>	<i>Opção de Investir</i>
Custo	Preço de Exercício	Investimento
Ativo Subjacente	Ação	Projeto
Retorno do Ativo	Retorno da Ação	Retorno do Projeto
Ganhos de Capital (do Ativo)	Variações no Preço da Ação	Variações no Valor do Projeto
Retorno (do Ativo) com Dividendos	Fluxo de Dividendos da Ação	Fluxo de Caixa do Projeto Líquido das Variações no seu Valor

Quadro 3: Analogia entre opções reais e opções financeiras.

Fonte: Rigolon (1999)

O ponto-chave é que a opção de investir tem um valor que deve ser contabilizado. Um projeto de investimento, por sua vez pode ser visto como um conjunto de opções reais. Dentre as opções reais, podem ser citadas as opções de adiar o investimento, cancelar novas etapas do investimento, alterar a escala de produção (expandir, contrair, fechar temporariamente, reiniciar), abandonar pelo valor, alterar usos (entradas e saídas) e opções de crescimento; é possível, ainda, classificar as opções em americanas e européias. Estas só podem ser exercidas na data de vencimento e aquelas permitem que o titular as exerça em qualquer período entre a data de emissão e a data de vencimento do contrato (TRIGEORGIS, 1995). A respeito desta classificação, Damodaran (2002, p. 349) acrescenta que “a possibilidade de exercício antecipado faz com que as opções americanas sejam mais valiosas do que as européias de características semelhantes; também faz com que sejam de difícil avaliação...muito embora, o exercício antecipado não costuma ser conveniente”.

A empresa tomará decisões de investimento e decisões operacionais com relação a um projeto, durante toda a vida deste. Ao avaliar um projeto, hoje, supõe-se que as decisões futuras serão ótimas. Contudo, não se sabe ainda quais serão estas decisões, uma vez que grande parte das informações ainda está por ser descoberta. Desta forma, a possibilidade de adiar o investimento consiste numa opção importante e, que não deve ser desconsiderada ao avaliar um projeto de investimento. (ROSS et al., 1995).

Segundo Kester (1984), uma importante área das Ciências Administrativas, que merece atenção e onde a TOR tem potencial para fazer uma diferença significativa na formulação analítica e nos resultados derivados, é a competição e a estratégia. Segundo Eccles et al. (1999) a melhor forma de abordar uma avaliação de investimento é olhar a oportunidade como uma sucessão de opções de crescimento. Ao se fazer uma avaliação, a questão correta a ser feita não é qual o retorno que vamos obter de nosso investimento neste empreendimento, mas, quão valiosa é a opção de crescimento que será criada pelo investimento no negócio? Respondendo a estas questões, naturalmente se conduzirá à questão estratégica chave: Qual estratégia de crescimento criará o maior valor? Assim, quando os administradores começam a pensar em termos de opções, eles vêem que o investimento é um “sistema atualizável”, devendo ser considerado como uma série de investimentos feitos em estágios. Em síntese, os investimentos ou a alocação de recursos têm como características principais: a irreversibilidade parcial ou total, a existência de incertezas diversas (especialmente nos benefícios) e os graus de liberdade gerencial (opções), especialmente o “timing”. Em geral, não se é obrigado a investir imediatamente e raramente uma oportunidade é do tipo “agora ou nunca” (Dias, 2005). O *quadro 04* apresenta, de forma esquemática, os principais tipos de opções e suas respectivas exercibilidades.

PRINCIPAIS TIPOS DE OPCÕES	CARACTERÍSTICAS
Opção de espera	A opção de <i>timing</i> é exercida para aguardar novas informações antes de investir, também denominada de espera ativa, tem relacionamento com as técnicas <i>LBD-LBU</i> (<i>learning dy doing e learning by using</i>)
Opção Sequencial e de Expansão	Esta opção caracteriza-se pela valoração do aspecto estratégico do projeto de forma consistente
Opção de Abandono	O investimento sequencial pode ser abandonado se a informação gerada no processo não for favorável
Opção de mudança de uso (<i>switch-use</i>)	Esta opção é baseada na múltipla aplicabilidade de um ativo pela modificação de um insumo (<i>switch-input</i>), ou alterações na capacidade produtiva (<i>switch-output</i>)
Opções de modificação infra-estrutural	Refere-se a capacidade de mudar a escala, as características de um projeto ou a localização de implantação

Quadro 4: Principais tipos de opções.

Fonte: Adaptado de Dias (2005)

Ao conceber uma determinada estratégia, os executivos, projetam a si próprios e as suas organizações no futuro, criando um caminho no tempo (linear ou não linear) que tem um ponto de partida no estado atual e se prolonga até onde eles querem chegar. Contudo, assim que este caminho tem início, começamos a apreender as condições do negócio, as ações dos competidores, a qualidade do preparo e o nível tecnológico da empresa, etc. sendo necessárias respostas dinâmicas e flexíveis para o que foi aprendido. Apesar de tais entendimentos, a ferramenta mais amplamente utilizada, o Fluxo de Caixa Descontado (FCD), assume que um determinado planejamento será seguido, sem considerar o desdobramento dos eventos. Isto posto, uma melhor abordagem de avaliação deveria incorporar tanto a incerteza inerente ao negócio, quanto a ativa tomada de decisão, requerida para uma estratégia de sucesso (Luerhrman, 1998).

4 Opções reais: uma metáfora “Heisenberguiana”



Figura 3: Busto de Janus (Giano) no Museu do Vaticano

Na mitologia Romana, Janus era o protetor das entradas e ou começos, representado por uma cabeça dotada de duas faces, posicionadas em direções opostas. As duas faces de Janus simbolizam a dualidade da natureza, isto é, portas que podem conduzir a caminhos diversos. Seu nome é o radical da palavra janeiro (o mês que “olha” para os dois anos, o que passou e o novo ano). Chama-se “Efeito Janus” a situação que apresenta soluções contraditórias: dilema, ambigüidade incerteza.

Saltando para a Era da informação, pós anos 90, Prigogine (1996) nos revela um mundo dicotômico, baseado em dois elementos contraditórios: compreensão e modificação numa relação entre o Homem e a natureza. Nessa visão, a Engenharia, a Física e as demais ciências instrumentais, estão em relação direta com as ciências humanas.

De acordo com Hawking (2001), A idéia de que o estado do universo, em um dado momento, determina o estado em todos os outros tempos, implica que podemos prever o futuro, ao menos em princípio. Na prática, entretanto, nossa habilidade para prever o futuro é severamente limitada pela complexidade das equações e o fato de que elas freqüentemente apresentam uma propriedade chamada caos (imprevisibilidade). “A idéia central da Teoria do Caos é a de que pequenas alterações nas condições iniciais de um sistema podem provocar mudanças drásticas nesse sistema, seja no clima de uma região, no movimento da bolsa de valores ou na explosão inflacionária: o chamado efeito borboleta” (FRÓIS, 2004. p. 8).

Partindo de um exemplo clássico da mecânica quântica que diz, com base no Princípio da Incerteza, de Werner Heisenberg (1901-1976) em que, para surpresa da comunidade científica à época de suas revelações, seria impossível calcular a trajetória de uma partícula atômica; projetar cenários futuros com precisão, a partir de um conjunto de variáveis e recursos conhecidos no presente, extrapola a racionalidade, situando a resposta no campo da incerteza. Se metaforizássemos os métodos clássicos de análise de investimento como sendo o conjunto de teorias da mecânica clássica, teríamos, reciprocamente, a TOR como análogo da mecânica quântica. Ambas as comparações, longe de serem mutuamente excludentes, possuem abrangências e campos de validação próprios.

Saindo do abstracionismo, o ambiente econômico no qual a maioria das empresas está operando tem um grau de volatilidade e imprevisibilidade caótico – a natureza é um sistema dinâmico e opera num âmbito de imprevisibilidade, assim, as leis não tratam mais de certezas, mas sim de probabilidades. A estocástica é o artifício matemático-estatístico criado para operar com eventos dotados de baixíssimo grau de previsibilidade. Desta forma, conceitos como imprevisibilidade, simultaneidade, irreversibilidade, contingência e probabilidade foram tomados das ciências ditas exatas e permeiam as ciências humanas numa nova ótica sobre o tempo, o espaço, a natureza, a sociedade e o Homem (PRIGOGINE, 1996).

O deus Janus tem uma face voltada para o início e outra para o fim; uma para dentro e outra para fora; representa a incerteza do ser.

E, que este tópico tem a ver com o artigo? Longe de ser um mero parêntese, este tópico foi proposital e estrategicamente inserido para provocar o leitor à abstração, à sensação de se deparar com o acaso. “O inesperado surpreende-nos. É que nos instalamos de maneira segura em nossas teorias e idéias, e estas não têm estrutura para acolher o novo. Entretanto, o novo brota sem parar. Não podemos prever com exatidão como se apresentará, mas deve-se esperar sua chegada, ou seja, esperar o inesperado” (MORIN, 2000, p.30).

A importância de ser flexível nas tomadas de decisão relativas a investimento mostra-se evidente, com as mudanças e a intensidade destas ocorrências no mundo corporativo. Um projeto que está sendo elaborado, neste momento, corre o risco de não ser executável por conta de uma lei que entrará em vigor amanhã, ou pela majoração considerável de uma componente do custo (uma tarifa, por exemplo). O *modus procedendi* nas análises de projetos de investimento teve que forçosamente se reciclar, para levar em consideração as complexidades transacionais da Era da Informação: o aleatório, o acaso e as transformações. Este foi o contexto que promoveu o surgimento da Teoria das Opções Reais. Copeland e Antikarov (2001) elaboraram uma relação entre flexibilidade e incerteza, como ilustrado na figura 4.

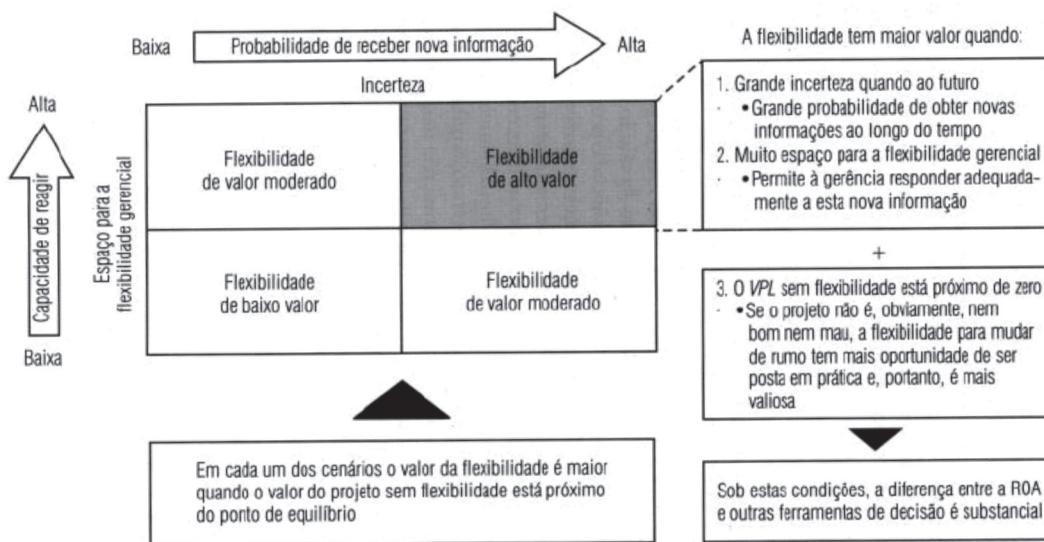


Figura 4: Relação entre flexibilidade e incerteza.
Fonte: Copeland e Antikarov (2001)

Para Copeland et al. (2000, p. 422), “os administradores tendem a pensar na incerteza como algo que deva ser evitado e impossível de ser controlado. No entanto, conviver com as incertezas (modificações nos preços, flutuação nas taxas de juros, alterações nas preferências do consumidor) faz parte da vida empresarial. Uma vez identificadas e compreendidas as incertezas, elas podem ser gerenciadas e até mesmo controladas por meio da flexibilidade”.

Dezen (2001) aponta que a TOR é apoiada por diversos autores como sendo um ferramental adequado no processo decisório de análise de projetos de investimento, tendo em vista que, além de se aproximar da realidade empresarial na qual o projeto se insere, engloba e dá tratamento adequado às incertezas envolvidas no processo.

5 Teoria das Opções Reais e sua aplicação

Dentre os grandes princípios das Finanças Empresariais existe um que, por ser tão simples de enunciar, por vezes, é tratado superficialmente e sem um refinamento crítico adequado: tal princípio está ligado à decisão de investimento, ou seja, as organizações deverão apenas investir em projetos que lhes garantam um rendimento superior à taxa do custo do capital que os financia.

Os tradicionais métodos de análise econômico financeira se baseiam em considerações sobre o Fluxo de Caixa Descontado (FCD). Para a análise econômica de projetos que apresentam somente variáveis determinísticas, metodologias como a do Valor Presente Líquido (VPL) são extremamente recomendadas. No entanto, em análises de investimentos em que estejam envolvidos eventos estocásticos, apresentando incertezas relevantes a respeito dos resultados futuros, esses métodos não devem ser aplicados isoladamente. Eles precisam estar amparados por ferramentas mais refinadas de análise de decisão.

A TOR traz em seu cerne uma abordagem baseada em incertezas inerentes aos projetos de investimento, principalmente as condições de realização dos eventos futuros. Como asseverado anteriormente, a relação da TOR com os métodos tradicionais não é de exclusão e sim de complementaridade aos tradicionais métodos, os quais são modelados com base em

assertivas imutáveis, desconsiderando opções do tipo: abortar, abandonar parcial ou integralmente o projeto, não executar um projeto acessório, incorporar subprojetos. “Como o projeto é um ativo real, essas opções sobre ativos reais são chamadas de opções reais” (BRANDÃO, 2001, p. 41). A *figura 5* ilustra duas fases de um projeto hipotético com desdobramentos trinômiais e quadrinômiais, nas fases 1 e 2, respectivamente.

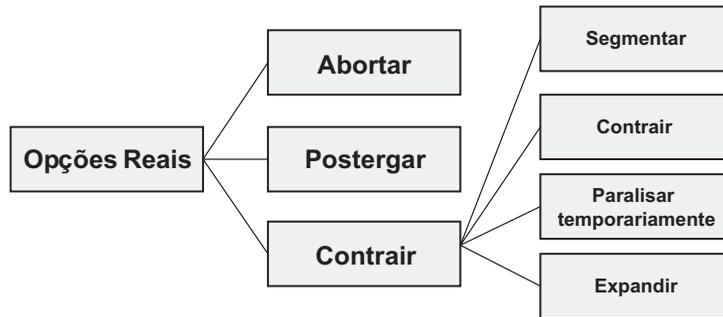


Figura 5. Estágios e desdobramentos das opções.

Fonte: Elaboração Própria

A Teoria das Opções Reais tem como espinha dorsal a descoberta de que uma analogia entre o mercado de futuros e o mercado financeiro é viável. Do pressuposto que um projeto de investimento pode ser analisado como uma opção e não apenas como uma obrigação, cada etapa do processo decisório (árvore de decisões) deixa de ser regida por imposições, quando-se por conjecturas valoráveis

Areladas, ao aparecimento deste novo ferramental, surgiram modelagens matemáticas desenvolvidas para atender às especificidades da TOR, dentre elas a instabilidade das variáveis envolvidas em um investimento, como nos modelos de Markowitz, Breweiner e Black & Sholes.

É importante frisar, que apesar de possuir uma estrutura complexa de cálculos, a análise por opções reais nada mais faz do que analisar um investimento em ativo real, como se fosse uma opção financeira, fato que permite ao tomador de decisões valorar as diversas opções em cada um dos nós da árvore de decisões. A todo instante, é possível postergar, paralisar ou abandonar o projeto. De fato, estas opções sempre existiram mas, após a TOR, tornaram-se valoráveis, permitindo uma visão mais ampla e flexível para a tomada de decisões. Ao alocarmos os desdobramentos de um projeto numa árvore de decisão (*figura 06*), assinalando as múltiplas alternativas motivadas por esses desdobramentos e pela incerteza, estaremos seccionado ou escalonando a “vida” do projeto em intervalos de tempo ou micro projetos que podem ter o seu respectivo VPL calculado ($VPL_{\text{expandido}} = VPL_{\text{tradicional}} + \text{Valor}_{\text{flexibilidade gerencial}}$), para determinar se esta opção num determinado intervalo de tempo, atende a expectativa de rentabilidade definida pelo dono do capital.

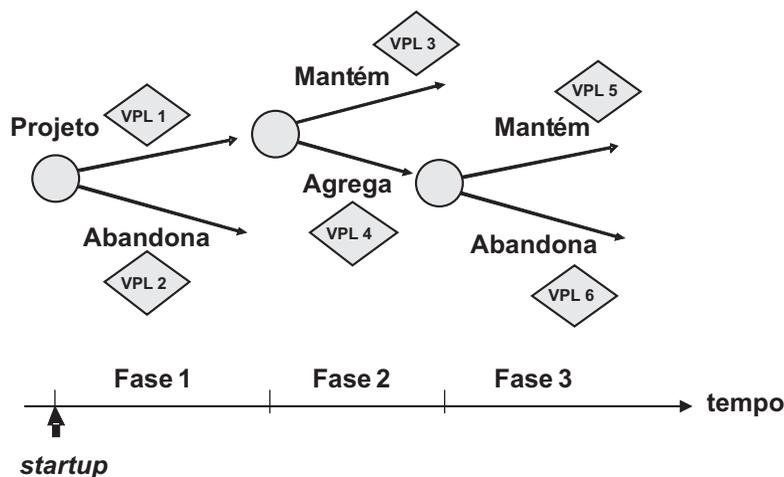


Figura 6. Árvore de decisões hipotética. Fonte: Elaboração Própria

O VPL não deve ser menosprezado e ou considerado obsoleto. Ele pode e deve ser empregado em contexto de pequena incerteza em que exista uma quase linearidade dos eventos. Nestes casos, o trabalho e o custo envolvidos na aplicação da TOR não seriam compensatórios. (TRIGEORGIS, 1995; ANTONIK, 2005)

Segundo Amram&Kulatilaka, (1999), o valor expressivo da Teoria das Opções Reais reside na capacidade de reformulação do pensamento dos administradores a respeito de investimento estratégico. Através do provimento de uma introspecção objetiva da incerteza e dos riscos contidos na assimetria e na aleatoriedade de cada desdobramento no curso histórico do projeto, as opções reais representam uma ferramenta que capacita os executivos a pensar mais claramente e mais realisticamente acerca da complexidade das decisões estratégicas, o que traz, inexoravelmente, confiabilidade e valor para o acionista.

Copeland e Antikarov (2001) elaboraram um modelo para avaliação das opções reais composto de quatro etapas, formando um mapa para execução e aplicação da TOR para análise de investimentos conforme apresentado na *figura 07*.

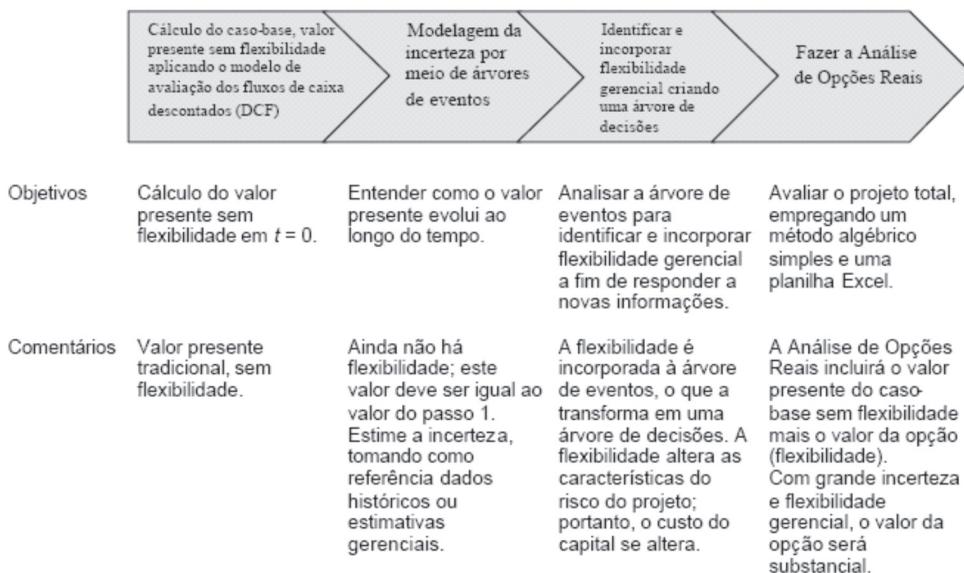


Figura 7: Etapas de aplicação da AOR: Fonte: Copeland e Antikarov (2001. p. 222)

A respeito da complexidade de aplicação da AOR em PIs, Copeland et al. (2000) indicam o uso das opções reais em três casos: (i) $FCD < 0$ ou FCD próximo de zero; (ii) quando o alto valor da flexibilidade puder ser quantificado; (iii) quando o valor estratégico não puder ser calculado pelo FCD. A *Figura 8* esquematiza os critérios para aplicação da análise por opções reais (AOR).

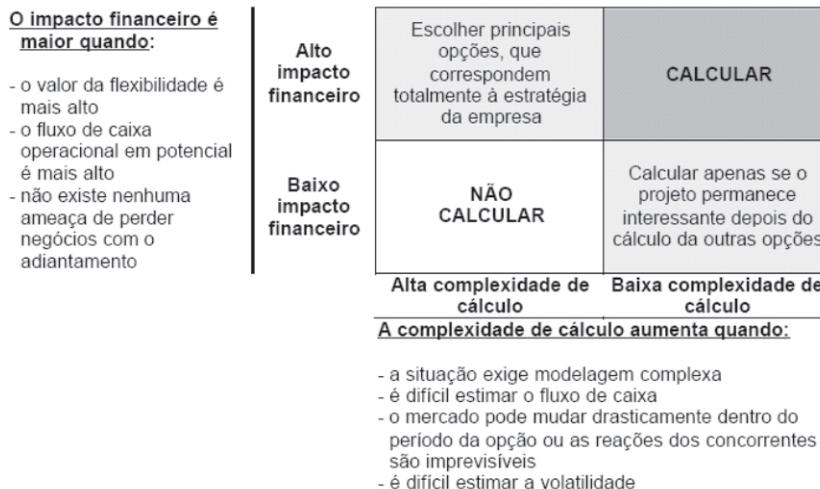


Figura 8: Critérios para aplicação da AOR. Fonte: Copeland et al. (2000)

Na Figura 9, o método de avaliação mais indicado é locado em seu respectivo quadrante, tendo em vista a interação entre incerteza e flexibilidade. As figuras 08 e 09, em conjunto, servem para ilustrar que, apesar de ser possível a aplicação da AOR na maioria dos PI's, em outros essa metodologia não tem relevância.

Como foi visto, a TOR, quando aplicada a projetos de investimento, integra estratégia e finanças, pelo fato de considerar, analiticamente, as flexibilidades gerenciais e as opções de crescimentos que correspondem ao núcleo do pensamento estratégico empresarial. Triantis e Borison (2001) argumentam, em seu artigo, que a maioria das empresas começou a se interessar pelas opções reais a partir da década de 90; esta difusão se deu principalmente, na média gerência que conheceu a metodologia através de divulgações científicas e prospectou a técnica em áreas como planejamento estratégico, marketing e desenvolvimento de negócios, como classificado nas categorias a seguir:

Incerteza (probabilidade de recebimento de novas informações)	Alta	Valor de flexibilidade moderado ■ Análise de sensibilidade ■ Simulação de Monte Carlo	Valor de flexibilidade alto ■ Avaliação das opções reais
	Baixa	Valor de flexibilidade baixo ■ DCF tradicional	Valor de flexibilidade moderado ■ Análise por árvore de decisão
		Baixa	Alta
Flexibilidade (Capacidade de reagir)			

Figura 9: Campo de aplicação das técnicas de análise de investimento

5.1. Opções reais no Processo decisório e no planejamento estratégico

As decisões estratégicas lidam com a “saúde”, a longo prazo, de um empreendimento e da empresa que o detém. Em termos financeiros, “uma estratégia de negócios é muito mais semelhante a uma série de opções do que uma série de fluxos de caixa estático” (Harrison & Pelletier, 2000. P. 28). Assim, a execução de uma estratégia está envolvida com a tomada de uma seqüência de decisões maiores, algumas imediatas e outras deliberadamente deferidas (Harrison & Pelletier, 2000).

Se um executivo se sente inclinado a avançar na concretização de um projeto de empreendimento, quando, os números dizem para parar, as razões estratégicas devem ser analisadas com o rigor necessário, gerando perguntas do tipo: Que poderá dar errado? O que ocorrerá se minhas hipóteses sobre preços e tecnologia adotada estiverem erradas? Quais mudanças regulatórias poderiam fazer com que o negócio falhasse em que probabilidade? Quais seriam as reações dos competidores? A amplitude e a dinâmica dos aspectos suscitados apontam para a necessidade de introdução da técnicas analíticas mais sofisticadas, como a avaliação das opções reais, que auxilia os administradores a quantificar o potencial não definido, de benefícios futuros, contribuindo também na identificação das decisões a serem feitas no futuro, seu caminho e o momento de fazê-las (ECCLES et al., 1999).

5.2. Opções reais integradas ao processo organizacional

Nesta categoria de aplicação, a TOR é parte componente de um processo mais amplo, sendo utilizada como ferramenta gerencial para identificar e tirar proveito de opções estratégicas. Segundo Minardi (2004, p.134), “a maior parte das utilizações de opções reais, como processo organizacional é em áreas específicas de investimento de capital, como , por exemplo, investimentos em exploração de petróleo e gás, em plantas de geração de energia, P&D de farmácias e firmas de biotecnologia, em alta tecnologia”. Neste sentido, a adoção da TOR promove a modificação do processo organizacional em três vertentes básicas: reforçando a visão multidisciplinar nos estágios de formulação (framing), coleta de informações, promovendo análise e apresentação de resultados; ampliando a ênfase no valor do acionista em complemento às métricas tradicionais e introduzindo, no processo uma dinâmica de aprendizagem necessária à identificação e tratamento das incertezas inerentes aos investimentos.

5.3. Opções reais como ferramenta para análise de investimento

Uma das diferenças primordiais entre a abordagem por opções reais e a metodologia tradicional de fluxo de caixa descontado (FCD) é a análise e o aprendizado adquirido nas escalas de investimento e nas fase do projeto; enquanto o

FCD recomenda a realização de um projeto em uma única fase (buscando ganho de escala) o TOR otimiza a análise do investimento através da utilização dinâmica das informações que surgem ao longo do projeto. Neste sentido, é visto, nas empresas, como um método de maior prudência do que a aposta integral num projeto sem considerar a riqueza do aprendizado e das incertezas. (Dias, 2005). A figura 10, adaptada de Dias (2005), apresenta, de forma esquemática, as cinco principais determinantes de um projeto de investimento: o preço, o custo de investimento, a incerteza sobre os preços e os custos de investimento, a incerteza sobre a taxa de juros e a incerteza sobre o desempenho

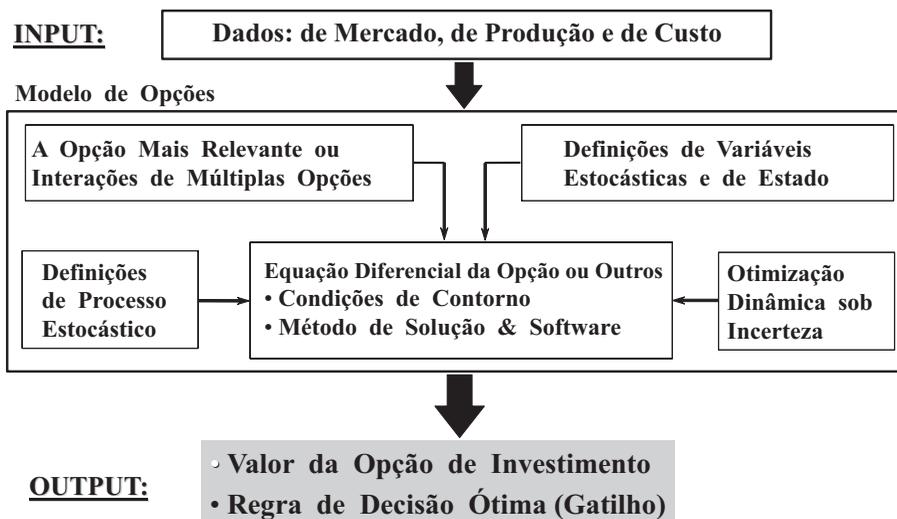


Figura 10: Fluxograma de aplicação da AOR: Fonte: Adaptado de Dias (2005).

6. Caso hipotético (limitações dos métodos tradicionais)

Suponhamos que uma usina de açúcar resolva investir R\$10 milhões num parque termo gerador, para a venda de energia elétrica excedente ao consumo da planta industrial. Variáveis e incertezas circundam o projeto, dentre elas quebra de safra, encargos setoriais, marcos regulatórios e desempenho técnico.

Tendo em vista estas principais incertezas, os tomadores de decisão estabelecem uma probabilidade linear de 90% de êxito do faturamento líquido projetado para o período de um contrato de compra e venda de energia (*Power Purchase Agreement – PPA*), de 6 anos de duração.

A direção da empresa, receosa da inexperiência neste novo negócio, resolve dividir o investimento em duas etapas de R\$5 milhões, para adquirir conhecimento e segurança no hiato entre a primeira e a segunda inversões.

Para efeito de simplificação dos cálculos, a probabilidade de êxito no desempenho do empreendimento foi estipulada em 90% e o esquema de análise foi montado considerando o que a análise de VPL recomendaria: implantação integral do projeto no ano zero.

Neste ponto do artigo, é possível observar, a partir da *figura 11*, as limitações e a miopia da metodologia tradicional (estática). Esta simplesmente, não enxerga as fases do projeto e, pode conduzir o investidor a um “caminho-sem-volta”: irreversibilidade total do investimento empregado ou um desempenho insatisfatório, aquém do prognóstico inicial.

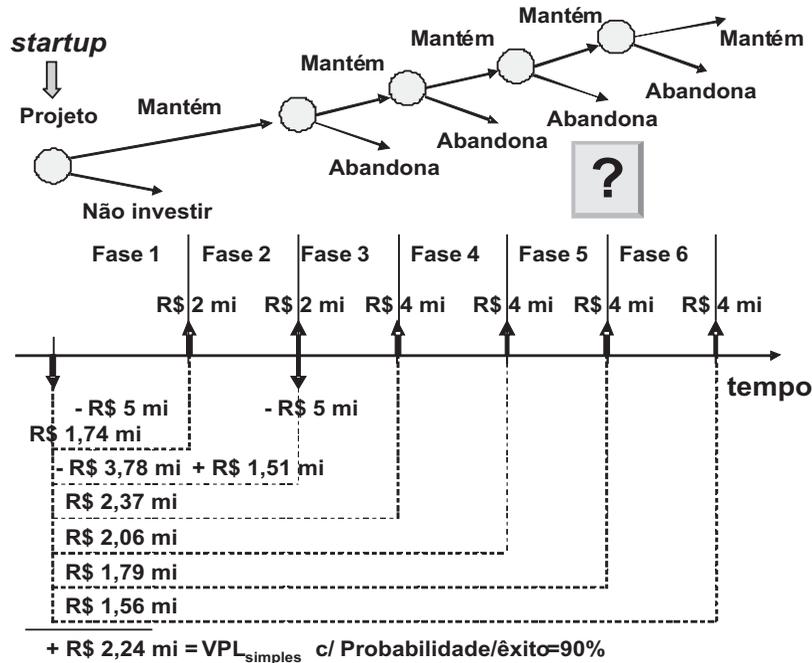


Figura 11: Caso hipotético – investimento em geração termoelétrica. Fonte: Elaboração própria

Na figura 12, em consonância com o exemplo anterior, o esquema sobre opções reais, focado nos seis alavancadores de valores em opções reais, propostos por Dias (2005), aponta as áreas de miopia analítica do FCD estático em relação a AOR.

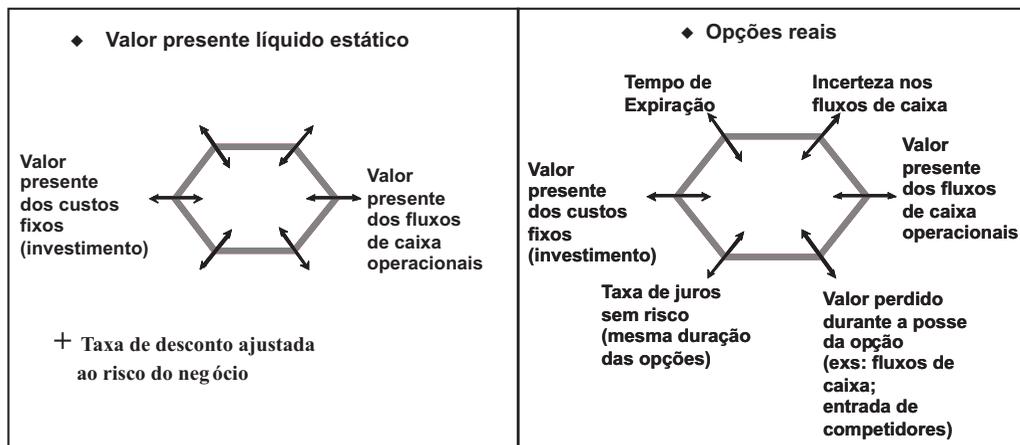


Figura 12: Caso hipotético – Abrangência da AOR frente ao FCD. Fonte: Adaptado de Dias (2005).

7 AOR – Estado da Arte

Em situações complexas, as soluções por abordagem numérica computacional são essenciais para lidar com a complexidade do ambiente e das condições envolvidas. De acordo com Trigeorgis (1995), existem basicamente duas abordagens numéricas para avaliação das opções reais: as mais intuitivas, que aproximam o processo estocástico diretamente, como a simulação de Monte Carlo, o modelo binomial e a transformação logarítmica do modelo binomial elaborada pelo autor; a segunda abordagem refere-se às equações diferenciais parciais resultantes, que, normalmente, não apresentam solução analítica, tais como os esquemas de diferenças finitas implícitas e explícitas e as aproximações analíticas. A figura 13 mostra a tela de apresentação de um software que utiliza a TOR para auxílio ao processo decisório.

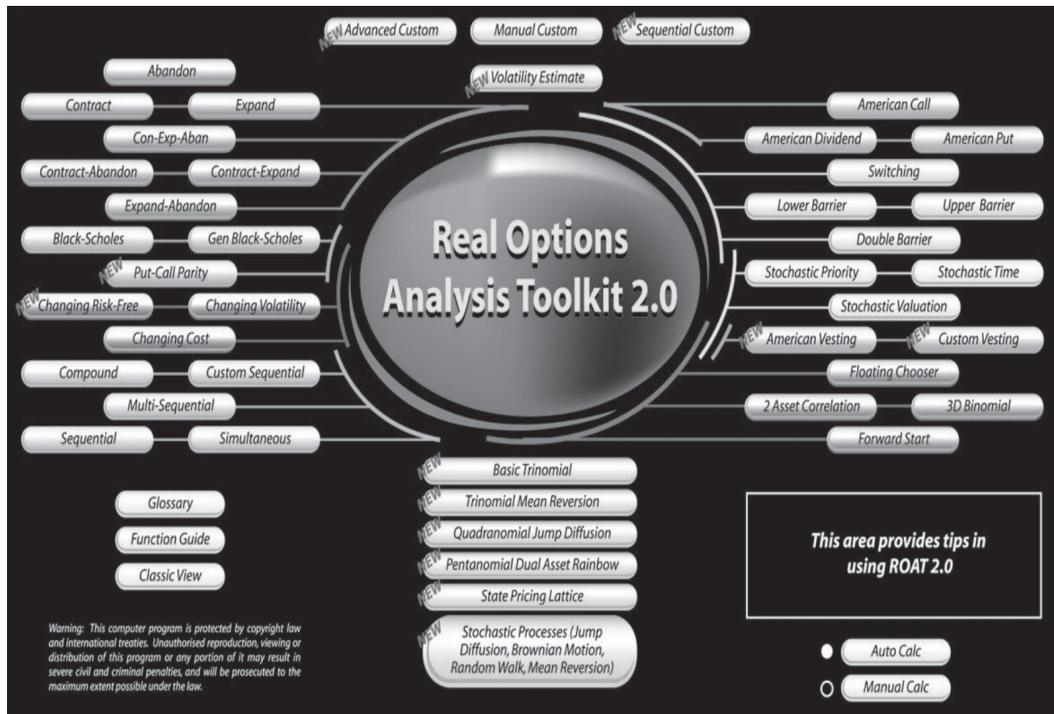


Figura 13 – Software: ROAT 2.0. Fonte: *Decisioneering Services* (2006).

Partindo do pressuposto de que a realidade é mais complexa do que os modelos matemáticos, a análise de opções reais, quando tenta se aproximar da realidade (problemas complexos de otimização sobre incertezas), pode demandar soluções especiais que combinem outras teorias com a TOR tradicional, dando origem a uma abordagem híbrida ou composta, sendo esta conhecida como Opções Reais Híbridas (ORH), tendo como exemplo os jogos de opções (TOR + Teoria dos Jogos), as opções reais evolucionárias para problemas complexos de otimização sob incertezas (TOR + métodos de computação evolucionária, em especial os algoritmos genéticos (AG)), as opções reais nebulosas (lógica “fuzzy”) (TOR + Teoria da Utilidade Esperada + Teoria dos Prospectos) e outras combinações com a Teoria das Redes Neurais, com as Teorias Organizacionais e de Planejamento Estratégico, além de combinações com a Teoria de Desenhos de Sistemas Computacionais. Segundo Dias (2005), a TOR e suas combinações são um campo de pesquisa de grande potencial; o grande desafio, contudo, está na multidisciplinaridade exigida do pesquisador, pois é necessário conhecer não apenas a TOR (que já possui uma certa complexidade), mas também outras teorias não menos complexas, como a teoria dos jogos, a teoria da decisão estatística, a teoria clássica do valor da informação e outras teorias que venham a se combinar para formar uma modalidade de ORH.

Não é objetivo deste artigo aprofundar mais o tema tratado. Fica para o leitor a tarefa de se aprofundar em cada um dos tópicos abordados como *insights* da extensa bibliografia sobre opções reais, principalmente a estrangeira, em que existem inúmeros trabalhos sobre cada um dos assuntos elencados e uma infinidade de casos práticos, envolvendo abordagens por opções reais.

Neste ponto, o artigo finaliza na intenção de ser apenas um *petit poire* para aguçar o “apetite” intelectual daqueles que venham a se interessarem mais pelo tema, a fim de iniciarem uma não menos prazerosa pesquisa.

Considerações finais

O objetivo central deste artigo é demonstrar que a análise por opções reais é um tema a exigir um estudo sistemático, que permita conhecer, intrínseca e extrínsecamente, o assunto no sentido de conduzir uma abordagem acertiva do que se pretende analisar, diante da complexidade dos projetos de investimento e do universo explicativo e conceitual que envolve este ferramental. Se tais fatores forem compreendidos, analisados e estruturados de forma adequada, pelos tomadores de decisão, podem resultar em um processo mais racional, que garanta consistência às decisões tomadas.

O artigo perpassa pelos principais conceitos e características inerentes à TOR, não somente para concatenar abordagens e idéias desta jovem teoria, em fase de difusão e estabilização, mas também, para sublinhar as limitações cartesianas e herméticas de fluxos financeiros previamente concebidos e, portanto, míopes às contingências do ambiente.

As opções reais são um novo modo de pensar e analisar, em que incerteza, instabilidade, efemeridade e diferença, podem ser consideradas como parâmetros válidos de um ferramental que se presta à análises complexas e alinhadas às metamorfoses do mundo contemporâneo.

A força desta ferramenta está na capacidade de análise e orientação do curso de um projeto de investimento, tanto pela acurácia e refino analítico da técnica como também pelas informações oriundas das fases do processo, gerando uma massa de conhecimento que vai se amalgamando ao conjunto de informações pré-existentes, numa retro alimentação recorrente e cada vez mais refinada, como um míssil balístico auto guiado que “aprende” a melhorar sua trajetória à medida que acumula informações dos obstáculos transpostos.

Este trabalho não se presta a defender a TOR como sendo a ferramenta mais eficiente para análise de projetos de investimento da atualidade, tampouco renega a metodologia tradicional; através de um exemplo hipotético e de uma metáfora “heisemberguiana” exemplifica que a TOR está para a mecânica quântica assim como o FCD está para a mecânica clássica, ou seja, tais metodologias não são mutuamente excludentes apenas “operam” em condições de validação específicas.

No epílogo deste artigo é lançada uma luz sobre o estado da arte da TOR (state of art), através de uma sucinta exposição de trabalhos compostos com outras teorias para enriquecer a análise por opções reais. Como diz o adágio popular, “um problema bem definido já é metade da solução”.

“A verdadeira dificuldade não está em aceitar idéias novas, mas livrar-se das idéias antigas”.

John Maynard Keynes (1883-1946) – economista.

Referências

- AMRAM M.; KULATILAKA N. *Real options: managing strategic investment in a uncertain world*. Cambridge: HBS Press, 1999.
- ANTONIK, L. R. *Opções reais*: FAE intelligentia. 2005. Disponível em: <www.fae.edu/principal/intelligentia>. Acesso em: 12 maio 2006.
- BLACK, F.; SCHOLES, M. The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political economy*, Chicago, v. 81, pp. 637-659, 1973.
- BREALEY, R.; MYERS, S. C. *Princípios de finanças empresariais*. Lisboa: McGraw-Hill, 1992.
- BRANDÃO, L. E. T. *Qual o momento certo de investir na empresa?* Management. Rio de Janeiro, 2001. Disponível em: <<http://lynx.iag.puc-rio.br/~brandao/Pesquisa/pesquisa.html>>. Acesso em: 15 maio 2006.
- BRASIL, H. G. O modelo de avaliação pelo método de opção real. In: _____. *Avaliação moderna de investimentos*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002. cap. 15, p. 129-203.
- CASSAROTTO FILHO, N.; KOPITKE, B. H. *Análise de investimentos: matemática financeira, engenharia econômica, tomada de decisão, estratégia empresarial*. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- CASTRO, A. L. *Avaliação de investimento de capital em projetos de geração termoelétrica no setor elétrico brasileiro usando a teoria das opções reais*. 2000. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção)-Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2000.
- CELOTO, R. R. *Apreçamento racional de projetos com flexibilidade e incertezas endógenas: uma aplicação em opções reais*. 2004. 146 f. Dissertação (Mestrado em Administração)-Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- COPELAND, T. et al. *Avaliação de empresas: valuation: calculando e gerenciando o valor das empresas*. São Paulo: Makrom Books, 2002.

- COPELAND, T. E.; ANTIKAROV, V. *Opções reais: um novo paradigma para reinventar a avaliação de investimentos*. Rio de Janeiro: Campus, 2001.
- DAMODARAN, A. *Avaliação de investimentos*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2000.
- DECISIONEERING SERVICES. *Real options analysis tool kit*. Disponível em: <http://www.crystalball.com/rotoolkit/index.html>. Acesso em: 25 nov. 2006.
- DEZEN, F. J. P. *Opções reais aplicadas à escolha de alternativa tecnológica para o desenvolvimento de campos marítimos de petróleo*. 2001. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica)-Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- DIAS, M. A. G. *Investimento sob incerteza em exploração & produção de petróleo*. 1996. Dissertação (Mestrado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1996. Disponível em: <www.fae.edu/inteliggentia/principal>. 24 nov. 2006.
- DIAS, M. A. G. *Opções reais híbridas com aplicações em petróleo*. 2005. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção)-Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <www.fae.edu/inteliggentia/principal>. Acesso em: 23 ago. 2006.
- DIXIT, A. K.; PINDYCK, R. S. The options approach to capital investment. *Harvard Business Review*, Cambridge, p. 105-115, May/June, 1995.
- DUARTE JÚNIOR, A. M. *Risco: definições, tipos, medição e recomendações para gerenciamento*. Disponível em: <<http://www.listaderisco.com.br/lr/biblioteca.aspx>>. Acesso em: 19 maio 2006.
- ECCLES, R. G.; LANES, K. L.; WILSON, T. C. Are paying too much for that acquisition? *Harvard Business Review*, Cambridge, p. 136-146, July/Aug. 1999.
- FÉLIX, E. G. S. *Opções reais: tipologias e sua avaliação*. Disponível em: <www.ti.usc.es/lugo-xiii-hispano-lusas/pdf/04_FINANZAS_felix.pdf>. Acesso em: 2 maio 2006.
- FRÓIS, K. P. Uma breve história do fim das certezas ou o paradoxo de Janus. *Cadernos de Pesquisa Interdisciplinar em Ciências Humanas*. Disponível em: <<http://www.cfh.ufsc.br/~dich/TextoCaderno62.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2006.
- GASLENE, A.; FENSTERSEIFER, J. E.; LAMB, R. *Desiões de investimento da empresa*. São Paulo: Atlas, 1999.
- HARRISON, E. F.; PELETIER, M. A. Levels of Strategic Decision Success. *Management Decision*, Bingley, v. 38, n. 1/2, p. 107-118, 2001.
- HAWKING. S. *O universo numa casca de noz*. São Paulo: Mandarim, 2001.
- HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. *Dicionário Houaiss da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.
- KASSAI, R. et al. *Retorno de investimento: abordagem matemática e contábil do lucro empresarial*. São Paulo: Atlas, 1999.
- KESSINGER, J. Adding the value of active management into capital budgeting equation. *Midland Corporate Finance Journal*, Amsterdam, v. 5, n.1, p. 31-42, 1987.
- KESTER, W. C. Today's options for tomorrow's growth. *Harvard Business Review*, Cambridge, v. 62, n. 2, p. 153-160, Mar/Apr. 1984.
- LEMOES, A. D.; CUNHA, N. C. V. *Inteligência competitiva, a informação utilizada estrategicamente, considerando as questões ambientais: o caso do segmento automobilístico*. Disponível em: <<http://members.lycos.co.uk/Dablum/artigo14.htm>>. Acesso em: 10 maio 2006.
- LUEHRMAN, T. A. Investment opportunities as real options: getting started on the numbers. *Harvard Business Review*, Cambridge, p. 3-15, July/Aug. 1998.
- MARKOWITZ, H.; KOSTOVETSKY, L.; FABOZZI, F. J. *The theory and practice of investment management*. Hoboken: John Wiley & Sons, 2004.

- MARTINS, E. *Avaliação de empresas: da mensuração contábil à economia*. São Paulo: Atlas, 2001.
- MEDEIROS, P. Aplicação de opções reais no imobiliário residencial com enfoque na cidade do Rio de Janeiro. Anais do Primeiro ENCONTRO BRASILEIRO DE FINANÇAS, 1., 2001, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Finanças, 2001. CD-ROM.
- MINARDI, A. M. A. F. *Teoria de opções aplicada a projetos de investimento*. São Paulo: Atlas, 2004.
- MORIN, E. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: Editora da Unesco, 2000.
- MYERS, S. C. Determinants of corporate borrowing. *Journal of Financial Economics*, Amsterdam, n. 5. p. 147-175, Nov. 1977.
- PINDYCK, R. S. Irreversible investment, capacity choice, and value of the firm. *American Economic Review*, Chicago, v. 78, n. 5, p. 969-985, Dec. 1988.
- PRIGOGINE, I. *O fim das certezas*. São Paulo: Ed. UNESP, 1996.
- RIGOLON, F. J. Z. *Opções reais e análise de projetos*. Rio de Janeiro: BNDES, 1999. (Texto para Discussão n. 66).
- ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JAFFE, J. F. *Administração financeira*. São Paulo: Atlas, 1995.
- SAMANEZ, C. P. *Análise e gestão de projetos de investimento: uma aplicação da teoria das opções em projetos de exploração de recursos naturais*. 1994. Tese (Doutorado em Administração). EAESP/ Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 1994.
- SANTOS, E. M.; PAMPLONA, E. O. Teoria das opções reais: uma abordagem estratégica para análise de investimentos. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 21., 2001, Salvador. *Anais...* Salvador: Associação Brasileira de Engenharia da Produção, 2001.
- SOUZA, A.; CLEMENTE, A. *Decisões financeiras e análise de investimentos: fundamentos, técnicas e aplicações*. São Paulo: Atlas, 1999.
- TRIANI, A. J.; BORISON, A. Real options: state of the practice. *Journal of Applied Corporate Finance*, Oxford, p. 8-24, Summer 2001.
- TRIGEORGIS, L. *Real options in capital investment: models, strategies and applications*. Westport: Praeger, 1995.
- VAN HORNE, J. C. *Fundamentos de administração financeira*. 5. ed. São Paulo: Prentice Hall do Brasil, 1984.

Recebido: 19.08.2007

Aprovado: 18.02.2008